

**UNIVERSITE PAUL VALERY - MONTPELLIER III**  
**Arts et Lettres, Langues et Sciences Humaines et Sociales**

**Département de Géographie - U.F.R. III**

**DOCTORAT DE L'UNIVERSITE PAUL VALERY - MONTPELLIER III**  
**SPECIALITE : GEOGRAPHIE**

**SUJET : MAITRISER L'AMENAGEMENT URBAIN EN AFRIQUE  
SUBSAHARIENNE : INTERET DES IMAGES-SATELLITE SPOT :  
EXEMPLES DE NAIROBI (KENYA) ET DE OUAGADOUGOU  
(BURKINA FASO)**

**THÈSE PRÉSENTÉE PAR**  
**Jean-Philippe CHEREL**

**Sous la direction de**  
**Alain SAUSSOL**

**MEMBRES DU JURY :**

<b>MM. B. PLANQUE</b>	<b>PRÉSIDENT - Professeur Montpellier III</b>
<b>J. CHAMPAUD</b>	<b>RAPPORTEUR - Directeur de recherche ORSTOM</b>
<b>Mme. R. CHAUME</b>	<b>RAPPORTEUR - Directeur de recherche ORSTOM</b>
<b>A. SAUSSOL</b>	<b>EXAMINATEUR - Professeur Montpellier III</b>
<b>P. PELTRE</b>	<b>EXAMINATEUR - Directeur de recherche ORSTOM</b>
<b>C. VERLAQUE</b>	<b>EXAMINATEUR - Professeur Montpellier III</b>
<b>J.M. MIOSSEC</b>	<b>EXAMINATEUR - Maître de Conférence Montpellier III</b>

**Soutenue le 22 décembre 1994**



## Remerciements

---

Jean-Marie MIOSSEC, Maître de Conférence à l'Université Paul VALÉRY, possède une qualité très appréciée par ses étudiants; celle qui fait que l'intérêt qu'il leur manifeste dépasse de loin le simple cadre des cours. Je lui dois pour ma part d'avoir pu réaliser une vieille passion : *faire* de la télédétection et travailler moi-même sur ces images-satellite qui me captivent depuis si longtemps. Alors que j'avais déjà quitté l'université depuis deux ans, c'est lui qui m'a un jour très amicalement contacté et aiguillé sur un projet en télédétection qui se dessinait à l'ORSTOM<sup>1</sup>. Je lui suis redevable d'avoir pu vivre une expérience, humainement et professionnellement, très enrichissante. Je suis très heureux qu'il ait accepté de participer à mon Jury de soutenance et je tenais à lui adresser en premier tous mes remerciements.

A Régine CHAUME, Directeur de Recherche et Responsable de l'Unité de Télédétection et de Traitement d'Images de l'ORSTOM-Montpellier, je tiens de même à exprimer ma profonde gratitude. Principal artisan et coordonnateur du contrat de recherche CEE / ORSTOM qui portait sur l'étude de cinq grandes villes africaines et qui est à l'origine de cette thèse, je la remercie vivement de m'avoir accepté au sein de l'Unité de Télédétection et de m'avoir confié la réalisation de la partie "traitement d'images" de ce projet. Par la suite, sans un plein soutien de sa part, sans sa constante confiance (et sa patience), cette thèse n'aurait pu aboutir. Elle a également consenti à être l'un des rapporteurs de ce travail et je l'en remercie.

Je voudrais aussi que Alain SAUSSOL, Professeur à l'Université Paul VALÉRY, soit assuré de ma reconnaissance. Directeur de cette thèse, il a su prendre quelques risques et "couvrir" une recherche pratique dans un domaine - celui de la télédétection en milieu urbain - qui est encore assez nouveau. Je lui suis également infiniment gré de m'avoir toujours témoigné sa pleine confiance et de m'avoir appuyé dans toutes mes démarches.

Possédant une vaste et déjà longue connaissance de l'Afrique et de ses villes, Jacques CHAMPAUD, Directeur de Recherche à l'ORSTOM, a été un excellent (et ô combien amical) "guide" dans l'univers urbain. M'étant dans un premier temps plutôt orienté vers la géographie physique, je dois en effet reconnaître que j'avais une vision assez éloignée des réalités africaines avant mes différents séjours dans les capitales étudiées. L'approche initiale, un peu "distante" (830 km d'altitude) ne m'en avait pas énormément rapproché...; le contact avec cette *réalité* fut donc parfois "brutal"! Toutefois, au travers de nos longues conversations et de cette expérience commune, je dois à Jacques CHAMPAUD d'avoir pris un très grand intérêt pour ces villes dans lesquelles se jouent l'existence de millions de personnes et une partie de l'avenir de l'Afrique.

---

<sup>1</sup> Institut français de recherche pour le développement en coopération

Malgré le lourd emploi du temps que lui valent notamment ses fonctions de vice-président de la Commission Scientifique des Sciences Sociales, il a su rester un interlocuteur disponible dont les remarques et les critiques se sont toujours avérées très constructives. Il a également eu l'obligeance d'être l'un des rapporteurs de cette thèse ce qui, j'en suis sûr, lui vaut une charge de travail supplémentaire. Qu'il sache que j'estime à sa juste valeur l'énorme contribution qui fut la sienne.

Tous mes remerciements également à Bernard PLANQUE, Professeur à l'Université Paul VALÉRY, qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon Jury de Thèse, ainsi qu'à Pierre PELTRE, Directeur de Recherche à l'ORSTOM, et Christian VERLAQUE, Professeur à l'Université Paul VALÉRY, qui ont eu l'obligeance d'accepter de faire partie de ce Jury.

Qu'il me soit maintenant permis de remercier tous ceux qui se sont associés à un moment ou à un autre à cette recherche.

Je remercie tout d'abord Jacques NOEL, Chef de la Mission Technique de Télédétection ORSTOM, dont l'aide et l'expérience avaient déjà été particulièrement précieuses dans la cadre du rapport réalisé pour le compte de la CEE.

Je tiens également à dire toute mon amitié à Nadine DESSAY et au "Docteur" Hervé LE MARTRET. Tous deux "grands" spécialistes du monde de l'informatique, ils ont toujours été présents pour m'aider à "apprivoiser" une technologie qui, malgré ses immenses possibilités, vous donnent parfois l'envie de commettre l'irréparable sur certaines machines; leur savoir-faire et leur calme ont bien souvent débloqué des situations tendues... Mais leur participation ne s'arrête pas là. Leur amitié, leur bonne humeur et leur sens critique ont depuis longtemps contribué au développement d'une ambiance de travail que beaucoup envient à l'Unité de Télédétection.

J'adresse également un grand merci à Roland BOSSENO, Yves ARNAUD, Xavier BERNARDET, Cécile FAUTRERO, Christophe TISSANDIER, Jerry MUSCAT, Jean-Marie FOTSING, Sandrine BUENDIA, Isabelle CEJBA et Pierre MALARD. Leur contribution, toujours amicale, a souvent été essentielle.

Toute ma sympathie va aussi à Marc LOINTIER et Frédérique SEYLER, chercheurs ORSTOM de l'équipe télédétection, et à tous les stagiaires français ou étrangers, venus du Brésil, du Chili, du Mali, du Sénégal, du Cameroun, du Burkina Faso, du Tchad, etc., qui ont fait, ou font actuellement "escale" à l'ORSTOM. Le brassage des idées, des connaissances et des cultures n'est pas le moindre bénéfice que l'on peut retirer d'un séjour dans un centre de recherche ouvert sur le Monde.

Il n'est également que justice de remercier ici Colette MASSONI, Elisabeth PELEGRIN, Francine DELMAS, Hanka HENSEN, Elisabeth AMBERT et Anne-Catherine LHOMME du Centre de Documentation de l'ORSTOM. Comment ne pas reconnaître que sans leur contribution une grande part de la recherche bibliographique se serait transformée en un long parcours du combattant ? De même, comment ne pas associer à ce travail tous ces interlocuteurs qui ont toujours bien voulu répondre, à distance, à mes nombreuses questions et accéder à mes demandes ?

J'ai partagé plusieurs mois durant le bureau d'un "vieux" géologue de l'ORSTOM : Gérard LAUBACHER, que je salue au passage. Il m'avait un jour ressorti son volumineux original de thèse; j'ai alors vu ce que pouvait représenter une thèse en "couper-coller" de l'ère pré-informatique... Je tiens donc (quand même...) à dire un grand merci à tous ceux qui nous permettent aujourd'hui de travailler dans un environnement plus que confortable.

Enfin, à l'heure de conclure, qu'il me soit permis de dire toute mon affection à mes parents et à mes soeurs qui me supportent dans tous les sens du terme depuis si longtemps, et à Sophie qui a décidé depuis peu de partager ma vie. Leur soutien et leur aide de tous les instants méritent amplement que je leur dédie ce travail.



## RÉSUMÉ

---

L'emballage démographique des populations urbaines en Afrique subsaharienne concerne en premier lieu les grandes villes, généralement les capitales, qui subissent des transformations extrêmement rapides depuis les années soixante. Mal maîtrisée, cette croissance qui trouve son origine dans une combinaison de crises démographique, économique, politique et sociale profondes se traduit par la densification des vieux quartiers centraux et une grande consommation d'espace dans les zones périphériques. On assiste à une dramatique dégradation des conditions de vie des populations et à de graves atteintes portées à l'environnement péri-urbain. Des mesures urgentes s'imposent donc afin de rétablir un aménagement rationnel ce qui implique que les pouvoirs publics disposent des données de base, chiffrées et cartographiées, indispensables. En raison de la vitesse à laquelle s'opèrent les changements et de la faiblesse des moyens financiers, techniques ou humains des États, les techniques traditionnelles de collecte de l'information ne permettent plus toutefois une actualisation suffisante des données.

Avec la mise en service de satellites d'observation de la Terre tel Spot, la télédétection satellitaire peut constituer malgré certaines contraintes et limitations un nouvel outil répondant aux besoins des responsables de l'aménagement urbain. La forte résolution spatiale des images Spot (10 et 20 m), la capacité du satellite à fournir de manière suffisamment régulière des images à un coût accessible, permettent leur emploi pratique dans le contexte urbain africain. Les informations indispensables peuvent être obtenues à l'aide d'une interprétation visuelle d'images issues de traitements informatiques relativement simples.

Un exemple d'utilisation des images Spot dans le cadre du suivi de la croissance urbaine est donné à partir d'une étude menée sur deux grandes cités de l'Afrique subsaharienne : Nairobi (Kenya) et Ouagadougou (Burkina Faso). Après avoir retracé l'historique de leur aménagement urbain et présenté les principaux acteurs de l'urbanisation, on montre le profit qu'il est possible de tirer de l'exploitation des images-satellite à différentes échelles, aussi bien pour établir une typologie de l'occupation du sol que pour mettre en évidence la dynamique urbaine.

**Mots clés :** Télédétection - Satellite Spot - Traitements d'images - Villes africaines - Aménagement urbain - Nairobi - Ouagadougou

## **ABSTRACT**

---

The demographic "burst" of urban population in sub-Saharan Africa concerns, firstly, big cities - in general the capitals - which now face extremely rapid transformations since the sixties. Escaping to a great extent from the authorities control, this growth - which stems from deep crises of demographic, economic, political and social combination - appears as the densification of old central areas and a huge space consumption in outskirt areas. Therefore, the population standard living is drastically degraded and the environment of peri-urban zones of these towns sustain serious difficulties. Urgent measures have to be taken in order to restore a rational planning of this urban space implying that public authorities have at their disposal the essential basic data. Due to the speed of different changes and the weakness of financial, technical or human means in most of the States, the traditional techniques of information collection not enable the data to be sufficiently updated.

With the service of the Earth observation satellites such as Spot, the satellite remote sensing may constitute, despite some restrictions and limitations, a new tool requiring the needs of the whole of those Responsible for the urban planning. The high spatial resolution of Spot images (10 and 20 meters), the ability of the satellite to supply, in a sufficiently regular manner, images at accessible cost enable their practical use in the African urban context. The necessary information can be obtained with the help of a visual interpretation of images issued from relatively simple data processing.

A simple example of the use of Spot images to follow-up the urban growth is given from a study performed on two big towns in sub-Saharan Africa : Nairobi (Kenya), and Ouagadougou (Burkina Faso). After having re-drawn the history of the urban planning and presented the main factors of the urbanisation, it is shown how far it is possible to take advantage from the exploitation of the satellite images at various scales, not only to establish the typology of the ground occupation but also to bring out urban dynamics.

**Key Words :** Remote Sensing - Spot Satellite - Image Processing - African Towns - Urban Planning - Nairobi - Ouagadougou

## **SOMMAIRE GENERAL**

---

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	3
<b>RÉSUMÉ</b> .....	7
<b>ABSTRACT</b> .....	8
<b>SOMMAIRE GÉNÉRAL</b> .....	9
<b>INTRODUCTION</b> .....	11
<b>PREMIÈRE PARTIE - LES DÉFIS DE LA CRISE URBAINE EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE</b> .....	17
<b>CHAPITRE 1. UNE URBANISATION RÉCENTE, RAPIDE ET DÉSÉQUILIBRÉE</b> .....	19
1. LA POUSSÉE URBAINE ET L'EXPLOSION DES GRANDES VILLES .....	19
2. UN CONTEXTE DE CRISES.....	23
3. L'ESSOR FULGURANT DES GRANDES MÉTROPOLIS .....	37
<b>CHAPITRE 2. LES GRANDES VILLES : DES ESPACES INSTA- BLES EN MUTATION RAPIDE</b> .....	55
1. LA FAILLITE DES POLITIQUES URBAINES ÉTATIQUES DEPUIS L'INDÉPENDANCE .....	55
2. L'EXPLOSION DE L'"URBANISME" POPULAIRE.....	65
3. LA RÉACTION TARDIVE DES POUVOIRS PUBLICS.....	78
4. UN AVENIR PLEIN D'INCERTITUDE .....	83
<b>SECONDE PARTIE - LES IMAGES SPOT : UN OUTIL EFFI- CACE AU SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT URBAIN</b> .....	91
<b>CHAPITRE 1. DES BESOINS CRUCIAUX NON SATISFAITS</b> .....	93
1. LES BESOINS .....	93
2. LES OBSTACLES À L'UTILISATION DES COUVERTURES PHOTOGRAPHIQUES AÉRIENNES TRADITIONNELLES .....	99
<b>CHAPITRE 2. LES IMAGES SPOT : UN PAS DÉCISIF POUR L'UTILISATION DE LA TÉLÉDÉTECTION SPATIALE EN MILIEU URBAIN</b> .....	105
1. RAPPELS SUR LA TÉLÉDÉTECTION PAR SATELLITE .....	105
2. LES IMAGES SPOT : UNE RÉOLUTION SPATIALE QUI OUVRE VÉRITABLEMENT LA PORTE DU DOMAINE URBAIN.....	108
3. L'APPORT DES IMAGES SPOT À LA CONNAISSANCE DU DOMAINE URBAIN .....	116

**TROISIÈME PARTIE - ÉTUDE DE CAS : L'APPORT DES  
IMAGES SPOT AU SUIVI DE NAIROBI ET DE OUAGADOUGOU..... 171**

**CHAPITRE 1. NAIROBI.....173**

1. NAIROBI, UNE CAPITALE DE LA CONQUÊTE DU "FAR EAST" AFRICAIN.....173

2. LES REDOUTABLES CONSÉQUENCES D'UNE SÉGRÉGATION URBAINE JAMAIS  
DÉMENTIE.....177

3. LES ACTEURS DE LA POLITIQUE URBAINE.....223

4. L'OUTIL SPOT.....228

**CHAPITRE 2. OUAGADOUGOU .....253**

1. OUAGADOUGOU : UNE TRÈS ANCIENNE CAPITALE .....253

2. UN AMÉNAGEMENT URBAIN CHAOTIQUE.....257

3. LES ACTEURS DE L'URBANISATION : LA TUTELLE ÉCLATÉE DE L'ÉTAT .....291

4. L'OUTIL SPOT.....297

**CONCLUSION..... 327**

**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....335**

**LISTE DES ILLUSTRATIONS.....350**

**TABLE DES MATIÈRES .....354**

**- INTRODUCTION -**



L'Afrique subsaharienne est la région du monde qui connaît à l'heure actuelle la croissance urbaine la plus élevée. De fait, avec un taux moyen d'accroissement de 7 % par an à la fin des années quatre-vingt - soit le double d'un élan démographique déjà exceptionnel - ce phénomène d'urbanisation prend même dans de nombreux pays une dimension "explosive".

Cette croissance accélérée des villes, qui a véritablement démarré dans la plupart des États africains au début des années soixante à la suite des indépendances, se déroule en effet dans une conjoncture de crises économique, politique et sociale profondes dont les conséquences peuvent parfois aboutir à des dérives sanglantes. Dans ce contexte, la ville, et surtout *La* grande ville, représente pour des millions d'individus le seul espace de promotion ou, plus simplement, de survie.

Nombre des grandes villes, le plus souvent la capitale de l'État, ont ainsi vu gonfler leur population de près de 10 % par an au cours des dernières décennies! Ce rythme effréné en fait inévitablement un phénomène extrêmement complexe à maîtriser. Malheureusement, l'absence de véritable tradition urbaine (la plupart des grandes villes africaines sont des créations coloniales) et l'échec des politiques urbaines longtemps imposées par les pouvoirs publics ont considérablement renforcé les difficultés.

Trop souvent élitistes, ségrégatives (car "inspirées" des politiques coloniales) et déphasées par rapport à la demande croissante de populations majoritairement pauvres, les politiques étatiques ont généralement conduit à une explosion de l'habitat illégal. Cela s'est traduit par une dégradation constante des conditions de vie dans ces villes aux infrastructures complètement dépassées et par une consommation d'espace souvent démesurée. Dès lors, l'environnement péri-urbain, "naturel" ou agricole, subit lui-même dans bien des cas des destructions inconsidérées. La poursuite d'un tel mouvement ne peut conduire qu'au développement de situations urbaines catastrophiques. Signes que la "capacité d'adaptation" des citoyens n'est pas sans limites, la plupart de ces grandes capitales ont connu depuis le milieu des années quatre-vingt un ralentissement de leur croissance, mais aussi des explosions de violence de plus en plus fréquentes.

La mise en oeuvre de politiques appropriées d'aménagement urbain s'impose donc. Elles passent par de nouvelles approches et la mise en place de structures de décision efficaces

et responsables. Cette reprise en main ne peut cependant se concevoir sans que soit mises à disposition des pouvoirs de décision les données de base essentielles et fiables (car actualisées) concernant la ville : extensions spatiales, types d'occupation du sol, évaluation de la dynamique et de la "pression" de la ville sur son environnement, estimation de population, etc.

Ces données sont toutefois rarement disponibles dans la plupart des pays concernés car les moyens traditionnels de collecte de l'information ne sont plus en mesure de satisfaire les besoins des différents acteurs de l'aménagement urbain. Le coût et la lenteur d'exploitation des couvertures aériennes ou des enquêtes au sol classiques sont en effet devenus "prohibitifs" dans ce contexte de transformations extrêmement rapides et de crise économique et financière grave. La mise à jour des données de base, bien souvent vieilles de plusieurs années, ou même de plus de dix ans, devient de plus en plus problématique.

Avec l'apparition d'images-satellite de haute résolution comme celles que l'on doit aux satellites Spot depuis 1986, de réelles possibilités d'améliorer la fréquence et la qualité des données urbaines sont cependant apparues. De par leur pouvoir de discrimination des objets au sol qui peut atteindre 10 mètres (sur plusieurs milliers de km<sup>2</sup>), leur coût abordable et leur répétitivité, ces images représentent un intérêt certain pour des villes qui ne disposent même plus dans certains cas d'une simple couverture cartographique récente au 1/50 000<sup>e</sup>. Toutefois, malgré de nombreuses études et des perspectives plus qu'encourageantes, leur utilisation pratique demeure encore peu répandue.

C'est ce constat qui a conduit la Direction Générale du Développement (DGVIII) de la Commission des Communautés Européennes à confier à l'Unité de Télédétection et de Traitement d'Images de l'ORSTOM à Montpellier (UTTİM) la direction d'une étude de plusieurs grandes villes africaines au moyen d'images Spot. Un tel projet entrait dans le cadre des actions sectorielles sur l'environnement inscrites dans la convention de Lomé IV. Il s'inscrivait également dans le cadre des recherches menées par le Département : "Société, Urbanisation et Développement" de l'ORSTOM et, en particulier, dans celles de l'Unité de Recherche 5F : "Villes, Espaces, Aménagement".

Il s'agissait, pour reprendre les termes du contrat CEE / ORSTOM, d'un "test de faisabilité (...) utilisant les possibilités opérationnelles de l'imagerie satellitaire Spot" avant le démarrage d'un programme d'étude de l'environnement urbain des grandes villes africaines. L'objectif était d'examiner dans quelle mesure la télédétection représente un coût financier, technique et humain avantageux pouvant intéresser des États disposant de peu de ressources. Enfin, il convenait de montrer qu'elle offre, outre un gain de temps, des possibilités d'inventaire et de diagnostic pouvant servir à combler des lacunes de l'information et à pallier le manque de données fiables sur la croissance urbaine de ces pays.

Trois villes francophones et deux villes anglophones furent retenues pour ce projet : **Conakry** (Guinée), **Ouagadougou** (Burkina Faso), **Yaoundé** (Cameroun), **Ibadan** (Nigéria), et **Nairobi** (Kenya). Ce sont des capitales d'État - à l'exception d'Ibadan qui est cependant la capitale d'un État fédéré - qui approchent ou dépassent le million d'habitants. Cette sélection s'est faite avant tout en fonction de la disponibilité immédiate des images Spot. Ces centres urbains ne sont certes pas représentatifs, au sens statistique du terme, de toute la réalité urbaine africaine. Ils constituaient cependant une gamme suffisamment variée de situations pour que l'on puisse y retrouver la plupart des problèmes rencontrés dans ce type d'analyse.

L'étude fut menée en 1991-1992 avec la collaboration (il s'agissait d'un programme européen) d'un bureau d'étude de Londres : "Environmental Resources Limited" (ERL). Nous y avons été nous-même très directement associé, en premier lieu pour tout ce qui concernait le volet "traitement d'images" qui nous avait été confié.

La Thèse de Doctorat que nous présentons ici constitue le prolongement de cette étude. Les sujets qui n'avaient pu y être abordés (ou alors très superficiellement) sont ici largement développés.

La Première Partie est ainsi consacrée à la crise urbaine elle-même. Les origines et conséquences de la croissance démographique accélérée des villes sont analysées. Les grandes agglomérations étant les villes pour lesquelles l'absence - et le besoin - de maîtrise se font le plus sentir, nous leur avons accordé une attention privilégiée.

Dans la Seconde Partie, un point est fait sur les besoins des divers responsables de l'aménagement urbain et sur l'utilisation possible des images-satellite Spot dans ce domaine. Nous montrons pourquoi l'interprétation visuelle d'images issues de traitements informatiques très divers répond le mieux aux demandes exprimées en matière d'occupation du sol. En ce qui concerne l'actualisation de ces données, nous évaluons les différentes techniques utilisées et les contraintes posées par l'utilisation des images-satellites.

La Troisième Partie est une "mise en pratique" de l'utilisation possible des images Spot. Nous avons choisi de détailler les exemples de Nairobi (1,7 million d'habitants) et de Ouagadougou (700 000 habitants), villes pour lesquelles nous disposons du maximum d'images. Ces deux capitales sont également très intéressantes car complémentaires; tant du point de vue d'un "historique" de l'aménagement urbain en Afrique que d'une mise en évidence des possibilités (et des contraintes) des images-satellite Spot.

**- PREMIÈRE PARTIE -**

---

**Les défis de la crise urbaine en  
Afrique subsaharienne**

---



## **CHAPITRE 1. UNE URBANISATION RÉCENTE, RAPIDE ET DÉSÉQUILBRÉE**

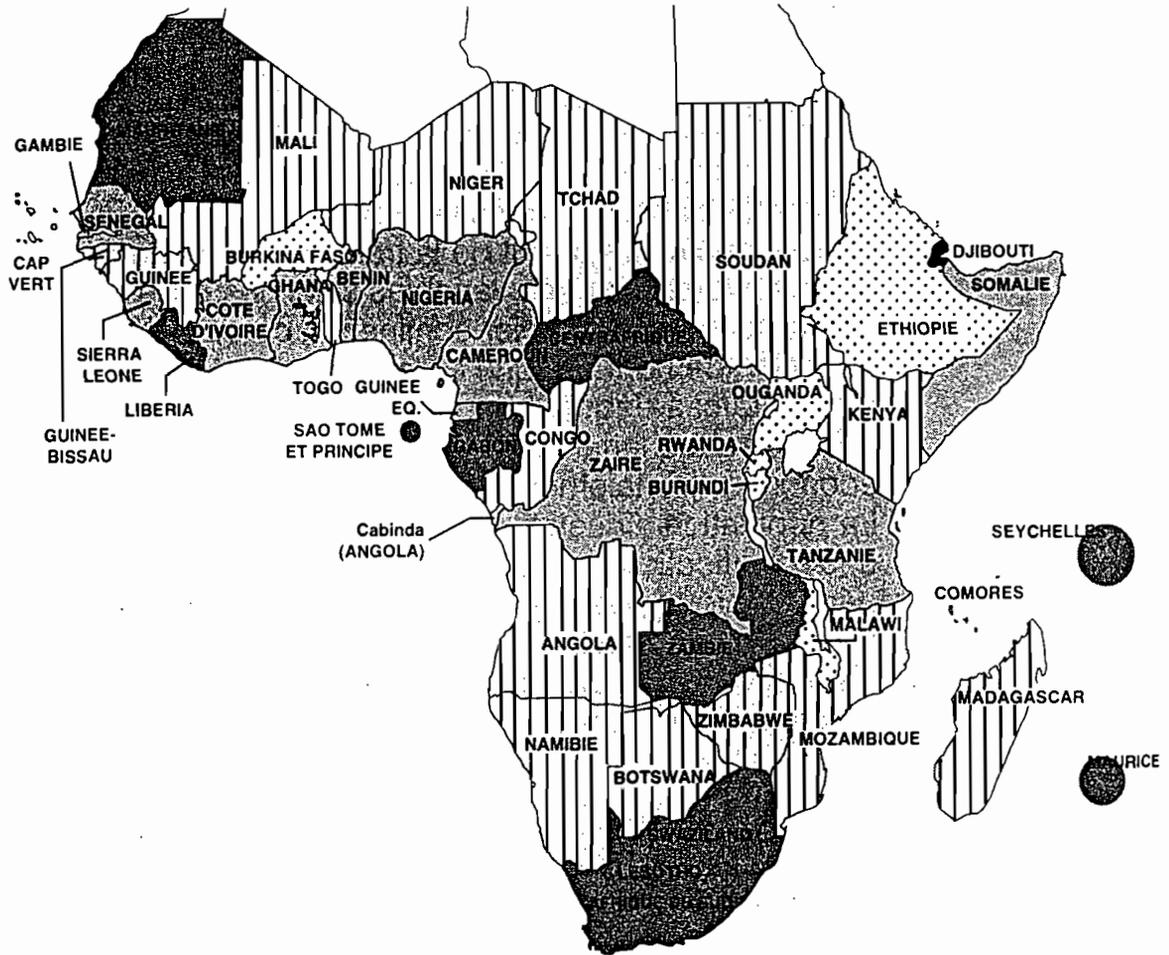
### **1. LA POUSSÉE URBAINE ET L'EXPLOSION DES GRANDES VILLES**

Alors que la population mondiale vient de vivre un basculement majeur qui a vu pour la première fois dans l'Histoire le nombre des citadins l'emporter sur celui des ruraux, l'Afrique noire demeure encore, et plus que toute autre partie du Monde, majoritairement rurale. Le taux moyen d'urbanisation des 47 pays situés au sud du Sahara était ainsi estimé à 31 % en 1990, contre 37 % pour l'ensemble des pays en développement (GUBRY, GUERIN, 1993). Si ce renversement de situation peut cependant déjà concerner certains pays comme la République d'Afrique du Sud (59 % d'urbains, mais ce pays reste un cas à part en Afrique noire), la Zambie (55 %), la Côte-d'Ivoire (47 %) ou le Congo (42 %), de nombreux États, situés pour la plupart en Afrique de l'Est ou du Sahel, paraissent encore "sous-urbanisés" (figure 1). C'est notamment le cas du Rwanda (8 % de citadins en 1990), du Burkina Faso (9 %), du Niger (19 %), du Kenya (23 %), du Togo (26 %), etc.

Ces chiffres ne doivent toutefois pas masquer qu'un phénomène d'urbanisation accélérée, plus spontané qu'organisé, est en cours dans l'ensemble de la région. Il constitue même probablement la transformation la plus spectaculaire de l'Afrique noire contemporaine (SCHWARTZ, 1992).

Le rythme moyen d'accroissement annuel de la population urbaine a été ainsi estimé à près de 7 % au cours des 20 dernières années, soit le double d'une croissance naturelle déjà jugée exceptionnelle. Quelques 15 millions de citadins en 1950, 27 millions en 1960, 52 millions en 1970, 103 millions en 1980, environ 150 millions en 1990, et peut-être 260 millions en l'an 2000 (40 % de la population) puis 730 millions en 2025!

Rythme sans précédent qui rompt avec toutes les expériences du passé. C'est ainsi qu'au plus fort de la croissance urbaine née de la révolution industrielle de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les pays européens ne connurent qu'une progression moyenne de 2,3 % par an. L'urbanisation de la société s'étant alors étalée sur plus d'un siècle, des structures



Taux d'urbanisation



Source : Nations unies, 1991.

**Figure 1. Carte des taux d'urbanisation en Afrique noire en 1990**

source : GUBRY, GUÉRIN, 1993

économiques, sociales et politiques purent se mettre en place pour accompagner la transition. Cela n'empêcha pas toutefois l'apparition d'un cortège de misère et d'urbanisme sauvage, à Londres comme à Paris, quand bien même près de 50 millions d'Européens émigraient entre 1815 et 1914 vers les terres nouvelles des Amériques, de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande ou de l'Afrique pour échapper à la pauvreté, aux famines et à l'intolérance (BAIROCH, 1983).

Dans l'Afrique noire d'aujourd'hui, rien ne semble être en mesure d'atténuer les conséquences les plus dramatiques de cette croissance accélérée qui bouleverse une société, victime, comme l'indique NOIN (1992), d'un *"phénomène de concentration urbaine où les tensions sont les plus aiguës et pour lequel aucun freinage efficace ne peut être raisonnablement envisagé pour les deux prochaines décennies, même si l'on note une tendance au ralentissement."*

L'inflation urbaine du continent s'effectue en effet sans aucun développement économique susceptible de la justifier. Elle ne se base ni sur la progression des emplois industriels, ni sur une hausse suffisante de la productivité agricole permettant le ravitaillement des populations urbaines. A l'opposé de ce qui se fit dans les pays développés, la croissance urbaine n'est pas liée ici à l'industrialisation. Elle ne constitue pas en effet le corollaire, ni le moteur du développement économique, mais la marque du "mal-développement" d'un continent marginalisé et secoué depuis les indépendances par un ensemble de crises qui touchent sa démographie, son économie, ses systèmes politiques comme son agriculture. Et comme si cela ne suffisait pas, les catastrophes naturelles, au premier rang desquelles la sécheresse, y ajoutent leurs lots de désolation.

D'autre part, s'il y a bien développement du système urbain, on assiste avant tout à l'explosion démographique des plus grandes villes sur lesquelles s'est polarisée la croissance urbaine depuis une trentaine d'années. La figure 2 permet d'illustrer cette croissance explosive à travers l'exemple de quelques grandes villes; ce sont des capitales d'État, à l'exception d'Ibadan qui est cependant la capitale de l'État fédéral d'Oyo au Nigéria (le "géant" de l'Afrique).

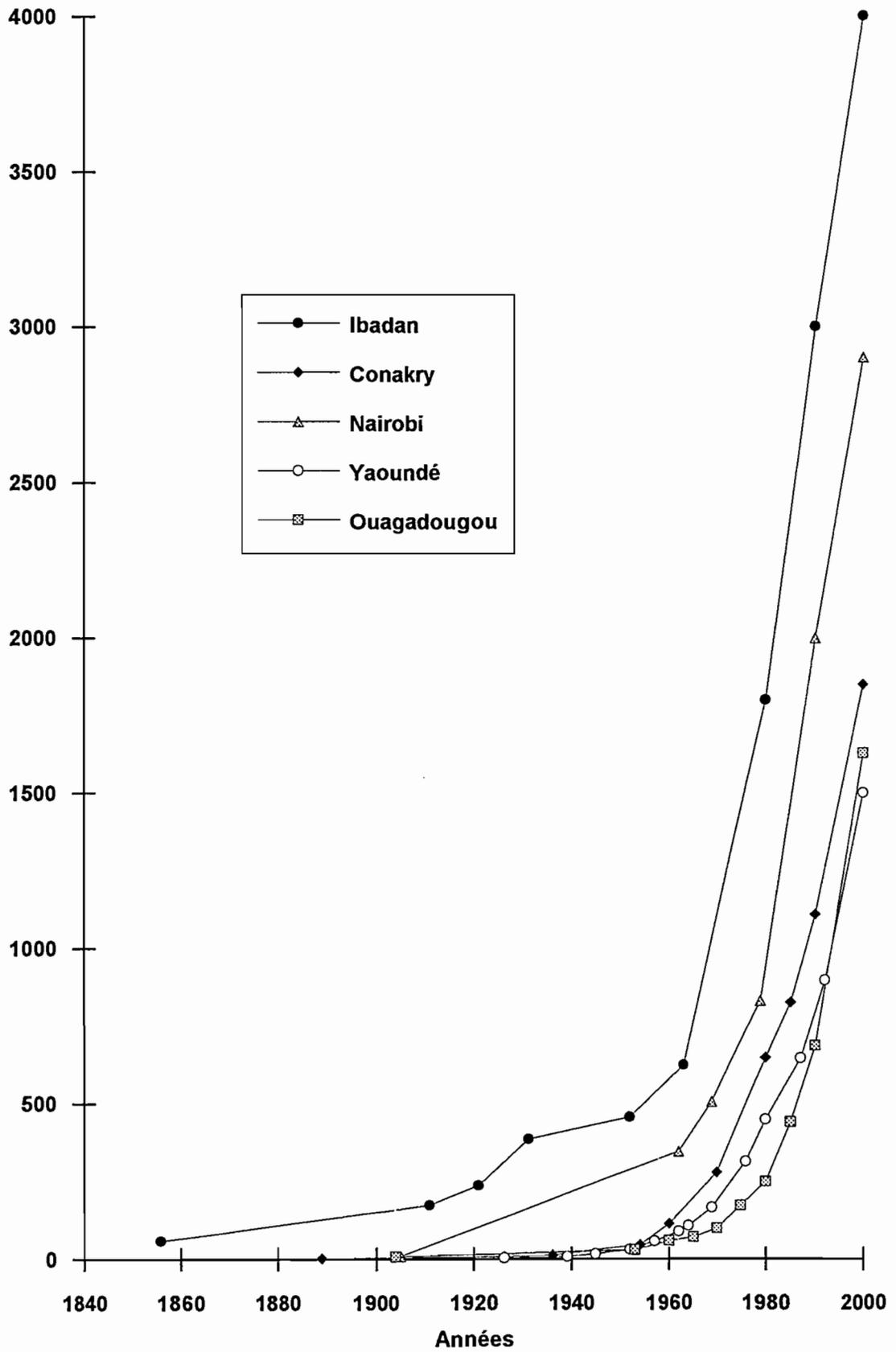


Figure 2. Courbes de croissance démographique de quelques grandes villes africaines

Cette concentration excessive de la population provoque, on s'en doute, d'importants déséquilibres spatiaux. Elle entraîne de plus ces grandes villes dans une spirale de croissance démesurée elle-même porteuse de grands risques. Ces sociétés sans véritable tradition urbaine se trouvent en effet brutalement confrontées aux problèmes des grosses villes plongées dans un contexte de crise, ce qui se traduit inévitablement par des phénomènes d'urbanisation incontrôlée, des tensions sociales, une insécurité grandissante et des explosions de violence souvent sanglantes.

## **2. UN CONTEXTE DE CRISES**

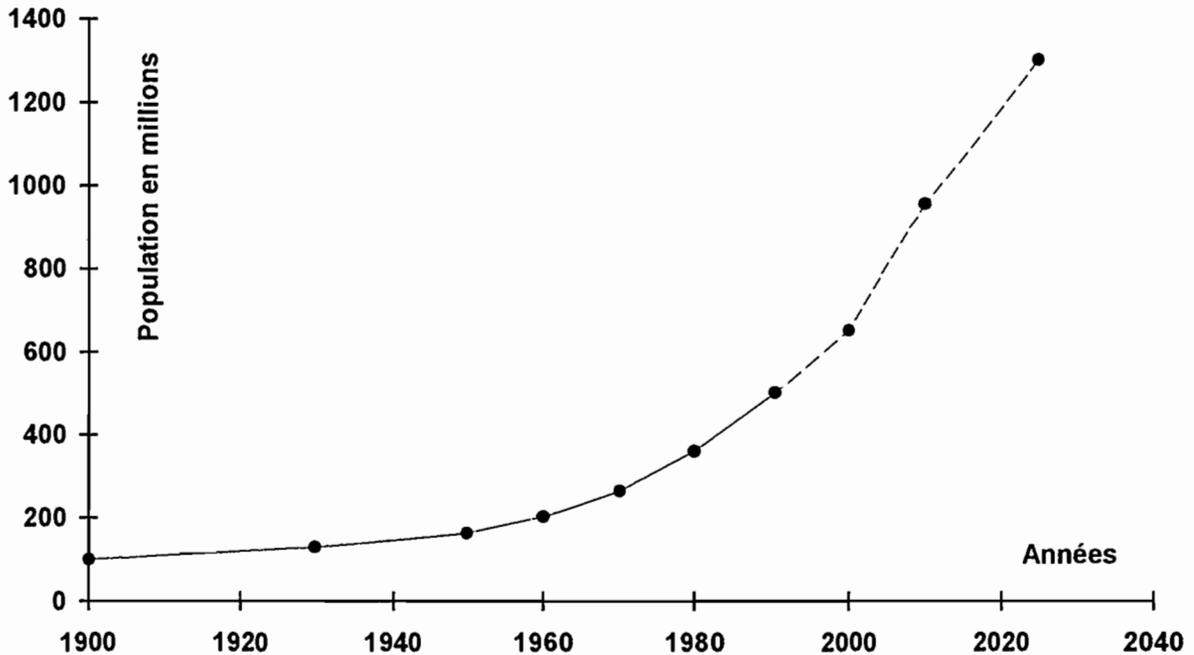
### **A - l'explosion démographique**

Le "gonflement" accéléré des populations des grandes villes d'Afrique noire trouve de plus en plus son origine dans le fait que l'ensemble de la population africaine connaît un accroissement naturel très rapide. La conjoncture démographique du continent est même souvent qualifiée d'alarmante par nombre d'observateurs. Cependant, c'est moins le niveau atteint par la population que sa dynamique de croissance et ses perspectives à venir qui inquiètent et qui constituent pour cette partie du Monde l'événement le plus marquant du siècle, et autour duquel s'articulent toutes les autres réalités.

En 1990, la population totale de l'Afrique noire était estimée à environ 500 millions de personnes. Ce chiffre, à l'exemple des autres données chiffrées dont on peut disposer sur le continent, doit être pris bien sûr avec les précautions qui s'imposent; ainsi, la population du Nigéria, généralement estimée à près de 110 millions de personnes en 1990, ne serait en fait que de 88 millions si on en croit le dernier - et très contesté par l'opposition - recensement national de 1991 (OMOLUABI, 1994).

Quoi qu'il en soit, ces 500 millions de personnes sont loin de faire de l'Afrique un continent surpeuplé. Toutefois, la croissance des trente dernières années a été particulièrement exceptionnelle et elle est appelée à se poursuivre. De fait, dans le contexte d'essor démographique fulgurant (et sans précédent) que connaît la population mondiale, c'est à

l'Afrique noire que reviennent incontestablement les records de croissance (BANQUE MONDIALE, 1989). Même si les chiffres restent plutôt indicatifs puisqu'ils varient souvent de quelques dizaines de millions d'un auteur à l'autre, la courbe de l'augmentation de la population africaine depuis le début de ce siècle est à ce titre éloquente (figure 3).



**Figure 3. Courbe de croissance de la population de l'Afrique subsaharienne au cours du XX<sup>e</sup> siècle et projections pour le premier quart du XXI<sup>e</sup> siècle**

source : HUGON; GUBRY, GUERIN. in : Villes d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 168, octobre-décembre 1993.

Impressionnant essor d'une population dont l'effectif aura été multiplié par dix en à peine plus de 100 ans! Mais l'Afrique est-elle à même de supporter le choc d'une telle poussée démographique qui ne faiblit pas, ou encore trop peu, et qui implique des bouleversements majeurs dans l'occupation de l'espace, des structures sociales et des échanges, des relations entre l'homme et son environnement ?

La très forte croissance actuelle que connaissent les populations des divers pays de l'Afrique subsaharienne résulte d'une très importante et heureuse baisse de la mortalité, notamment infantile, durant ces dernières décennies, mais une chute non compensée par une diminution équivalente de la natalité. Si un tel déphasage a été constaté dans tous les pays qui

ont déjà connu cette première phase de la "transition démographique", l'ampleur n'en a jamais été aussi élevée. En 1965, la différence des taux de natalité (4,8 %) et de mortalité (2,3 %) conduisait dans la région à un excédent naturel de 2,5 %, chiffre déjà très élevé puisque responsable d'un doublement de la population en moins de 28 ans. En 1987, un taux de natalité presque inchangé (4,7 %) et un taux de mortalité bien abaissé (1,6 %) expliquaient un taux d'accroissement exceptionnel de 3,1 %. Soit un doublement des effectifs en moins de 23 ans... A titre de comparaison, l'Amérique latine voyait ses propres taux de croissance passer de 2,9 % à 2,5 % durant la même période (BANQUE MONDIALE, 1989).

Il ne m'appartient pas de m'attarder ici sur les causes du maintien de taux de natalité aussi élevés, ni de discuter sur les décisions ou les mesures à prendre, aussi bien au niveau des individus que des gouvernements africains, pour voir ces taux redescendre à des niveaux plus raisonnables. Il n'est cependant pas inutile de rappeler que de nombreux facteurs, culturels ou économiques, concourent en Afrique noire à la persistance de taux de natalité et de fécondité (nombre d'enfants par femme) très élevés. On peut ainsi citer :

- l'attachement aux grandes familles (l'enfant reste par exemple encore souvent une source de travail et de revenus importants);
- un statut social des femmes en général très défavorable (les femmes africaines ne sont en général reconnues que par leur seul statut de mère);
- une absence presque totale de planning familial et d'utilisation des moyens contraceptifs (un facteur décisif sur la maîtrise des naissances);
- le mariage précoce des jeunes femmes et une polygamie encore assez répandue.

Ces facteurs de blocages sont lourds de conséquences et ils expliquent le maintien des taux de fécondité à un niveau très élevé (les plus élevés de la planète), la moyenne restant supérieure à 6 enfants par femme, et jusqu'à 8 encore récemment dans un pays de l'Est africain comme le Kenya. D'autre part si des signes de fléchissement sensible semblent se manifester depuis le début des années quatre-vingt, principalement dans les villes, sous l'effet de la crise économique et de l'*urbanité* (au Kenya, on est ainsi passé de 6,8 à 4,8 enfants par femme en

milieu urbain au cours de ces dix dernières années), les résultats seront longs à se faire sentir (GUBRY, GUERIN, 1993; ROBEY *et al.*, 1994).

Les données précédemment citées sont en effet peu susceptibles d'être rapidement modifiées en raison de la force d'inertie des grandes tendances démographiques et des énormes réserves de croissance inhérentes à la structure extrêmement jeune de la population africaine. N'oublions pas en effet que les moins de 15 ans représentent généralement plus de la moitié de celle-ci! Les évolutions restent très lentes du fait de l'élan démographique acquis, un grand nombre de démographes estime donc, non sans raison, que les taux de croissance de l'Afrique subsaharienne se maintiendront à un niveau élevé pendant encore plusieurs décennies (TABAH, 1983; LOCOH, 1992). La Banque mondiale (1989) estime même pour sa part : *"qu'aucune région du monde n'a jamais réussi à se développer avec un pareil taux d'accroissement démographique"*.

Le ralentissement de la dynamique démographique ne pourra provenir quoiqu'il en soit que d'une maîtrise accrue de la fécondité. Mais cette dernière exige que la mortalité infantile baisse encore davantage, que la scolarité et le statut social des femmes progressent et que soit facilité l'accès aux services du planning familial. Malheureusement, même en ville, la récession économique qui mine aujourd'hui les économies africaines semble peu propice à de telles évolutions. Dès lors, à brève échéance et quoique cette réduction soit à terme une nécessité absolue, peu d'actions paraissent envisageables sur la variable démographique comme l'explique SCHWARTZ (1992) : *"Une certitude : la population africaine du fait de son extrême jeunesse, continuera de croître à un rythme rapide (le double du rythme mondial) jusqu'en 2025 ; elle se situera alors aux alentours de 1,5 milliard d'habitants... Aussi élevé qu'apparaisse ce chiffre au planificateur, il n'est discutable et susceptible d'être influencé par les politiques qui se mettent en place que de façon marginale. Seule une catastrophe majeure (épidémie généralisée, embrasement militaire du continent), aux conséquences négatives sans commune mesure avec l'illusoire détente démographique qu'elle engendrerait, serait susceptible d'entraîner une révision à la baisse."*

## **B - la crise économique et politique**

Ainsi que nous venons d'y faire allusion, le contexte économique dans lequel s'effectue ce "dérapage" humain du continent est de plus particulièrement défavorable, les causes étant à rechercher aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du continent.

Sur le plan économique, l'Afrique subsaharienne stagne ou régresse. Il est ainsi établi que sa part des exportations dans l'ensemble du commerce mondial a baissé de près de 50 % depuis 1970, passant de 2,4 % en 1970 (ce qui était déjà fort peu) à 1,3 % en 1987. A cette date, avec un produit intérieur brut (PIB) total d'environ 150 milliards de dollars, les quelques 451 millions d'habitants de l'Afrique noire pesaient à peine le poids économique des 10 millions de Belges... Les emplois sont aujourd'hui trois fois et demi moins nombreux sur le continent que dans la seule république de Corée (HUGON, 1993)!

De fait, trente ans après le début des indépendances, l'Afrique n'est toujours pas parvenue à faire progresser sa productivité ni à enclencher un processus d'accumulation. Interdite de production de biens manufacturés durant la colonisation, laissée sans véritables bases économiques lors de la décolonisation, elle vit encore essentiellement d'une économie de rente que celle-ci soit d'origine minière, agricole ou pétrolière (93 % des recettes d'exportation en 1970, 88 % en 1985). Mais ces revenus sont aujourd'hui terriblement tributaires d'un marché des matières premières devenu très incertain et dans lequel la compétition internationale est permanente et sans pitié, l'entrée en scène des pays de l'ex Union Soviétique sur ces marchés n'ayant fait qu'aggraver davantage la situation. Aussi, après la très profitable flambée des cours des années soixante-dix, le développement d'une crise économique mondiale et l'effondrement des cours des matières premières qui en a découlé ont eu en Afrique de graves conséquences dès le début des années quatre-vingt.

Pour l'ensemble des pays africains qui vivaient trop souvent largement au dessus de leurs moyens, la chute du prix du baril de pétrole, l'effondrement des prix des minerais, la crise du cacao, du café, ... ont aggravé une situation économique déjà fragile. L'accroissement démographique, les erreurs flagrantes dans la gestion des économies, (combien "d'éléphants

blancs" sur le continent ?), ou bien encore le détournement des ressources au profit de quelques uns, (la corruption, le népotisme et le tribalisme constituent dans une Afrique très étatique de véritables plaies), ayant rapidement absorbé une grande partie des bénéfices dégagés pendant la période "faste" des années soixante-dix, les économies africaines ont plongé dans une crise financière profonde. Elle a conduit à des endettements excessifs, insupportable fardeau pour de nombreux États : environ 10 milliards de dollars de dette totale pour l'Afrique noire en 1972, 68,9 milliards en 1982, 175 milliards en 1991 soit environ 3,5 fois la valeur des recettes d'exportation... (CHATEL, 1992). Le rapport endettement / PIB de l'Afrique est aujourd'hui le plus élevé de toutes les régions du Monde. Devant une telle aggravation, la plupart des États ont été contraints ces dernières années à de sévères politiques d'ajustement structurel. Imposées par la communauté internationale et ses grandes organisations (pays créditeurs, Banque mondiale, FMI, etc.), elles sont sensées assurer le redressement économique du continent.

Atonie des marchés des matières premières; compétition accrue dans tous les domaines économiques; désindustrialisation (le secteur industriel africain est en faillite ou, au mieux, en survie artificielle); absence de diversification et d'intégrations régionales des économies; poids écrasant de la dette; rigueurs budgétaires; dévaluation de 50 % du franc CFA dans la zone Franc depuis janvier 1994 (même si à terme cette dévaluation peut relancer l'économie de la région); flambée de l'inflation et des prix des produits de consommation courante; ...; autant de facteurs dont les conséquences se révèlent généralement dramatiques pour les populations locales.

Ainsi, si l'on avait pu observer au lendemain des indépendances une nette amélioration des différents indicateurs sociaux comme la progression de l'espérance de vie, de l'éducation, des conditions sanitaires, on assiste malheureusement aujourd'hui à une tragique dégradation de ces mêmes indicateurs. Le taux de scolarisation comme les niveaux sanitaire et nutritionnel sont en baisse, le chômage déclaré est quant à lui en constante augmentation. Et la situation semble devoir continuer à se détériorer car si durant la dernière décennie la baisse des revenus des États s'est déjà soldée pour "l'Africain moyen" (s'il existe) par une chute de 25 % de ses revenus - le nombre des pays africains catalogués parmi les moins avancés passant de 17 à 28 -

on estime aujourd'hui que le nombre de pauvres connaîtra une forte augmentation dans les années à venir : de 16 % en 1990 à 30 % de la population en l'an 2000 (BANQUE MONDIALE, 1989; ALIBERT, 1994; ALIBERT, 1994 <sup>2</sup>). Les perspectives économiques et sociales de l'Afrique subsaharienne sont donc bien sombres pour la décennie qui vient ainsi que l'indique encore ALIBERT (1994) : *"En bref, le continent resterait à la traîne et devrait exclure toute amélioration de la moyenne du niveau de vie pour la quatrième année consécutive. L'écart se tend avec les autres pays en développement."*

Dans un tel contexte le maintien au pouvoir, par des moyens parfois plus que douteux quand ils ne sont pas sanglants, de gouvernements civils ou militaires trop fréquemment corrompus, partisans et autoritaires ne peut qu'aviver une instabilité politique chronique. Les crises politiques de ces dernières années ou de ces derniers mois au Togo, au Zaïre, au Cameroun, en République Centrafricaine, ou bien encore les luttes meurtrières pour le pouvoir que l'on a vu se développer au Libéria, en Angola, au Mozambique, en Somalie illustrent malheureusement trop bien cet état de fait. Dans de nombreux pays, on note avec inquiétude un réveil des tensions sociales, des antagonismes ethniques, un important retour des troubles qui débouchent trop souvent sur des conflits armés, des guerres civiles parfois atroces. Ainsi, les conflits civils ont-ils détruits le capital physique et les infrastructures de près de huit pays. La guerre civile qui avait déjà ensanglanté le Rwanda de 1990 à 1993 a de fait montré (une nouvelle fois) en 1994, que la folie des uns et la lâcheté des autres peuvent conduire à des horreurs : peut-être plus de 500 000 morts (essentiellement parmi la minorité tutsi qui a été victime de massacres systématiques), et deux à trois millions de personnes réfugiés ou déplacées, victimes à leur tour de la faim, de la soif, du choléra, de la dysenterie et de la peur. Et ce, sur une population totale estimée à 7 à 8 millions d'habitants... Mais, malheureusement, pour ces pays martyrs, l'Afrique ne constitue plus un enjeu stratégique depuis la chute du mur de Berlin et la disparition des tensions Est-Ouest. De fait, la communauté internationale et les bailleurs de fonds publics ou privés paraissent désespérer de l'avenir du continent, et las de le maintenir à bout de bras. Les coopérations s'amenuisent et les investissements se réduisent.

Cela exacerbe un peu plus les effets d'une crise qui alimente la ville de tous ses "*nouveaux pauvres*" (O'QUIN, 1992).

## **C - l'exode rural**

En Afrique comme ailleurs, l'immigration d'origine rurale fut longtemps le principal agent de la croissance urbaine. Si la très forte dynamique naturelle des jeunes populations citadines tend aujourd'hui à en prendre le relais, il n'en demeure pas moins que l'exode rural se maintient en Afrique à un niveau très élevé. La masse des populations des campagnes constituant un réservoir humain toujours très important, elle contribue pour une bonne part au rythme accéléré de l'urbanisation.

Les facteurs alimentant les filières migratoires vers les villes, à l'intérieur ou hors des frontières, à l'exemple des Burkinabès vers Abidjan, la capitale ivoirienne, sont multiples. Ils traduisent tous cependant la dégradation rapide des conditions de vie et de travail dans les campagnes et l'existence de réels écarts de niveau de vie au profit de la ville, la paupérisation du monde rural étant un fait patent. Il paraît toutefois aujourd'hui très difficile, sinon impossible, d'améliorer à court ou moyen terme la situation économique ou sociale de la majorité des paysans (VENNETIER, 1982; LACOSTE, 1983; POLESE, 1992).

### ***a - des raisons démographiques***

Ainsi, et malgré l'importance de l'exode rural, la puissance de l'essor démographique se fait également fortement ressentir dans le monde des campagnes où des phénomènes de densification se produisent dans la plupart des vieilles terres de cultures et d'élevage. Au Burundi, au Rwanda - où les densités de population sont les plus élevées d'Afrique - les densités rurales qui sont atteintes sont considérables : 207 habitants/km<sup>2</sup> au Burundi en 1990, contre 124 en 1970; 275 habitants/km<sup>2</sup> (jusqu'à plus de 800 hab/km<sup>2</sup> dans certaines zones) au Rwanda, contre 140 en 1970. Dans ces pays aux réserves foncières pratiquement épuisées, la diminution constante de la taille moyenne des exploitations agricoles a désormais atteint la limite du supportable et acculé les paysans à la pauvreté (et peut-être également aux débordements de

violence). Ainsi, au Rwanda où la population a doublé en moins de 20 ans, la superficie moyenne d'une exploitation était tombée à 0,8 ha, 25 % des familles devant même survivre sur moins de 0,4 ha. Sans atteindre de telles extrémités, ces problèmes de ressources en terres cultivables se retrouvent également au Cameroun (en "Pays Bamiléké" par exemple), au Burkina Faso (sur le Plateau mossi), au Sénégal (chez les Serer), ou bien encore dans l'est du Nigéria. Au Kenya, autre exemple, le principe de subdivision des terres entre les enfants a également conduit très rapidement à la constitution de parcelles trop petites pour qu'une famille vivant seulement d'agriculture puisse pouvoir subvenir à ses besoins (KAHIMBAARA, 1986).

A l'opposé, il est à noter que de nombreuses autres régions agricoles du Zaïre, du Congo et des autres grandes régions forestières restent nettement sous-peuplées. Certaines d'entre-elles pourraient d'ailleurs faire vivre des populations plus nombreuses. L'accroissement démographique y est cependant là aussi si rapide que la population a beaucoup de mal à échapper à la misère.

### *b - des raisons écologiques*

D'autre part, dans de nombreuses régions, les surcharges démographiques s'exercent sur un milieu naturel bien souvent fragile et peu protégé. Elles remettent alors en cause le précaire équilibre établi entre les populations et leurs terroirs qui se retrouvent progressivement saturés et dégradés. La densification en hommes mais aussi en bêtes, la mise en culture de terres de plus en plus marginales (cas des fortes pentes, comme au Rwanda), la modification des pratiques culturales liée à la pénurie de terres agricoles ou à la recherche de revenus supplémentaires (la diminution ou la disparition de la jachère ne permettent plus la reconstitution des sols) ont, et auront à long terme, des conséquences généralement désastreuses. Même si elles ne sont peut-être pas toujours aussi catastrophiques que certaines déclarations le laissent à penser, elles aboutissent dans bien des endroits à la stérilisation des sols, à la progression de l'érosion et à la "désertification" (BRABANT, 1992; SOUSSANA, 1994).

Cette dégradation anthropique de l'environnement provoquée par la mauvaise gestion ou la surexploitation des sols, par le surpâturage ou la déforestation s'effectue en effet dans une conjoncture climatique très difficile pour plusieurs parties du continent soumises à des épisodes

de sécheresse plus ou moins récurrents (BANQUE MONDIALE, 1989; SIRCOULON, 1992). Par ses images de désolation, la sévère sécheresse qui affecte durement l'ensemble de la zone sahélienne depuis 1972 (paroxysme en 1973 et 1984-85) a frappé les imaginations. Mais les événements survenus ces dernières années en Somalie, en Éthiopie ou encore au Mozambique montrent que l'Afrique de l'Est et l'Afrique Australe peuvent être aussi gravement menacées. Au milieu des années 1980, près de trois millions de personnes sont mortes en Afrique des suites de la sécheresse. Pour 1994, de sérieuses menaces de famine pèsent encore, selon la FAO, sur l'Érythrée, l'Éthiopie, le Kenya, la Somalie, le Soudan, la Tanzanie, l'Ouganda. En Angola, au Mozambique, au Malawi, en Zambie, au Zimbabwe, la situation se dégrade également de façon quelque peu inquiétante (Marchés Tropicaux, 1994).

### *c - des motifs économiques*

Les choix économiques et politiques des États africains sont également largement responsables de la désaffectation à l'égard des campagnes. De fait, si les gouvernants ont très longtemps (et beaucoup trop) favorisé le secteur urbain, au travers notamment de l'industrie supposée seule capable de garantir l'indépendance et d'assurer le décollage économique, ils n'ont pas su en contrepartie promouvoir de véritable politique de développement rural.

Dans la très grande majorité des cas, seules les cultures de plantation (café, cacao, arachide, coton) ont été encouragées pendant de longues années. Les agriculteurs qui se lançaient dans de ce créneau bénéficiaient de prix d'achat garantis, de subvention des principaux intrants, d'un encadrement et d'une formation, de crédits bonifiés, etc. Un temps (durant le boom des années 1970), le succès - et les bénéfices de quelques uns - furent énormes comme le laissent suggérer ces quelques chiffres (SANMARCO, 1992) :

- cacao (Côte-d'Ivoire) : 85 000 tonnes dans les années 50, 200 000 tonnes en 1964, 820/850 000 tonnes en 1988-89;
- coton (Mali, Burkina, Niger, Sénégal, Togo, Côte-d'Ivoire) : 26 000 tonnes en 1961-62, 870 000 tonnes en 1990-91.

Malheureusement, une grande partie de la paysannerie africaine qui s'était tournée vers ce secteur se retrouve aujourd'hui touchée de plein fouet par la grave crise que connaissent l'ensemble de ces cultures spéculatives. Les petits producteurs sont en effet victimes d'une combinaison de facteurs qui les ont ruinés ou ont grandement fait chuter leur pouvoir d'achat ces dernières années :

- effondrement et instabilité des cours mondiaux de ces cultures de rente dont les cotations ne parviennent plus à couvrir, ou à peine, les coûts de production. Le cours mondial du café robusta a été ainsi divisé par deux depuis 1989 alors que les cours du coton ont baissé de 30 % en 2 ans;
- désengagement de l'État, ce qui a entraîné une baisse ou la suppression des garanties et des subventions. La politique de "vérité des prix" qui accompagne les programmes d'ajustements structurels alourdit encore davantage le poids des charges financières et des prélèvements fiscaux;
- surproduction et concurrence redoutable des producteurs étrangers et des grands complexes agro-industriels nationaux largement subventionnés. Ces derniers, qui disposent de moyens financiers autrement plus importants, se retrouvent malgré tout à leur tour au bord du gouffre (CROUSSE *et al.*, 1986).

Dans le même temps les campagnes "traditionnelles", éternelles laissées pour compte, voyaient les prix des produits vivriers maintenus au plus bas pour assurer au moindre coût l'entretien "minimum" des populations urbaines toujours plus nombreuses et potentiellement explosives (SANMARCO, 1992). L'absence de promotion des cultures vivrières fut de fait ici presque totale car elles ne connurent ni "révolution verte", ni intrants subventionnés, ni prix garantis justes et stables. Les techniques de la majorité des producteurs sont donc demeurées celles d'une agriculture de subsistance pré-moderne. L'archaïsme des techniques culturales, à laquelle se conjuguent fréquemment les aléas climatiques, la densification et la dégradation des terroirs limitent alors gravement l'intensification des productions vivrières. Dans bien des cas, les petits paysans ne parviennent à dégager que de faibles surplus commercialisables. Ils se voient dès lors incapables d'augmenter leurs revenus monétaires, et par là même leur niveau de

vie qui a même, dans bien des régions, tendance à se dégrader. La paupérisation des campagnes constitue indéniablement un puissant facteur d'exode rural.

Mais cette absence d'intensification de la production vivrière se retourne aujourd'hui contre l'ensemble de la société africaine. La stagnation de l'accroissement de la production agricole aux alentours de 2 % par an ne permet pas en effet d'assurer l'autosuffisance alimentaire du continent qui connaît, rappelons-le, une expansion démographique de 3,1 % par an (BANQUE MONDIALE, 1989). Pour assurer l'approvisionnement quotidien des villes, les États doivent recourir alors à l'importation de plus en plus massive de produits agricoles étrangers, principalement des céréales comme le blé et le riz. L'essentiel des 80 000 tonnes de riz consommé à Conakry est ainsi importé de Chine, du Vietnam, d'Australie ou des USA, le riz local étant le plus cher et le plus dur à préparer... Longtemps fortement subventionnés par les pays exportateurs, quand il ne s'agit pas de dons gratuits, ces importations concurrencent toujours davantage les productions locales comme le manioc, le sorgho ou le mil. L'élevage, une des seules richesses du Sahel, est par exemple lui même victime des politiques de "dumping" menées en Afrique de l'Ouest par l'Union Européenne (et elle n'est pas la seule). En totale incohérence avec les politiques de développement affichées, la CEE permet en effet qu'un kilo de boeuf importé de la Communauté soit vendu à Abidjan deux fois moins cher qu'une viande du Sahel (DEVEY, 1994)... En encourageant de surcroît de nouveaux modèles de consommation alimentaire "importés", cette situation ne peut qu'aggraver un peu plus la situation déjà tendue du monde des campagnes.

L'Afrique noire est ainsi plongée dans le terrible paradoxe de voir les villes nourrir ses propres campagnes par le truchement des importations et de l'aide alimentaire internationale. Mais que faire tant que les dirigeants trouveront davantage d'intérêts à importer du blé et du riz (les "prélèvements" sur ces importations constituent une source de recettes importante) que de promouvoir des politiques d'intensification et de diversification des agricultures locales ?

#### *d - des causes sociologiques*

Les facteurs psychologiques jouent également un rôle très important dans l'explication du maintien de l'exode rural à un niveau élevé.

Il y a hélas trop fréquemment les troubles politiques et/ou ethniques qui éclatent dans de nombreuses régions. Les exactions et les pillages qui sont le lot commun des guerres civiles ou des conflits entre États sèment en effet l'insécurité, le désordre et la mort dans certaines campagnes. L'aggravation des conditions de vie conduit ainsi de nombreux villageois désemparés de Somalie, d'Éthiopie, du Soudan, du Togo, du Zaïre, de l'Angola, du Burundi, etc., à venir grossir le flot de ceux qui partent vers la grande ville qui demeure souvent le dernier lieu jouissant d'une certaine sécurité, d'un minimum de ravitaillement et de services.

Toutefois, l'attrait, au moins subjectif, de la ville "civilisée" représente un des principaux motifs de départ. L'image de la grande ville contraste en effet avec celle des campagnes, de la "brousse" de plus en plus perçue comme un espace périphérique pauvre, marginalisé et enclavé. Les insuffisances des infrastructures en milieu rural : routes carrossables, électricité, sont de fait flagrantes, tout autant que celles des services sociaux de base tels que les écoles, les dispensaires ou les hôpitaux.

Il survit de surcroît dans ces campagnes un pouvoir résiduel très contraignant, celui des "anciens", que les jeunes générations ne semblent plus vouloir accepter. Dans le même temps, la monétarisation des échanges, l'effacement accéléré des droits collectifs au profit de l'appropriation individuelle des terres (pratique en constante progression) ont provoqué une profonde rupture dans les rapports sociaux. L'effritement ou l'éclatement des structures traditionnelles familiales et tribales, l'augmentation des conflits fonciers, la spéculation et/ou l'appropriation progressive quoique illégale des meilleures terres : périmètres irrigués, secteurs vivriers péri-urbains, ..., par quelques riches et puissants citadins ou notables locaux poussent ainsi de nombreux jeunes au départ (MATHIEU, 1991). Si cet exode rural est presque incontournable dans les régions agricoles les plus densément peuplées, ses conséquences peuvent cependant s'avérer désastreuses quand les jeunes, qui constituent le groupe social le plus actif, partent en grand nombre pour la ville.

Causes démographiques, économiques, sociologiques, écologiques; face à la situation parfois chaotique dans laquelle se trouvent plongées bon nombre de campagnes de l'Afrique

noire, on comprend mieux que la ville puisse paraître porteuse d'espoir, qu'elle puisse constituer un refuge pour beaucoup de ruraux.

Le fossé ville-campagne est (ou plutôt était) ainsi devenu si profond que la vie dans un bidonville déshérité de la capitale a pu longtemps apparaître préférable à celle vécue au village. De fait, jusqu'à la crise de ces dernières années, et même si les opportunités ou les espoirs sont parfois minimes, le fait de vivre dans la capitale offre une chance de changer de statut, de mode de vie, de réaliser ses ambitions. Il permet d'accéder dans de meilleures conditions à un travail rémunéré, à une nourriture plus variée, à de meilleurs soins, ou à cette scolarisation qui peut ouvrir la porte de l'emploi et de la promotion sociale (ANTOINE, BA, 1993; DEBLE, 1993). Puissantes motivations pour un monde rural en crise!

Cependant, et c'est probablement une des caractéristiques remarquables de l'urbanisation africaine, il est important de noter que l'exode rural ne constitue pas un total déracinement pour la majorité des individus. En effet, on ne peut pas véritablement opposer en Afrique noire, population rurale et population urbaine, de très actifs réseaux de parenté, d'entraide et de solidarité continuant d'associer villes et villages. Ils facilitent l'intégration des nouveaux migrants mais permettent également de redistribuer les "ressources" et d'absorber les effets de la crise actuelle qui se fait ressentir aussi bien en ville qu'à la campagne.

Si pour le néocitadin, le maintien de relations avec le milieu rural constitue une importante source d'appui et de sécurité, pour la famille restée au village, avoir un pied en ville constitue l'assurance de pouvoir bénéficier de revenus complémentaires et diversifiés donnant les moyens de réduire la dépendance à l'égard de l'agriculture. La Banque mondiale (1989) estime ainsi que les "ex-ruraux" du Kenya envoient en moyenne 21 % de leurs revenus au village. Cela peut parfois permettre d'y expérimenter de nouvelles cultures commerciales (riz irrigué de bas-fond, banane, ananas, etc.) ou évite d'avoir à recourir à des endettement excessifs. Les crédits ou l'usure sont en effet chers et les difficultés de remboursement entraînent souvent l'abandon des terres.

Les mobilités sont donc fortes, surtout en ce qui concerne les populations citadines les moins intégrées qui ne disposent que des revenus les plus faibles (ou les plus intermittents) et

donc des conditions de vie les plus précaires. Le va et vient est donc souvent continu entre ville et campagne, notamment lors des fêtes, des congés ou lors de période de troubles en ville. Mais ces "aller-retours" sont de toutes durées. Les déplacements quotidiens restent cependant rares car limités par les carences des infrastructures routières et le coût des transports. Beaucoup se contentent de ce fait d'un retour saisonnier au village pour aider à la récolte, ou d'un retour tous les 2-3 ans, le temps d'amasser un pécule suffisant permettant de subsister au village (exemple des Burkinabès migrant vers Abidjan - ANTOINE *et al.*, 1987). Cette mobilité n'est d'ailleurs pas sans expliquer les difficultés à assurer un recensement exhaustif de certaines populations urbaines...

Enfin, cette distinction entre population urbaine et population rurale est d'autant plus à nuancer aujourd'hui que l'on assiste de plus en plus à la "ruralisation" d'un grand nombre de grandes villes africaines. Face à la baisse du nombre des emplois due à la crise, et en réponse à la diminution des revenus, beaucoup de citoyens se sont ainsi lancés dans une agriculture intra-urbaine ou péri-urbaine intensive. Tous les espaces urbains encore disponibles (bas-fonds, friches urbaines, bords de route, ...) sont de fait souvent mis en culture en complément des périmètres maraîchers que l'on rencontre très fréquemment à la périphérie des villes. Ces petits producteurs urbains tentent d'assurer ainsi une partie de leur "auto-provisionnement" ou mieux, de dégager quelques ressources par la vente de leur production (igname, manioc, mil, légumes) sur le marché urbain. A Nairobi, Lusaka ou Dar el Salaam par exemple, plus de la moitié des ménages à faibles revenus trouve dans cette activité le complément alimentaire ou financier indispensable à leur survie en ville. Malheureusement, ces polycultures vivrières marchandes (souvent d'utilité publique) sont de plus en plus menacées par l'expansion et la densification constante de l'urbanisation (VENNETIER, 1982; POURTIER, 1992).

### **3. L'ESSOR FULGURANT DES GRANDES MÉTROPOLES**

Persistance d'un fort exode rural en direction des villes, concentration dans ces mêmes villes d'une masse de population caractérisée par sa jeunesse (45 % des citoyens d'Afrique noire ont moins de 15 ans, 65 % moins de 25 ans) et sa "vitalité démographique", ainsi peuvent

s'expliquer les rythmes de croissance phénoménaux - souvent voisins ou supérieurs à 7 % par an - que connaissent les populations urbaines de l'Afrique contemporaine (COQUERY-VIDROVITCH, 1992).

Cette croissance accélérée qui conduit les populations urbaines à doubler en à peine une décennie ne concerne pas cependant d'un même poids l'ensemble des villes des réseaux urbains africains. Dans presque tout les États, l'explosion urbaine ne s'est faite longtemps et essentiellement sentir que dans une ou deux grandes villes, capitale(s) politique et/ou économique accaparant pouvoirs et activités. L'origine de cette situation de monopole est à rechercher dans l'histoire urbaine de l'Afrique noire.

## **A - les métropoles : des origines le plus souvent coloniales**

Dans leur ensemble, les grandes villes actuelles d'Afrique noire ne sont pas de vieilles cités et les recherches historiques ne permettent pas d'identifier de véritable tradition urbaine ancienne au sud de la "barrière" naturelle que constitue le Sahara. Ainsi isolée culturellement du reste du monde durant de longs siècles et demeurée à un stade agricole primitif, quand il ne s'agissait pas simplement de chasse et de cueillette, ne permettant pas de dégager les surplus agricoles nécessaires pour nourrir des non-producteurs, une grande partie du continent ignora très longtemps le fait urbain. Dès lors, sur cette terre que les premiers navigateurs portugais, puis hollandais, français ou anglais cherchèrent d'abord à contourner durant le XV<sup>e</sup> siècle pour ouvrir une route nouvelle vers la richesse des Indes, l'essor des villes ne commencera véritablement qu'à la suite de la pénétration européenne (PARROY, 1979; ADE A JAYI, CROWDER, 1988; SINOU *et al.*, 1989; COQUERY-VIDROVITCH, 1993).

### ***a - quelques vieilles cités***

Toutefois, avant même l'implantation des Européens, quelques puissants États sont nés en Afrique noire, s'y sont épanouis et souvent combattus (notamment au travers des Djihad musulmanes), certains tombant dans l'oubli bien avant la colonisation. Ils ont été néanmoins à l'origine de cités prospères tirant bénéfice de l'existence de structures politiques stables et de la

mise en place de courants commerciaux très actifs. Seules trois grandes régions semblent avoir cependant connu ce phénomène urbain. Il s'agit de la zone soudanaise, d'une partie de l'Afrique de l'ouest forestière et du littoral est-africain (figure 4).

Dans la bande soudanaise, entre désert et forêt, l'ouest sahélien fortement islamisé à partir du XI<sup>e</sup> siècle a vu s'épanouir plusieurs grands royaumes successifs au cours du Moyen-Âge. L'Empire du Ghana, "le pays de l'or", que les Arabes décrivent déjà à la fin du VIII<sup>e</sup> siècle, est le plus ancien d'entre-eux. A son apogée au XI<sup>e</sup> siècle, il s'étend sur une partie de la Mauritanie, du Sénégal, le Mali Occidental et la Haute Guinée actuels. L'Empire du Mali lui succède vers 1200 et les territoires qui passent sous son autorité connaissent une extension notable. Au XIV<sup>e</sup> siècle, au faite de la splendeur du Mali qui s'étend alors des côtes du Sénégal au Nigéria, le plus grand de ses empereurs fera, en 1324, un pèlerinage à la Mecque plus que remarqué. Au Caire, le dinar sera déprécié pendant près de 12 ans du fait des largesses de l'Empereur en or soudanais!

Dans les années 1400, le déclin du Mali signe l'essor de l'Empire songhaï, formé plus à l'est, mais qui s'agrandit lentement au dépend du Mali. Il disparaîtra toutefois à son tour à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle soumis par les Marocains. Plus à l'est, ce sont les Cités-États des Haoussa du nord qui connaissent un grand éclat à partir du XIV<sup>e</sup> siècle (DESCHAMPS, 1985).

Ces royaumes centralisés tirent leur puissance et leur richesse des échanges commerciaux qui se sont progressivement tissés, par pistes caravanières transsahariennes, entre le monde noir et l'Afrique du Nord. L'or du Soudan, l'ivoire, les esclaves, les céréales s'échangent contre le sel (si précieux pour les régions de l'intérieur), les métaux, la verroterie, les étoffes... En bordure du Sahara, les "ports du déserts" constituent dès lors d'importants centres politiques, religieux, culturels et marchands (BREGEON, 1979; PENOT, 1980). Ces villes : Djenné, Gao, Bamako, la légendaire Tombouctou (musulmane dès sa fondation en 1100 et grand centre de lettrés) ou encore Ségou, ont pu alors compter plusieurs dizaines de milliers d'habitants. La cité haoussa de Kano aurait eu ainsi près de 40 000 habitants au début du XIX<sup>e</sup> siècle.

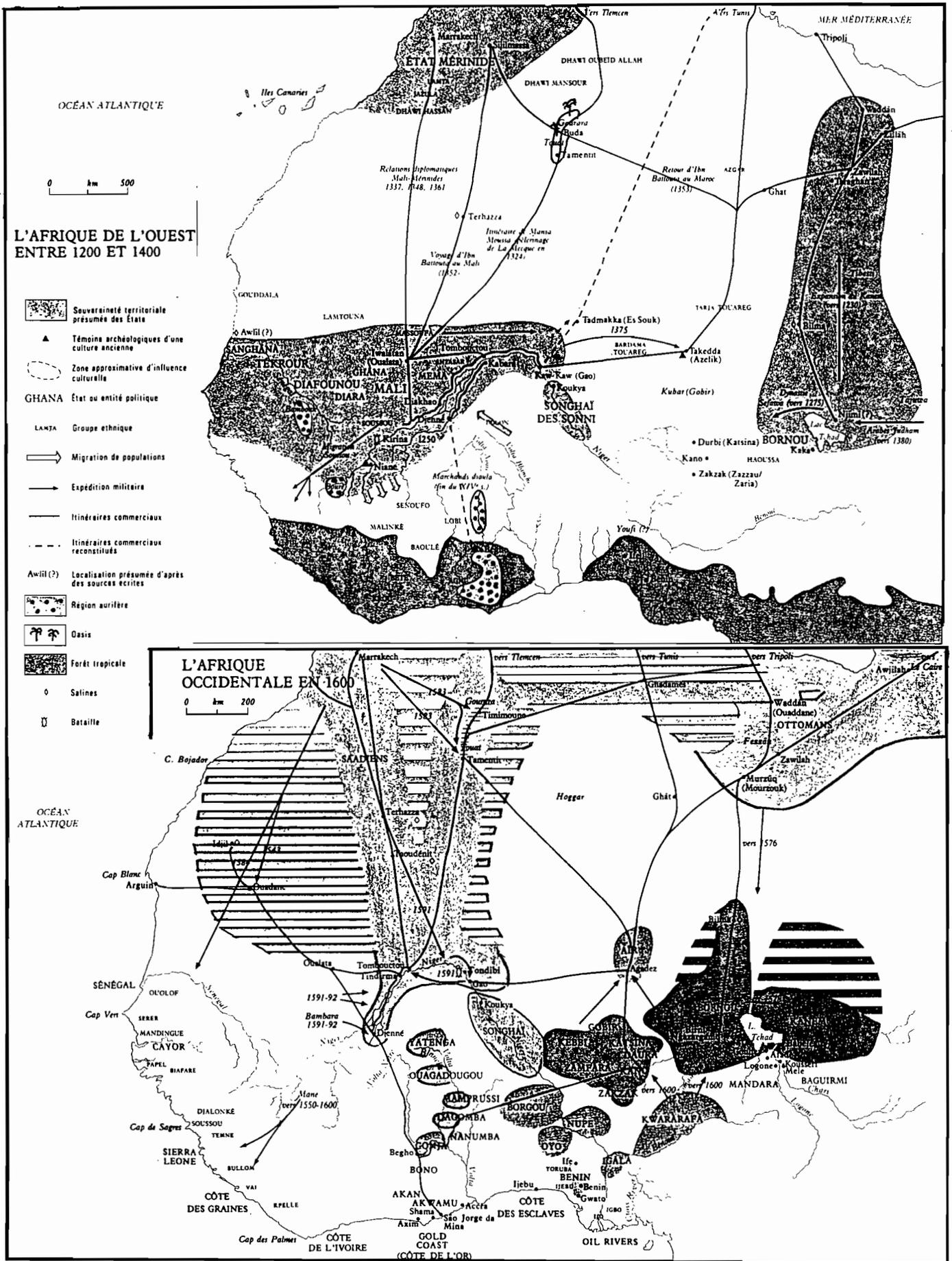
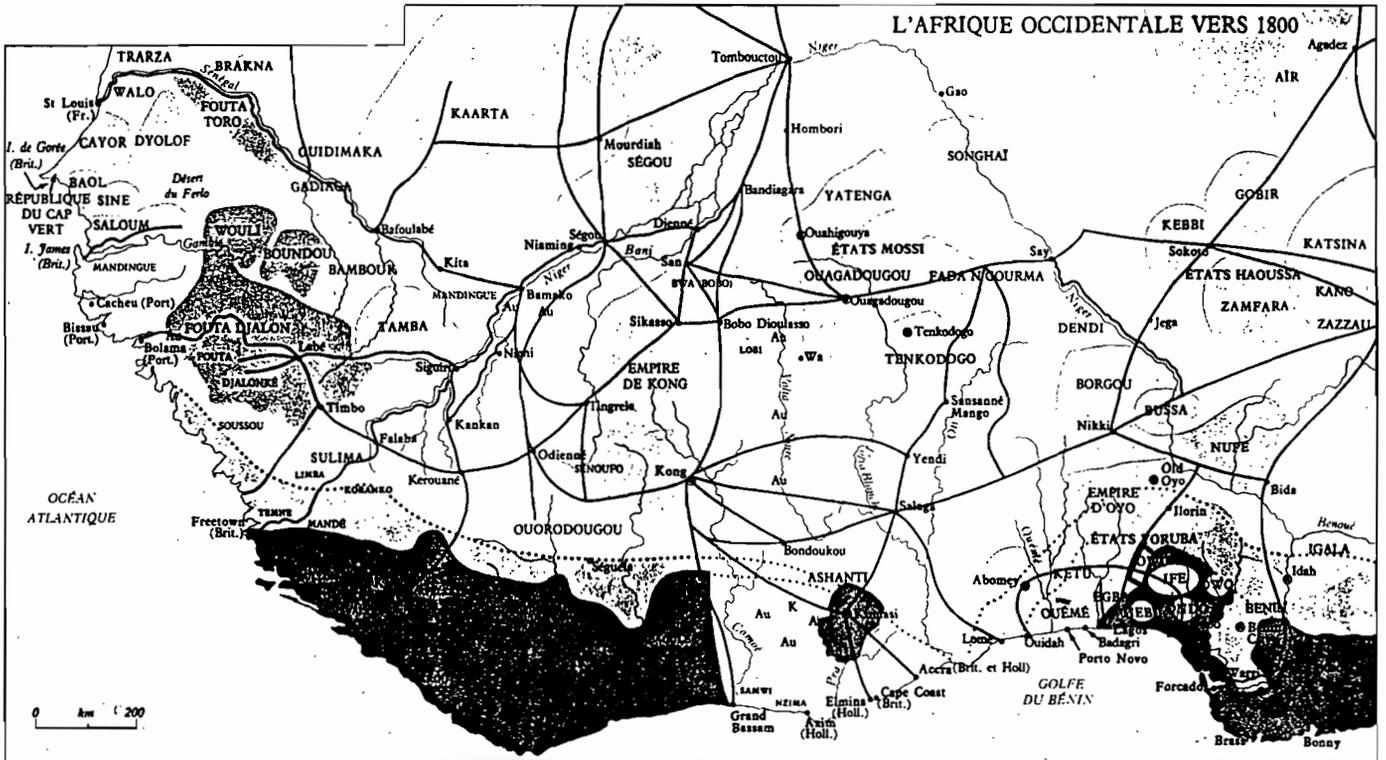
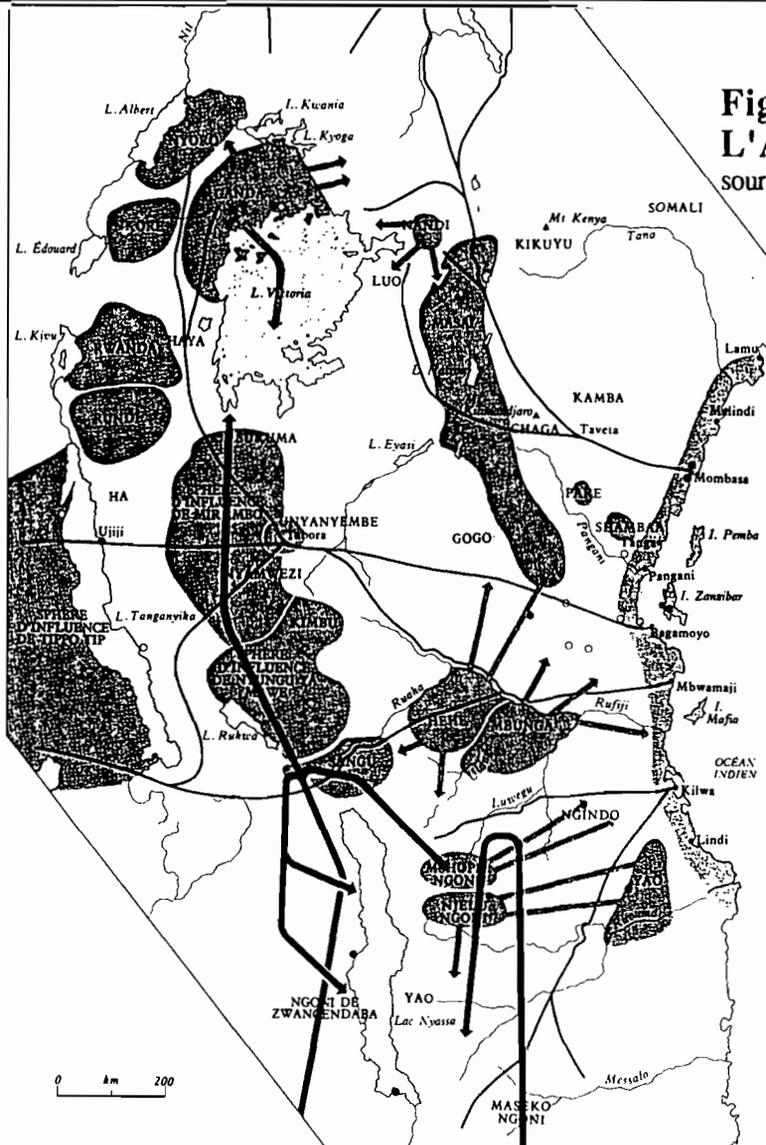


Figure 4. L'Afrique urbaine précoloniale (a)  
 source : ADE A JAYI, CROWDER, 1988



**Figure 4.**  
**L'Afrique urbaine précoloniale (b)**  
 source : ADE A JAYI, CROWDER, 1988



**L'AFRIQUE ORIENTALE EN 1885**

- LUO Etats / peuples
- Migrations ngoni
- ▭ Sultanat de Zanzibar
- Routes du commerce
- Razzas
- Mission protestante
- Mission catholique
- Consulat étranger

Faute de documents arabes - avant la colonisation européenne, les écrits des auteurs arabes constituent les seules sources fiables d'information - nous sommes plus mal renseignés sur les villes des royaumes forestiers qui se sont développés entre le XII<sup>e</sup> et le XVIII<sup>e</sup> siècle depuis le Ghana jusqu'au Nigéria actuels. Empire yoruba (Cités d'Oyo et d'Ifé depuis le XI<sup>e</sup> siècle), Empire du Bénin (très influent au XVI<sup>e</sup> siècle, et dont Bénin, la capitale du même nom, surprendra les premiers Portugais)... Là encore, la richesse de ces États et la puissance des villes sont intimement liées au trafic des esclaves et au commerce de l'or. Notons que ces activités économiques devenant florissantes avec l'apparition des Européens, les Cités-États yoruba seront souvent en concurrence et amenées à se faire la guerre. L'afflux de réfugiés ou d'esclaves sera dès lors un des facteurs majeurs du développement de l'urbanisation de cette région. Ainsi peut-on expliquer pourquoi des cités comme Ibadan ou Abeokouta (Nigéria actuel) comptaient déjà plus de 100 000 habitants à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle (CHAMPAUD *et al.*, 1993).

Enfin, sur la côte orientale baignée par l'océan Indien, une forte présence arabe, perse ou indienne, solidement implantée depuis le XII<sup>e</sup> siècle sur de vastes territoires de l'hinterland est-africain, a longtemps contrôlé un commerce florissant qui touche indirectement jusqu'à l'Europe et la Chine. On échange là encore l'or (de la Rhodésie actuelle), l'ivoire, les épices, les tissus, les métaux et les esclaves. Signalons à ce propos que certaines zones de l'intérieur seront véritablement dépeuplées par les razzias des trafiquants arabes qui sont les plus gros marchands d'esclaves. Mogadiscio (fondée dès le VIII<sup>e</sup> siècle) en Somalie, Mombasa et Zanzibar au Kenya, et surtout Kilwa en Tanzanie, constituaient alors une série de ports très actifs répartis tout au long de cette façade maritime (STANLEY, 1979; CHRETIEN, 1985).

Mais la mise sous tutelle progressive de l'Afrique noire par les Européens, domination qui culmine avec la Conférence de Berlin de 1884-1885 et le partage colonial du continent qui en résulte, va bouleverser ces anciens réseaux urbains. Les villes "indigènes" vont en effet se retrouver pour la plupart excentrées par rapport aux nouveaux réseaux économiques imposés (souvent par la force) par les Européens dans le cadre exclusif de l'économie de traite.

Délaissées par ces derniers, les cités soudano-sahéliennes déjà sur le déclin vont rapidement perdre leur raison d'être. De même, disparaissent les derniers grands États - royaume Ashanti (actuel Ghana, Togo), royaume d'Abomey (Bénin) - apparus autour du XVII<sup>e</sup> siècle et qui tiraient avant tout leur puissance de la traite négrière (COQUERY-VIDROVITCH, 1979). Aux anciens royaumes succèdent de nouveaux territoires, des États arbitrairement dessinés et délimités pour la plupart en dépit des réalités géographiques, ethniques ou économiques (nombre des crises qui secouent actuellement l'Afrique trouvent d'ailleurs ici leur origine). Ces territoires sont recentrés sur des villes nouvelles ou de moindre importance mais dont le rôle va grandissant. Il s'effectue toutefois à l'usage strict de l'exploitation commerciale et du contrôle politique et militaire des territoires conquis. Ne subsistent alors du passé que quelques grands centres urbains yoruba et haoussa (DAVIDSON, 1974).

### ***b - une majorité de créations coloniales***

La colonisation, en rompant radicalement avec les modes antérieurs d'organisation socio-spatiale des territoires, a profondément marqué l'ensemble du processus d'urbanisation africain. Celui que les Européens mettent en place à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle est dominé par deux principes fondamentaux qui réduisent le continent noir à l'état de "chasse gardée" :

- l'Afrique est une terre d'expansion commerciale. Son économie doit servir exclusivement les besoins des puissances coloniales. Les ports d'exportation des matières premières et d'importation des produits manufacturés métropolitains bénéficieront d'une attention toute particulière;
- l'Afrique est une terre d'expansion coloniale. L'intérieur de ce continent que l'on veut considérer comme "vierge" peut être partagé entre grandes puissances. Mais il faut pour cela occuper le terrain... Des points de contrôle ou d'étape permettront dans ce cas de délimiter les territoires. Ils faciliteront ultérieurement l'exploitation et le drainage des produits locaux comme le développement des réseaux commerciaux (LARNEUIL, 1979).

### *l'essor des villes portuaires*

Les premières villes coloniales furent toutes des comptoirs, petites têtes de pont militaires, économiques et politiques, escales jalonnant dès la seconde moitié du XV<sup>e</sup> siècle la progression des navigateurs européens le long des rivages de ce continent demeuré longtemps hostile : création de Gorée (Sénégal) en 1588, de Saint-Louis du Sénégal en 1659, de Luanda (Angola) en 1575, etc. Ces comptoirs permettent dans un premier temps d'assurer la traite tout au long de côtes dont les noms sont on ne peut plus explicites : Côte de l'Ivoire, Côte de l'Or (Ghana actuel), Côte des Esclaves (Dahomey et Nigéria)... Assez rapidement toutefois, (mais surtout à partir du milieu du XIX<sup>e</sup> siècle), la plupart de ces comptoirs vont se transformer, se renforcer ou céder la place à des ports plus grands, mieux situés, qui offrent de plus grandes facilités à l'exportation des cultures de plantation (arachide, huile de palme, puis cacao, café) qui se mettent en place. Ainsi sont nées Dakar (Sénégal) en 1764, Kinshasa (port "fluvial" au Zaïre) en 1881, Douala (Cameroun) en 1884, Abidjan (Côte-d'Ivoire), Conakry (Guinée) en 1890, etc. Notons tout de même ici que deux capitales actuelles : Freetown (Sierra Leone) et Monrovia (Libéria) ont une origine "non-économique". Toutes deux sont en effet nées dans la première partie du XIX<sup>e</sup> siècle; la première pour accueillir les esclaves libérés par les Anglais qui arraisonnaient les navires négriers dans l'Atlantique, la seconde pour recevoir des esclaves américains affranchis (ADE A JAYI, CROWDER, 1988).

Quoi qu'il en soit, au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, avant que ne débute la conquête territoriale du continent, le paysage urbain de l'Afrique noire a changé. L'urbanisation n'est guère plus importante qu'auparavant mais elle s'est déplacée géographiquement. Les anciennes villes de l'intérieur ont du céder la place à des ports-entrepôt regroupant au mieux quelques dizaines de milliers d'habitants. La minorité blanche n'y est souvent représentée que par une poignée de personnes.

*la conquête coloniale des territoires de l'intérieur : la multiplication des centres administratifs et militaires*

L'ouverture progressive du continent, puis son partage entre les différentes puissances impérialistes à la Conférence de Berlin ont été à l'origine de nombreux centres urbains créés de toutes pièces. De fait, au début du vingtième siècle, l'armature urbaine de l'ensemble du continent naît de la mise en place de l'appareil colonial et de l'organisation d'une économie marchande entièrement dominée par les échanges avec les métropoles européennes.

Un grand nombre de ces premières implantations nées de la conquête des arrière-pays sont des postes militaires car la résistance africaine aux troupes coloniales est souvent farouche). Édifiés bien souvent dans de véritables déserts urbains, notamment dans l'Afrique forestière, ces points de contrôle fortifiés aident à la pacification des territoires et créent les conditions favorables à l'établissement du commerce, à l'exemple de la "Yaunde Station" (Yaoundé) édiflée en 1889 (FREDERIC, 1979; FRANQUEVILLE, 1984; POURTIER, 1992). Dans d'autres cas, le tracé d'une ligne de chemin de fer sera à l'origine de la création d'un premier établissement colonial. Les villes de Dar el Salam (Tanzanie) et de Nairobi, capitale du Kenya que nous étudierons plus en détail dans la Troisième Partie, ont été ainsi fondées.

La transformation de ces petites stations ou de ces premiers ports en véritables centres urbains résultera par la suite de la montée en puissance des activités commerciales et administratives ou de l'arrivée de fermiers-colons (comme au Kenya ou en Afrique Australe). Le destin d'un fortin isolé, d'un village de paillotes, d'un modeste port ou dépôt de ligne de la ligne de chemin de fer sera alors lié à son choix comme ville principale, puis comme capitale économique et/ou politique du territoire. Sur un site climatique jugé plus favorable, Abidjan fut ainsi fondée pour remplacer la ville de Grand Bassam, la première capitale de la colonie dont la population était décimée par les épidémies (SINOUE *et al.*, 1989).

## **B - le visage de la grande ville coloniale**

Quelle que soit l'origine de ces villes nouvelles, les sites "historiques" - un premier poste militaire à Niamey, un port à Cotonou, une source sur le tracé de la voie ferrée à Nairobi - n'ont pas été toutefois toujours très favorables à la croissance des villes. Les développements techniques (augmentation du tirant d'eau des navires par exemple) et l'accroissement rapide des populations ont en effet parfois révélé certaines limitations du site choisi à des implantations massives. Si l'absence d'obstacles physiques permis une croissance spatiale sans difficultés particulières à Ouagadougou, Niamey et Bamako, il n'en fut de même à Abidjan et Lagos (sites lagunaires), à Yaoundé (site collinaire très contraignant aux vallées mal drainées), à Conakry (étroitesse d'une presqu'île) ou Nairobi. Le pouvoir colonial s'étant toutefois très rapidement approprié une grande partie du sol à la faveur de l'achat des terres, ou plus radicalement, par l'expropriation des indigènes ou le déplacement des villages au nom de l'utilité publique, les développements horizontaux furent favorisés dès les premiers temps (SINOUE *et al.*, 1989; LEROY, 1991).

La colonisation étant acquise, cet espace urbain a dû s'organiser afin d'accueillir une installation européenne plus conséquente et promise à durer (arrivée des fonctionnaires coloniaux, des missionnaires, des commerçants, des exploitants privés, ...). Les puissances coloniales imposèrent alors une organisation spatiale très spécifique qui n'était pas d'usage dans les premières implantations.

Quand les vieilles cités "indigènes" ne disparaissent pas (c'est le cas de Kano par exemple), elles sont fortement transformées par l'adjonction d'un quartier européen, fondamentalement distinct de ces vieux quartiers "*dangereux, insalubres, pittoresques et incompréhensibles*" (SINOUE *et al.*, 1989). Dans les villes créées de toutes pièces (Bamako, Abidjan, Nairobi, Kinshasa, Lomé, etc.), et avec des variantes selon le pays colonisateur, une forte ségrégation raciale ordonne partout rapidement l'espace. Cette ségrégation raciale reste toutefois non officielle, hormis en Afrique du Sud, en Rhodésie ou au Kenya (dans une moindre mesure), colonies qui instaurent un véritable apartheid. Dans les autres colonies, c'est

au nom de principes sanitaires tels que l'hygiène et la salubrité : lutte contre les fièvres, la malaria, etc., que le colonisateur impose une séparation spatiale marquée entre la ville "blanche" et les quartiers résidentiels africains.

#### *a - les quartiers européens*

La ville blanche, image de la modernité et de la puissance coloniale, concentre tous les équipements et les fonctions urbaines. Elle occupe bien entendu les meilleurs sites, (aérés, dégagés) réservés à ses quartiers résidentiels, administratifs, commerciaux et aux camps militaires (un quartier par colline à Yaoundé...). Le plan d'ensemble est généralement celui d'un lotissement à trame orthogonale, à l'exception de certains quartiers résidentiels très huppés, un damier qui délimite les espaces concédés aux personnes privées et ceux destinés à la voirie et aux emprises publiques. Les réglementations d'urbanisme sont généralement strictes (construction et salubrité de l'habitat), les emprises vastes et le tissu urbain peu dense. Cela ne va pas sans provoquer, dès les premières années, des problèmes de coût d'équipement et d'aménagement des différents réseaux (eau, électricité, égouts).

#### *b - les quartiers "indigènes"*

La plupart des premiers citadins africains sont des hommes recrutés (parfois de force) dans les villages pour la construction (chemin de fer, réseau routier, bâtiment), l'armée ou les emplois domestiques. Dans les colonies où la ségrégation raciale est forte, seuls les hommes sont souvent tolérés (GERVAY-LAMBONY, 1993). C'est notamment le cas de Nairobi, où les Africains sont longtemps classés comme non-résidents dans la ville et où tous les efforts sont fait (en utilisant le modèle sud-africain) pour les maintenir hors de celle-ci ou contrôler leur afflux. La "ville" est de fait conçue pour les blancs et pour eux seuls, les Africains n'ayant qu'une place marginale dans cet espace urbain. La population "indigène" reste toutefois partout très largement majoritaire, la présence d'un Européen impliquant inévitablement celle de 6 à 10 travailleurs et employés africains sans grande qualification. En 1919, Ouagadougou compte ainsi 75 Européens sur une population totale de 19 075 habitants... En 1911, la population de

Nairobi est constituée de 995 Européens, 3 273 Indiens et près de 12 000 Africains. En 1926, sur environ 30 000 habitants, la capitale du Kenya ne recense pas plus de 3 600 Européens.

Pour loger, contenir et contrôler l'afflux des nombreux ruraux recrutés ou attirés par l'activité économique de la ville blanche, des "périmètres" sont spatialement définis. Dans les pays d'apartheid, se développent les premiers "town-ships" dans lesquels une majorité de travailleurs célibataires vivent dans des "hostels", sorte de baraquements-dortoirs. Ailleurs, le lotissement indigène reproduit généralement, quand il existe, le schéma appliqué dans les quartiers européens. Les investissements et les équipements y sont toutefois réduits au minimum, les Africains n'étant généralement considérés que comme des ruraux de "passage". La viabilisation des sites choisis (en général sous le vent de la ville blanche) se limite dès lors généralement au simple bornage des parcelles. Dans les colonies françaises, le réseau des rues circonscrit d'ordinaire des carrés d'habitations divisés en lots de 400 à 600 m<sup>2</sup> qui, la poussée démographique aidant, ne cesseront de se multiplier pour donner naissance à de nombreuses extensions.

Ces extensions ne se font toutefois pas n'importe où. De fait, une zone libre *non aedificandi*, un obstacle physique de "sécurité" constitué par une zone mal drainée, un ravin, une voie ferrée, ou bien encore la vaste emprise d'un camp militaire, renforce généralement l'opposition et assure l'isolement des deux communautés. La puissance coloniale entend ainsi prévenir les risques d'incendie, les pailletes des quartiers africains brûlent vite, les épidémies et les divers troubles qui pourraient naître dans les quartiers africains. Abidjan, avec son quartier européen : le "Plateau", séparé des deux quartiers indigènes par la lagune au sud et des camps militaires au nord, illustre bien à sa manière cette ségrégation qui a marqué l'époque coloniale.

Les plans de lotissements et d'alignement en vigueur dans les différents quartiers restèrent longtemps les seules procédures d'aménagement de l'espace urbain colonial. Durant des décennies, les villes africaines ne connurent aucun plan d'aménagement, ni d'études visant à définir les évolutions nécessaires à porter aux réseaux afin de faciliter les déplacements entre les nouveaux lotissements (toujours plus distants, comme à Conakry) et le centre ville dans lequel se concentrent les activités. Sans "vision" globale de la cité, beaucoup de ces villes

grandirent sans que soient modifiés, entre autres exemples, le volume des voiries ou les réseaux d'évacuation des eaux usées.

La belle ordonnance de la ville planifiée ne se retrouve d'autre part presque jamais aux limites des quartiers lotis. Les villages périphériques sont de fait progressivement submergés par le développement d'un habitat spontané que le pouvoir colonial ne parvient que très difficilement à juguler. Cette forme d'habitat ne cesse en effet de s'étendre au rythme de l'essor démographique et de l'attrait toujours plus grand que la ville exerce sur des populations qui ne peuvent se loger dans la ville légale.

Toutefois, jusqu'au milieu du vingtième siècle, la croissance démographique des villes de l'Afrique subsaharienne est restée lente. En 1920, il n'y a encore que 2,5 millions de citadins, soit 2,5 % de la population et ce principalement au Nigéria, pays de vieille tradition urbaine. Les politiques autoritaires de gestion de la force de travail indigène (travail forcé, indigénat) sont largement responsables de cette croissance modérée. On peut cependant y voir aussi le fait que les cultures spéculatives pouvaient alors offrir des rémunérations supérieures aux salaires des emplois urbains.

Mais aux lendemains même de la Seconde Guerre mondiale, à la suite des réformes politiques entreprises au sein du système colonial qui voient la participation des africains à la gestion de leurs affaires, et la fin du contrôle des migrations, apparaissent les premiers signes d'une croissance urbaine accélérée. En 1950, les 15 millions de citadins représentent 9 % de la population. En 1955, 20 villes comptent déjà plus de 100 000 habitants. Avec ses quelques 459 000 habitants, Ibadan, vieille cité yoruba, est encore la plus grande agglomération de l'Afrique noire. La plupart des grandes villes coloniales vont toutefois connaître à cette époque des taux de croissance extrêmement rapides, de l'ordre de 6 à 7 % ou même davantage. Yaoundé voit ainsi sa population doubler tous les 7 à 8 ans, sa croissance démographique se maintenant entre 1945 et 1962 à un taux voisin de 9 à 10 % par an.

*c - les premiers plans d'urbanisme*

Mêlée aux demandes de plus en plus pressantes d'une plus grande "justice urbaine" manifestées par les populations africaines, cette pression démographique pousse les autorités, dès la fin de la guerre, vers des interventions plus lourdes dans le domaine de la croissance urbaine. Dakar en 1946, Nairobi en 1948, Abidjan en 1949, Conakry en 1950, Bamako en 1952, Niamey en 1953, Ouagadougou en 1954, ... se voient enfin dotés de véritables plans d'urbanisme. Ces derniers doivent permettre une amélioration des conditions de vie et une meilleure gestion du développement urbain. Ces interventions de la puissance publique concernent l'extension des lotissements (émergence d'un véritable habitat social africain), comme la création ou l'amélioration des infrastructures : bitumage de la voirie, adduction d'eau et d'électricité, assainissement. Les équipements sociaux : collèges, hôpitaux, abattoirs, marchés, aéroports, ... sont également concernés.

Ces actions ont dans une certaine mesure porté leurs fruits. Les différents documents d'urbanisme sont toutefois réalisés lentement, trop lentement, et ils sont de ce fait généralement rendus obsolètes avant même d'avoir pu être appliqués. La croissance démographique n'est jamais en effet évaluée à sa juste valeur. De surcroît, concernant la périphérie des villes, prévaut une politique de "laisser-faire" qui encourage de multiples formes de spéculation (appropriation de terrains, constructions illégales) et nuit aux possibilités de développement futurs. Enfin, les besoins spécifiques, les usages, les modes de vie et les moyens financiers des nouveaux citadins africains ne sont pas suffisamment pris en considération, quand ils ne sont pas ignorés, lors de la réalisation des projets. La politique officielle de l'habitat se réfère toujours à des pratiques européennes et ne peut donc concerner qu'une minorité de la population. Les logements proposés dans les quartiers viabilisés sont trop chers, les normes de construction trop rigoureuses pour être accessible à la majorité des habitants. Dans les périphéries de la plupart de ces villes, les quartiers spontanés dénués de tout statut légal et donc de tout équipement ou infrastructures ne vont désormais cesser de s'étendre (KAHIMBAARA, 1987; SINOUE *et al.*, 1989; CHAMPAUD *et al.*, 1993).

## **C - une croissance démesurée depuis l'indépendance**

Dans les différents systèmes coloniaux, le contrôle et l'organisation des territoires avait vu la mise en place d'un maillage assez régulier, modulé par les contraintes naturelles (ressources, peuplement, accès) de centres urbains de plus ou moins grande importance. Malheureusement, cette armature urbaine propre à chaque pays fut rapidement désorganisée, désarticulée après l'effondrement du pouvoir colonial et l'accession aux indépendances. En effet, simples relais de la puissance coloniale, ces villes secondaires n'avaient jamais eu de véritable vie propre. Le maintien après l'indépendance d'une économie presque exclusivement tournée vers l'exportation de matières premières ne leur a donc pas davantage permis d'assurer une animation suffisante de l'économie régionale. Privées des investissements qui auraient été nécessaires à un aménagement équilibré des nouveaux États, cantonnées dans un rôle qui s'est longtemps généralement limité au drainage des produits bruts, ces villes secondaires sont longtemps restées, sauf rares exceptions, sous-industrialisées (elles offrent peu de perspectives d'emplois si ce n'est dans l'administration) et surtout largement sous-équipées au niveau des infrastructures et des services sociaux. Le développement rapide des moyens de communications finissant par ne plus rendre ces relais indispensables, bon nombre de ces centres urbains secondaires ont rapidement connu un désintérêt grandissant. La masse des migrants se détourna de plus en plus vers la grande ville, le plus souvent la capitale du pays, qui cumule d'ordinaire les fonctions économiques et politiques. Ce n'est certes pas toujours le cas, les fonctions urbaines essentielles pouvant être partagées comme au Cameroun entre le port économique (Douala) et la capitale politique (Yaoundé).

Quoiqu'il en soit, dans la majorité des États africains, et probablement plus que partout ailleurs, la capitale du pays est un lieu de pouvoir, un milieu ostentatoire où la vitalité et la construction de la (nouvelle) Nation, mais aussi l'autorité de l'État, se doivent d'être affirmées. Dans l'Afrique indépendante, l'exercice du pouvoir, qu'il soit à l'origine d'orientation libérale ou marxiste, a en effet très souvent et rapidement dérivé vers des systèmes présidentiels civils ou militaires caractérisés par la prééminence et la puissance du Chef de l'État (Du BOIS De

GAUDUSSON, 1992). La "marque" de la Présidence dans l'espace urbain, et tout spécialement dans celui de la ville primatale, est dès lors fortement affirmée.

La capitale, lieu privilégié de contact et d'insertion dans le grand système économique mondial, véritable interface entre un arrière-pays considéré comme "sous-développé" et le monde extérieur riche et moderne que l'on cherche à rejoindre, se doit ainsi d'en arborer et d'en concentrer les manifestations les plus symboliques et les plus incontestables : gratte-ciels, zones commerciales et de loisirs, stades géants, autoroutes, industries, etc. Ainsi proclamée "ville-vitrine" de la nation et signe extérieur d'un standing politique international que l'on veut faire reconnaître, la capitale sera de ce fait bien souvent la principale, sinon la seule bénéficiaire des investissements, des aides et des subventions publics (CHAMPAUD *et al.*, 1993).

Cette monopolisation de la "modernité", des activités politiques, économiques et commerciales, constitue à l'évidence un énorme facteur attractif pour la population de l'ensemble du territoire. A la fin des années quatre-vingt, Conakry concentre par exemple à elle seule 60 % des activités industrielles, 50 % de celles du secteur secondaire, 60 % des grandes entreprises, presque toutes les PME de Guinée et 44 % des emplois administratifs (DEVEY, 1990). A propos de ces derniers, il est à noter ici que les opportunités d'emplois dans la fonction publique ont représenté (et représentent encore) un très fort motif d'émigration vers la capitale. La constitution des nouvelles équipes dirigeantes lors des indépendances s'est en effet accompagnée de la mise en place de très gros appareils bureaucratiques, leurs effectifs croissant d'ailleurs généralement de façon déraisonnable, jusqu'à l'hypertrophie. (Une pléthore de fonctionnaires absorbant fréquemment plus de 60 % des budgets des diverses administrations nationales, on comprend que la réduction de ces effectifs soit une des principales exigences des politiques d'ajustement structurel actuellement menées).

Ainsi peut-on expliquer les taux d'accroissement extrêmement élevés, souvent proches de 10 % par an, qu'ont connus ces grandes agglomérations depuis le début des années soixante. Leur poids économique, la concentration des investissements et des efforts dont elles ont toujours bénéficié n'ont jamais cessé d'avoir des effets pervers en encourageant et en renforçant encore davantage l'émigration vers elles. Cela a généralement abouti dans les différents États à

la constitution d'un réseau urbain monocentrique, la "tête" du réseau écrasant l'ensemble des villes secondaires. Cette distorsion, qui entraîne inévitablement des déséquilibres paralysants et coûteux, peut devenir démesurée et prendre la forme d'une véritable *macrocéphalie* de la capitale. Pour MARGUERAT (1982), on peut parler d'une telle macrocéphalie toutes les fois que la plus importante des villes moyennes ne compte pas plus du cinquième de la population de la grande ville. Deux exemples d'une telle situation :

- Conakry, capitale de la Guinée, comptait 705 280 habitants en 1983 (soit 42 % de la population urbaine et 12 % de la population du pays, contre 38 % et 3 % en 1960); à la même date, Kankan, première ville secondaire, ne comptait que 76 636 habitants;
- Ouagadougou, capitale du Burkina Faso, comptait 441 514 habitants en 1985; Koudougou : 51 000 habitants.

Certains pays, comme le Gabon ou le Congo, connaissent toutefois des situations encore plus caricaturales. Dans ces deux derniers cas la population des capitales, Libreville et Brazzaville, regroupe le tiers de la population totale de l'État. Dans le même temps, le reste du territoire des deux pays ne compte quasiment ni routes, écoles ou centres de soins dignes de ce nom.



## **CHAPITRE 2. LES GRANDES VILLES : DES ESPACES INSTABLES EN MUTATION RAPIDE**

### **1. LA FAILLITE DES POLITIQUES URBAINES ÉTATIQUES DEPUIS L'INDÉPENDANCE**

#### **A - une évolution commune**

Les grandes villes africaines d'aujourd'hui souffrent de tout un éventail de problèmes d'aménagement provoqués par la rapidité et la structure de la croissance urbaine, mais également, et peut-être surtout, par la manière dont les autorités nationales compétentes ont cherché à planifier et gérer leurs dynamiques. Incapables d'en maîtriser l'explosion démographique et encore moins d'offrir des logements et des infrastructures en conséquence, les nouveaux pouvoirs publics ont vu le développement de ces villes leur échapper très rapidement.

Les grandes villes d'Afrique noire sont de fait rapidement devenues des espaces conflictuels dans lesquelles s'affrontent des stratégies de pouvoir, illustrées notamment par les politiques de logement imposées par les autorités nationales, et des pratiques sociales de populations toujours plus nombreuses, majoritairement pauvres, qui revendiquent leur "droit à la ville". Cette confrontation a inévitablement et rapidement débouché sur une situation de crise. Celle-ci se matérialise par le maintien sinon le renforcement d'une société urbaine plurielle, basée sur la ségrégation spatiale et/ou socio-économique, et par l'importance du contraste créé entre la ville "légale" voulue par les autorités nationales et la ville "réelle" construite par ses habitants (COQUERY, 1982; CREPIN, 1993; GERVAY-LAMBONY, 1993).

Malgré la diversité des situations auxquelles sont confrontées les grosses métropoles, la physionomie du paysage urbain de ces villes hypertrophiées est ainsi profondément marquée par les choix et les incohérences de l'État. Deux grandes évolutions en résultent généralement :

- accroissement sans précédent des formes d'habitat "extra-légal" non planifié qui se traduisent tout à la fois par la densification et la "taudification" des vieux centres

viles et l'extension généralement considérable de l'espace urbain. Ces débordements spatiaux sont souvent spectaculaires. Au seuil du demi-million d'habitants, nombreuses sont en effet les villes qui ont déjà l'emprise spatiale de cités européennes multi-millionnaires;

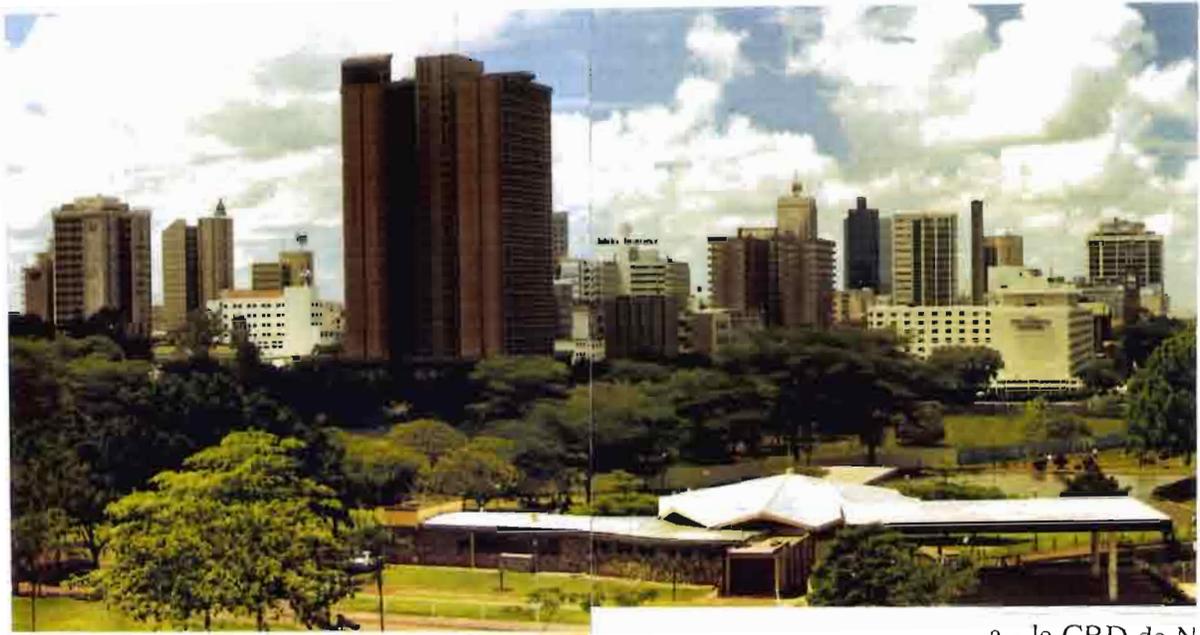
- forte accentuation de la stratification sociale urbaine révélée par la distribution spatiale des types d'habitat et des équipements, le développement des équipements et des services étant bien loin de suivre la dynamique urbaine. A la ségrégation raciale imposée par le colonisateur succède une ségrégation marquée par le niveau socio-économique des populations.

## **B - l'espace urbain étatique : la ville-vitrine**

A partir de 1957, avec les accessions successives à l'indépendance, les dirigeants africains qui prennent en charge les destinées des États nouvellement constitués héritent de villes issues du mode de composition colonial qui se distingue par sa forte ségrégation spatiale et raciale. Très rapidement, nous l'avons vu, les nouvelles autorités vont devoir faire face à l'accroissement spectaculaire des populations urbaines, la capitale constituant dans la majorité des États le pôle d'attraction majeur.

Taille de la ville (en habitants)	Taux de croissance	Accroissement de la population de la ville
100 000	6 %	33 000
250 000	6 %	84 550
500 000	6 %	169 100
500 000	10 %	305 200
1 000 000	6 %	338 200
1 000 000	10 %	610 510

**Tableau 1. Augmentation de la population d'une ville sur une période de 5 ans. Variantes selon la taille et le taux de croissance de l'agglomération**



a - le CBD de Nairobi



b - le nouveau "coeur" de Yaoundé



c - le nouveau centre-ville de Ouagadougou

**Planche photographique 1. La "Ville-Vitrine"**



Le défi à relever est donc gigantesque car les taux de croissance auxquels sont confrontés la plupart de ces grandes agglomérations entraînent en quelques années un gonflement vertigineux de leurs populations (tableau 1). Une telle dynamique ne peut qu'entraîner une pression immobilière et foncière soutenue. Mais l'indépendance ne modifie pas véritablement la logique de production de la ville. Elle reste longtemps conçue selon une idéologie "coloniale" dont l'empreinte perdure dans la mentalité de beaucoup des nouveaux acteurs comme dans la pratique urbaine. Aucune rupture fondamentale avec le passé n'apparaît et c'est encore un urbanisme réservé à une minorité qui est favorisé. Il continue de fait d'ignorer la ville dans sa globalité.

Le rôle ambitieux, ostentatoire, dévolu aux grandes villes par la majorité des nouveaux chefs-d'États influence de fait considérablement la logique d'intervention des pouvoirs publics. S'arrogeant fréquemment tous les pouvoirs, tout en s'appuyant sur un très lourd appareil administratif, la Présidence s'est ainsi généralement efforcée d'imposer sa "vision" de l'espace urbain.

Élitistes, les politiques d'urbanisme mises en oeuvre sont directement inspirées de celles réalisées durant la période coloniale et reposent de ce fait sur une planification classique du développement de l'espace urbain. Cela suppose la définition et l'élaboration de plans d'urbanisme planifiant aux niveaux physique et économique les nouvelles zones résidentielles ou industrielles, les équipements et les infrastructures publics. Nombreux ont été ainsi les projets de plans d'occupation des sols, de schémas directeurs urbain ou de SDAU (Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme) élaborés pour la plupart des capitales.

L'édification de nouveaux espaces de prestige aux abords ou à proximité des anciens centres coloniaux constitue généralement la grande priorité des pouvoirs publics. Cette politique, qui réclame dans bien des cas la destruction d'anciens quartiers populaires (comme à Yaoundé ou Ouagadougou), donne lieu à des investissements parfois spectaculaires, souvent exorbitants quant à leurs coûts. Lors de l'aménagement du nouveau centre ville de Yaoundé, les seuls travaux de viabilisation du site ont ainsi coûté près de 15 milliards de francs CFA. De nombreux édifices publics, para-publics et privés (les grands opérateurs privés bénéficient

généralement de nombreux "encouragements") sont construits : Palais de la Présidence, Palais du Peuple ou des Congrès, ministères et universités, imposants buildings de la Radio-Télévision et sièges des grandes banques et des hôtels de luxe. Les avenues triomphales, les voies rapides et autoroutes, les aéroports internationaux, les stades, les grands marchés ne sont pas oubliés. Ils achèvent de donner à ces capitales économiques et/ou politiques leur statut de ville internationale. Yaoundé (FRANQUEVILLE, 1984), Abidjan (ANTOINE *et al.*, 1987), Nairobi (MORGAN, 1967), Kinshasa ou Lagos ont toutes connu ce type de réalisations imposantes.

L'État s'efforce toutefois de mettre également en oeuvre des stratégies d'aménagement en faveur de l'habitat et du logement du plus grand nombre. Une multitude d'organismes étatiques ou "para-étatiques" sont chargés de leur application, le secteur privé ayant été généralement très peu encouragé par les pouvoirs publics à participer à la réalisation de ce volet des politiques urbaines. Cellules, Agences, Missions ou Directions des différents grands Ministères (Urbanisme, Habitat, Équipement, ...), sociétés immobilières, d'équipements ou de crédit interviennent alors pour exécuter les programmes suivants :

- aménagement de quartiers résidentiels modernes de haut et moyen standing. Les zones résidentielles existantes sont généralement maintenues, (les politiques d'abandon ou de recolonisation par des populations sans logement des anciens quartiers européens, au nom de l'"égalité sociale", sont peu nombreuses), tandis que de nouveaux espaces sont créés afin de loger les nouvelles élites nationales ou les coopérants étrangers. Ces quartiers sont chics, cossus, bien équipés, verdoyants et dotés d'un large parcellaire (les "Governmental Residential Areas" d'Ibadan comptent moins de 10 habitants à l'hectare). La ségrégation sociale y est évidente et même renforcée, à Conakry ("les Villas de l'OUA"), comme à Ouagadougou (la "Zone du bois"), Yaoundé (quartier "Bastos"), ou Nairobi, (CHAMPAUD *et al.*, 1993, et *infra*);
- construction de lotissements publics, de cités, dans le cadre d'une politique plus globale d'habitat social à prix modérés;

- délimitation et viabilisation de nouveaux sites constructibles. Ces programmes comprennent une parcellisation des terrains et la réalisation d'un certain nombre d'équipements et d'infrastructures plus ou moins sommaires;
- restructuration des anciens quartiers "insalubres", bien souvent spontanés, afin d'y améliorer les conditions de vie. Cela nécessite la réalisation de travaux d'infrastructure et d'assainissement, la création ou l'amélioration des services (écoles, dispensaires, marchés);
- assistance technique pour la réalisation de l'habitat, fourniture de plans types d'habitations, prêts à la construction.

## **C - les insuffisances de l'urbanisme étatique**

Les interventions publiques restent cependant très criticables car elles comportent de nombreux défauts qui expliquent qu'il existe presque toujours un profond décalage entre les intentions exprimées et les actes, entre les procédures et les pratiques. La mise en oeuvre des politiques officielles reste de fait partielle, floue ou ambiguë. Elles sont en effet soumises à de multiples pressions politiques et sociales, à des résistances locales et des limites financières dont le poids n'a pas toujours été suffisamment pris en compte lors de l'élaboration des projets.

Très étatiques, bureaucratiques, les politiques nationales imposent un urbanisme autoritaire. Les multiples réglementations et législations mises en place pour régir les programmes publics d'urbanisme (planification, lotissement, immatriculation, construction...) s'avèrent être trop rigides, les normes standard, dites de "qualités", trop élevées pour pouvoir prétendre à une large application. Mettant de surcroît en action un grand nombre d'intervenants : administrations, bureaux d'études, banques, entreprises, etc., aux compétences plus que confuses, elles sont généralement synonymes de procédures lentes, lourdes, coûteuses sinon paralysantes. En conséquence, elles ne peuvent toujours concerner qu'un nombre limité de projets d'aménagement.

Financièrement, le niveau de viabilité requis pour les terrains à bâtir comme les coûts de construction sont de fait beaucoup trop élevés pour pouvoir répondre à une demande en constante progression. La production foncière et immobilière est très onéreuse pour l'État qui finance l'essentiel des projets - cela représente pour lui un véritable fardeau - mais également pour les particuliers, même quand il s'agit du parc des logements "économiques". Bien que fortement subventionnés, les programmes publics réalisés sont donc rares, et chers, ce qui explique par exemple que 60 % à 70 % de la population de Nairobi ne puisse financièrement y accéder (KABAGAMBE *et al.*, 1983). La filière officielle s'est donc trouvée réservée à une étroite frange privilégiée de la population citadine, celle des populations solvables, salariées, dominée par la classe des petits et moyens fonctionnaires. La plus grande partie de la population, pauvre ou très pauvre, ne peut elle en effet justifier ni d'un emploi ni d'un revenu régulier lui permettant d'avoir accès aux principales sources de crédit.

Les analyses faites par la Banque mondiale en 1988, puis par NOISETTE en 1989, à propos des politiques urbaines menées au Cameroun illustre bien les principaux points faibles des programmes publics. La Banque mondiale écrit ainsi : *"Comme dans la plupart des autres pays en développement, la structure institutionnelle responsable des services urbains, est rendue complexe par le jeu de nombreux facteurs qui leur sont particuliers comme le grand nombre et la faiblesse générale des institutions, leur organisation inadéquate, les autorités multiples dont elles relèvent, les faibles ressources dont elles disposent et la forte charge imposée à un personnel qualifié en nombre insuffisant. Cette répartition complexe des responsabilités, incluant des organismes qui dépendent de plusieurs ministères, rend la coordination et l'exécution des politiques urbaines et des programmes d'investissements extrêmement difficile"*. A cela, NOISETTE (1989) ajoute : *"A la mi-89, la MAETUR<sup>1</sup> avait produit 7 698 lots, vendus à des prix moyens s'échelonnant de 5 000 F CFA le m<sup>2</sup> en 1982 à 7 500 F CFA en 1989; alors que le prix de revient a atteint 16 000 F CFA le m<sup>2</sup> (VRD<sup>2</sup> primaires comprises). Il faut ajouter les VRD secondaires et tertiaires correspondant à 7 461*

---

<sup>1</sup> MAETUR : Mission d'Aménagement et d'Équipement des Terrains Urbains et Ruraux, créée en 1977.

<sup>2</sup> Voirie et Réseaux Divers.

*logements de la SIC*<sup>3</sup>. Les financements de l'État pour ces programmes ont atteint 52 milliards de francs CFA sous forme de subventions pour un montant de travaux de 72 milliards; le taux de subvention s'établit donc à 72 %, sans compter les diverses exonérations fiscales" ... "En tout état de cause, la MAETUR ne peut à elle seule répondre à la demande. On estime que la consommation de terrains par les deux métropoles<sup>4</sup> dépasse les 500 ha par an, alors que la MAETUR a aménagé au total 829 ha en 10 ans."

D'autre part, les programmes d'habitat destinés à la masse des populations à faibles revenus ne bénéficient pas de la priorité qui devrait leur être accordée. Davantage tournés vers des préoccupations "clientélistes" qui poussent à concentrer les efforts sur la classe moyenne afin d'en faire un soutien politique au régime, les gouvernants se préoccupent peu de ce type de programmes. Même les plans de lotissement à grandes trames et équipements réduits (ou différés à des jours meilleurs) restent en nombre insuffisant et beaucoup trop sélectifs. Ainsi, beaucoup de parcelles de ces nouvelles zones sont attribuées par l'État sous le régime de la concession, précaire et révocable. Pour que celle-ci se transforme en véritable titre de propriété, les législations imposent généralement une mise en valeur contraignante de la parcelle (construction en dur, surface habitable minimum, délais de réalisation impartis). Mais bien peu des attributaires disposent des moyens financiers leur permettant de répondre à temps, si jamais ils le peuvent, à ces critères. ils doivent alors renoncer à leur parcelle (même si la revente en est illégale) ou se contenter d'un simple et précaire permis d'habiter (MANOU, 1986; LE BRIS, 1991).

De même, les programmes de restructuration des quartiers incontrôlés qui se sont développés dès la période coloniale sont victimes des mêmes limitations. Objet de nombreux projets d'aménagement - soutenus notamment par la Banque mondiale au travers des programmes "core housing" et "sites-and-services" depuis les années soixante-dix - l'amélioration des conditions de vie dans ces quartiers se heurte là encore à une réglementation beaucoup trop rigide. Si les allocataires sont amenés à construire eux-mêmes leur logement, l'État édicte encore ses standards et ses conditions : défense d'employer des matériaux

---

<sup>3</sup> SIC : Société Immobilière du Cameroun, créée en 1952.

<sup>4</sup> Yaoundé et Douala.

combustibles, des planches ou des cartons, délais d'achèvement des travaux fixés... Beaucoup des plus pauvres ne peuvent y répondre et doivent céder la place au bénéfice de ceux qui, une fois encore, en ont les capacités financières... Notons à ce propos que la concentration des pouvoirs de décision entre les mains de certains "politiques", le clientélisme, le cloisonnement des services, la fragmentation des responsabilités, le laxisme, l'absence de moyens de contrôle et d'évaluation sérieuse ne sont pas étrangers à de multiples dérives lors de ces différents projets d'aménagement. On ne compte plus les corruptions, les détournements de fonds, les "redevances" et autres "commissions", ou la distribution illégale de terrains urbains par des personnes sans grand scrupule...

Les interventions de l'État dans les domaines foncier, de l'habitat et du logement apparaissent donc en définitive particulièrement insuffisantes dans la majorité des pays concernés. La construction, sporadique, de logements publics de standing ne peut visiblement constituer la réponse adéquate à la crise de l'habitat qui touche l'ensemble des grandes villes africaines. Il paraît de fait évident qu'aucun État, qu'aucune administration n'a les moyens de maîtriser seul, sans une participation active et massive du secteur privé, une politique d'aménagement et de construction permettant de suivre une croissance démographique de 6 % à 10 % par an (DUCHEMIN, 1982). La ville de Conakry a ainsi vu sa population gonfler de 114 000 habitants en 1960 à environ 800 000 habitants en 1983, l'ensemble de l'aire urbaine passant d'environ 2 200 hectares à plus de 6 300 ha (41 km<sup>2</sup> supplémentaires). Parmi ces nouveaux espaces, seuls 23,6 km<sup>2</sup> ont été aménagés par les pouvoirs publics durant cette période, dont 1 470 ha de nouveaux lotissements (soit moins de 36 % des nouvelles extensions) et 890 ha de restructuration de quartiers (CHAMPAUD *et al.*, 1993).

Ainsi, en dépit de la volonté affirmée de promouvoir l'accession au logement pour tous, il est indéniable que les autorités se sont longtemps désintéressées du sort du plus grand nombre. Les différents programmes publics, comme les normes de construction, d'équipements et d'aménagement, d'inspiration occidentale et si peu adaptées au contexte local n'ont jamais connu l'évolution pragmatique qui aurait dû s'imposer. La plus grande partie de la

population urbaine n'obtient donc aucune réponse satisfaisante à ses besoins de logement et d'accès au sol urbain alors que cela constitue pour elle un enjeu majeur.

Devant la faillite des États qui se révèlent incapables de planifier et de gérer la croissance urbaine dans un contexte de rapide croissance démographique, il n'est donc pas surprenant que se soient mises en place deux entités dont la coexistence se révèle généralement délicate. D'un côté, la ville légale, planifiée, voulue par le pouvoir, de l'autre, la ville "populaire", très souvent en marge de la loi, qui connaît une formidable explosion démographique et spatiale. En grande partie incontrôlée : *"les grandes métropoles semblent être devenues les plus grands cimetières de politiques volontaires de planification de l'espace et des ressources... l'absence de maîtrise est dans tous les secteurs de la vie urbaine et à tous les niveaux"* (CROUSSE et al., 1986), elle constitue l'image la plus spectaculaire et dramatique de la crise urbaine qui secoue l'Afrique subsaharienne depuis plus de trente ans.

## **2. L'EXPLOSION DE L'"URBANISME" POPULAIRE**

### **A - une nébuleuse d'acteurs**

Si la politique d'aménagement urbain reste officiellement entre les mains de l'État qui entend bien, dans l'absolu, faire appliquer et respecter le principe d'un développement planifié de la ville, les autorités publiques ont toutefois bien conscience du bilan largement négatif de leurs actions. Afin d'éviter une multiplication d'explosions sociales susceptibles de compromettre la stabilité du pouvoir en cas de déséquilibre trop important entre l'offre et la demande, l'État, dépassé, choisit alors généralement de fermer les yeux sur certaines "initiatives privées"; quitte par la suite à revenir sur ses faiblesses passées et reprendre un certain contrôle de la situation par l'application, tardive, des réglementations officielles. Dans l'intervalle, ces initiatives constituent pour lui autant de soupapes de sécurité.

Cette politique de "laisser-faire", ce laxisme volontaire ou forcé ont ainsi ouvert un "espace de liberté" favorable à l'émergence, voire au renforcement, de filières populaires et diversifiées d'accès au sol urbain et au logement. Elles sont organisées par une nébuleuse

d'acteurs qui poursuivent des objectifs souvent contradictoires et qui opèrent en marge des institutions du pouvoir, quand ce n'est pas en opposition ouverte avec elles.

Parmi les principaux acteurs de ces filières parallèles se retrouvent tous ceux qui savent manipuler les règles du jeu foncier et immobilier en leur faveur et qui bénéficient souvent d'un consentement tacite de l'État. Les catégories n'étant pas exclusives les unes des autres, on y rencontre avant tout :

- les premiers occupants des parcelles;
- des promoteurs privés;
- les chefs ou propriétaires coutumiers.

Ces différents groupes sociaux mènent souvent des stratégies défensives. En effet, l'intégration urbaine en Afrique noire ne se joue généralement pas au niveau d'individus (ni de lieu d'habitation isolé) mais au niveau d'un "groupe familial" élargi, articulé dans un véritable "système résidentiel". L'accueil des derniers arrivants et l'installation des nouvelles générations impliquent donc la recherche de la sécurité foncière et/ou celle du logement pour l'ensemble d'un groupe familial de plus en plus étendu.

Les stratégies purement spéculatives constituent toutefois une autre source très importante d'initiatives privées. En effet, comme cela se produit inévitablement lorsque une ressource stratégique est rare, la pénurie de logements et de sol urbanisable a engendré une très forte spéculation sur ces marchés. Elle est d'ordinaire alimentée par la petite et moyenne bourgeoisie locale qui y réinvestit une partie de ses capitaux. On y retrouve cependant également une assez large mobilisation de la petite épargne populaire. Cette forme de "micro-spéculation" résulte alors de tous ceux qui sont à la recherche de ressources financières pouvant compléter des revenus trop souvent irréguliers et issus d'activités informelles.

De fait, la vente de terrains ou de logements permet à ceux qui en ont l'opportunité de retirer un capital d'appoint particulièrement appréciable en cette période de crise. Le marché locatif demeure malgré tout nettement prédominant, et cette situation semble devoir se confirmer. Cela s'explique avant tout par la faiblesse des revenus de la plus grande partie des

néocitadins mais aussi par le désir exprimé par les propriétaires, ou soit-disant propriétaires, de percevoir des loyers réguliers. Le logement des pauvres a ainsi donné naissance à une véritable "industrie privée de la location". On estime ainsi à près de 70 % le nombre de ménages locataires à Abidjan (ANTOINE *et al.*, 1987), à 58 % à Conakry (DEVEY, 1990), et 45 % à Yaoundé. L'achat d'un terrain de 200 m<sup>2</sup> se monnaie par exemple dans cette dernière ville à près de 1 million de francs CFA, ce à quoi il faut ajouter entre 100 et 150 000 francs CFA pour la construction d'un logement, alors que 25 % de la population gagne moins de 72 000 francs CFA par mois et ne peut avoir accès aux systèmes de crédit "normaux" (VERDIER, 1990).

## **B - un marché très souvent illégal**

A la suite des indépendances et après une période plus ou moins longue de tâtonnements, la plupart des nouveaux dirigeants ont repris à leur compte le concept, hérité des lois coloniales, de la souveraineté de l'État sur le sol et le sous-sol, avec ou sans, suivant les régimes politiques, généralisation de la propriété privée. Des lois foncières sont ainsi édictées au Burkina Faso en 1960 et 1984; en Guinée en 1962; au Sénégal et au Kenya en 1964; au Zaïre en 1966 et 1973; au Congo en 1969, au Cameroun en 1974, etc. Le Pouvoir s'arrogeait par là même le monopole de l'organisation de l'espace en se réservant les moyens de fixer les modalités d'affectation, de transmission et de régulation des droits (LE BRIS, 1991; LE BRIS, 1993).

Cependant, en dépit de ces lois foncières, la maîtrise étatique de l'occupation du sol, clé de tout développement urbain planifié, reste la plupart du temps formelle, plus théorique qu'effective et cela d'autant plus que l'on se dirige vers la périphérie des villes. Dans un grand nombre de pays, "*le droit proclamé n'est que rarement le droit pratiqué*" ainsi que le rappelle LEROY (1991) et les extensions nouvelles échappent en grande partie au contrôle de l'administration et se font à l'initiative de ce marché parallèle.

Comme on le devine, les procédures d'appropriation du sol urbain sont dans ce dernier cas bien souvent illégales, les nouvelles installations n'étant ni planifiées, ni enregistrées

cartographiquement par les services de l'urbanisme. L'absence de titres de propriété officiels (arrêté d'occupation, permis de construire, ...) place toutefois les occupants - "propriétaires" comme locataires - dans une situation précaire, marginale sur le plan légal puisqu'ils sont juridiquement assimilés à des squatters. Il n'y a donc aucune sécurité foncière (et immobilière) même si l'installation, qui s'apparente la plupart du temps à un pari, dure parfois depuis de nombreuses années et concerne fréquemment 80 % des logements des grandes cités (LE BRIS, 1991). Les frais de construction étant généralement amortis en 2 à 5 ans en moyenne, les propriétaires qui lotissent ou construisent en toute illégalité, tentent néanmoins leurs chances en tablant sur les lenteurs de l'administration pour réaliser des bénéfices tirés de la location.

## **C - les conséquences d'un aménagement spontané de l'espace urbain**

L'occupation illégale du sol autorise toutes formes de constructions, celles-ci étant généralement non-conformes, sommaires et contraires aux règles d'urbanisme. La production de logements s'effectue de fait essentiellement sous forme d'"auto-construction" (97 % du parc de logements à Brazzaville), la plupart des occupants de la concession assurant eux-mêmes l'ensemble des tâches ("appropriation", construction, financement). Une longue tradition de constructions "faciles à bâtir" rend ce travail plus aisé. Le chantier traîne toutefois généralement en longueur car il dépend des faibles disponibilités financières du particulier. Aussi, le logement est-il édifié aux moindres frais. Parpaings de ciment, plaques de tôle ondulée quand cela est possible. Mais également pisé, torchis, planches, bouts de tôle, carton, plastique, en somme tout ce qui peut être utilisé, comme c'est le cas dans les quartiers d'habitat très sommaire, tel celui de Mathare Valley à Nairobi qui constitue un véritable bidonville (cf. infra). Cette forme d'habitat non planifié compose donc un paysage urbain très diversifié suivant les quartiers, véritables reflets du statut social et économique des habitants.

### ***a - la densification de l'existant***

Les noyaux populaires anciens, formes héritées des quartiers "indigènes" et qui bénéficient de la proximité du coeur de la ville, des zones d'emplois et des équipements connaissent une densification constante.

Les premiers occupants des parcelles, légaux ou non, y procèdent en effet à un morcellement permanent et très poussé des concessions originales qui étaient pour la plupart assez vastes. Les derniers terrains libres et espaces communs, en majorité les plus impropres à la construction, sont d'autre part "appropriés". Les limites acceptables pour un habitat à un seul étage peuvent être alors rapidement atteintes; quelques exemples :

- Ibadan : 1 000 personnes/ha dans les quartiers centraux;
- Yaoundé : 500 personnes/ha dans les quartiers de Mokolo comme de la Briqueterie; 66 % des parcelles y ont moins de 200 m<sup>2</sup>;
- Conakry : 5 à 6 ménages par parcelle, soit environ 40 à 50 personnes sur 300 à 400 m<sup>2</sup> à Tumbo, coeur du vieux centre ville colonial (CHAMPAUD *et al.*, 1993);
- Brazzaville : 300 hab/ha dans les vieux quartiers du centre ville les plus peuplés; la taille moyenne des habitations y est de 37 m<sup>2</sup>, alors que les sociétés immobilières exigent un minimum de 42 m<sup>2</sup> (ORSTOM, 1987);
- Abidjan : 10 ménages par parcelles (400 à 500 m<sup>2</sup>) dans les quartiers centraux, les logements ne faisant pas plus de 10 à 20 m<sup>2</sup> (ANTOINE *et al.*, 1987).

La densification parfois extrême, bien supérieure aux densités officielles autorisées, de ces quartiers anciens conduit à une détérioration continue des conditions de vie, due à la promiscuité, à la dégradation de l'environnement physique, de l'habitat, des infrastructures et des équipements publics. Délaissés pour la plupart depuis plusieurs décennies, ces derniers sont presque partout vétustes et saturés. Les réseaux de distribution (eau, électricité) sont ainsi en grande partie déficients, et rares sont les secteurs où les branchements individuels sont majoritaires. Quand les branchements pirates ou les bornes-fontaines sont en nombre insuffisant, les habitants recourent généralement au traditionnel système des puits même si ce procédé n'est pas sans comporter de graves dangers. Les nappes phréatiques sont en effet plus ou moins toutes polluées par l'accumulation des ordures ménagères en surface - l'enlèvement des déchets qui s'accumulent reste très aléatoire - et la mauvaise évacuation des eaux pluviales et usées (les latrines des concessions représentent également un réel risque pour la santé). Le drainage dans ces quartiers se réduit de fait la plupart du temps à des rigoles encombrées de

détritus et constamment ravinées lors des fortes pluies. Ces conditions sanitaires généralement mauvaises, liées à des densités humaines excessive due à l'exiguïté des logements, entraînent presque toujours de multiples risques pour la santé des habitants (dysenterie, cas de choléra, etc.).

Les quartiers illégaux datant de la période coloniale ou des premières années qui ont suivi l'indépendance enregistrent également des phénomènes de densification particulièrement importants. 70 % à 80 % du sol sont ainsi occupés par des constructions dans le quartier de Mathare Valley, un des quartiers très défavorisés de Nairobi déjà cité. L'exemple, décrit par DE BRUIJN (1987), du vieux squatt de Mazambhé qui s'étend sur 328 ha à Dar el Salaam (Tanzanie) illustre également bien ce phénomène de densification.

Années	Population estimée
1967	33 000 hab.
1975	60 000 hab.
1980	97 000 hab.
1987	140 000 hab.
1990	160 000 hab.

**Tableau 2. Augmentation de la population de Mazambhé (Dar el Salaam) entre 1967 et 1990**

N'ayant fait l'objet d'aucune planification, ce type de quartiers offre des environnements encore plus difficiles car l'absence de services et d'infrastructures est ici à peu près totale. Dans ces quartiers aujourd'hui menacés par la congestion, plus que partout ailleurs, les conditions sanitaires sont en général déplorables. L'enchevêtrement des cases, des rigoles, des ruelles tortueuses, le nombre insuffisant de voies d'accès carrossables, y limitent également fortement les possibilités de circulation. L'eau étant généralement très peu disponible sur place, ce dernier point constitue un lourd handicap. Beaucoup de constructions sont en effet édifiées en matériaux de récupération (interdits) : cartons, planches, plastiques, ce qui fait que les

risques d'incendies sont constants. Ils réduisent alors en cendre les maigres, et si précieux, biens de nombreux occupants.

### *b - l'extension inconsiderée des périphéries*

La densification des quartiers anciens ne suffit pas, et de loin, à absorber l'ensemble des nouveaux citadins. Aussi les zones périphériques qui constituent encore en Afrique noire un espace urbanisable relativement disponible sont-elles l'objet d'une conquête accélérée. Elles connaissent alors fréquemment des accroissements supérieurs à 10 % par an quand la ville dans son ensemble ne gonfle "que" de 6 % à 7 % par an. La spéculation foncière et immobilière est donc, comme on peut s'en douter, particulièrement intense à la périphérie des villes. L'appropriation du sol est rapide, même si le bâti n'apparaît parfois que plus tard. Nombreux sont en effet ceux, souvent des "bourgeois" de la ville, qui anticipent sur sa croissance et qui "investissent" dans des parcelles appartenant aux villages proches, déjà plus ou moins colonisés et densifiés. La plupart des grandes cités africaines se sont ainsi vues entourées de véritables "*glacis spéculatif*" (LE BRIS, 1991).

Dans cette frange incertaine, floue et toujours repoussée, qui sépare le domaine urbain du monde rural, le marché foncier est encore très fréquemment régi dans de nombreux pays africains par le droit coutumier. Le personnage central du processus d'urbanisation de ces espaces périphériques est de ce fait généralement le chef de terre/lotisseur de la parcelle convoitée. Celui-ci ignore ou respecte généralement peu les politiques urbaines officielles.

Cette situation résulte de la forte persistance dans la société africaine (tout au moins jusqu'à ces dernières années) de la notion de communautarisme. L'Afrique se trouve de fait toujours engagée dans une phase de transition, tant au plan notionnel qu'institutionnel, qui voit l'imbrication complexe de systèmes juridiques et la cohabitation ambiguë des droits traditionnels coutumiers qui subsistent et des nouvelles lois foncières nationales. Cette conjoncture constitue à l'évidence une importante source de conflits et de contradictions. Elle oppose en effet la souveraineté foncière déclarée de l'État à l'autorité, aujourd'hui contestée mais souvent bien réelle, des chefs traditionnels qui, dépositaires des us et des coutumes,

perpétuent aujourd'hui encore la conception "collective et inaliénable" du sol communautaire (LE ROY, 1991).

Lors de l'attribution d'un terrain à bâtir, les chefs de terre/lotisseurs (ou le mandataire de la communauté) ne délivrent donc qu'un droit d'usage, permis d'occupation précaire et révocable qui se substitue au droit d'usage des exploitants agricoles. Bien souvent monnayée à un prix proche du prix de vente, cette transaction a longtemps répondu autant à des considérations sociales (assujettissement, alliance) qu'à des motifs économiques. Les propriétaires coutumiers assimilant cependant très rapidement les lois du marché, les raisons financières deviennent toutefois prédominants de nos jours, les terrains acquérant de plus en plus le statut de quasi marchandise.

Cette procédure d'attribution coutumière, qui s'efforce parfois de présenter une légalité apparente ("plan de lotissement", "standards" de construction) varie d'une ville à l'autre ainsi que le note encore LE BRIS (1991) : *"à Abidjan, les Ebrié ont directement négocié des compensations avec l'autorité publique; à Kigali, les possesseurs historiques du sol vendent parcelle par parcelle alors qu'ils procèdent par petits lotissements à Bamako et par grands lotissements à Brazzaville et à Kinshasa."*

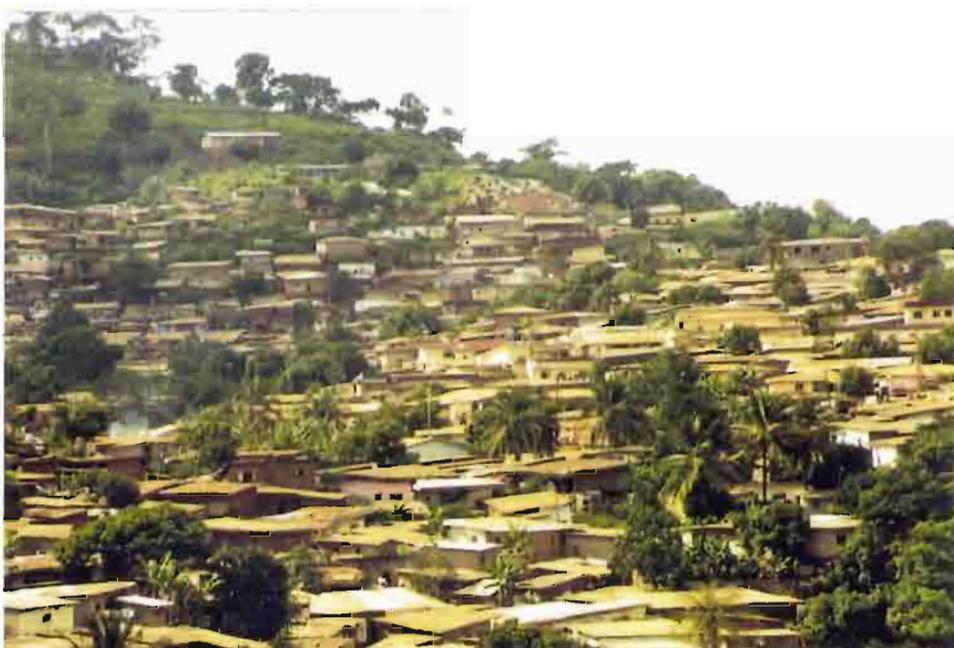
L'appropriation individuelle des parcelles conditionne très largement la structure des nouveaux quartiers périphériques et influe directement sur leur fonctionnement. L'accession à la "propriété" dans ces quartiers offre ainsi généralement la possibilité d'obtenir de plus grandes concessions (en moyenne 400 m<sup>2</sup> contre 100 m<sup>2</sup> dans les quartiers du centre à Douala par exemple - MAINET, 1982), et ce à des prix plus abordables. Les nouveaux occupants peuvent alors reconstituer, comme par le passé, la grande famille élargie à plusieurs générations, et rétablir ainsi un tissu affectif, familial et social parfois détruit, ou obtenir des loyers plus nombreux. N'ayant ainsi ni la mentalité, ni les moyens de construire en hauteur - à Yaoundé les bâtiments à étages ne représentaient que 2 % du bâti urbain en 1978 - c'est donc un modèle résidentiel caractérisé par sa logique horizontale et ses faibles densités (en moyenne 100 à 150 hab/ha) qui s'impose habituellement.



a - périphéries désertées  
(Ouagadougou)



b - dégradation des  
centres anciens  
(Ibadan)



c - urbanisation de  
sites impropres  
(Yaoundé)

**Planche photographique 2.  
Les conséquences d'une mauvaise gestion urbaine**



Quand les villes ne connaissent pas de grandes contraintes spatiales, l'espace urbain tend de fait généralement à s'étendre comme une véritable tache d'huile, avec cependant une forte préférence pour les principaux axes de communication goudronnés. Abidjan serait ainsi passée de 120 km<sup>2</sup> en 1970 (doublement de sa surface de 1963) à plus de 600 km<sup>2</sup> en 1980. L'aire urbaine de Kinshasa serait également passée de 55 km<sup>2</sup> en 1957 à 179 km<sup>2</sup> en 1975, celle de Brazzaville de 52 km<sup>2</sup> en 1974 à 122 km<sup>2</sup> en 1984. Si ces chiffres restent largement indicatifs du fait des énormes difficultés qu'il y a (ou peut-être plutôt "avait") à suivre et à mesurer des croissances aussi rapides et massives, il est incontestable que l'on assiste pour ces villes à un véritable changement d'échelle, la grande capitale de cette fin de siècle occupant des espaces beaucoup plus vastes que la cité des années 1960. A noter également que la densité moyenne de la ville baisse généralement au fur et à mesure que la population augmente. C'est notamment le cas à Brazzaville où la densité brute de la ville serait passée de 89 hab/ha en 1974 à 67 hab/ha en 1985, les marges des quartiers les plus récents ne dépassant pas pour leur part 60 hab/ha (ORSTOM, 1987).

La situation est toutefois quelque peu différente dans des villes comme Conakry ou Yaoundé dont la "libre" croissance spatiale est grandement restreinte par les réalités d'un site beaucoup plus contraignant comme nous l'avons déjà évoqué. Les densités spatiales sont dans ce cas nettement plus élevées (CHAMPAUD *et al.*, 1993).

Ce développement spontané, incontrôlé et anarchique de ces quartiers informels qui ont complètement transformés l'espace urbain en deux ou trois décennies est malgré tout responsable de nombreuses et graves difficultés.

Du fait de sa croissance largement anarchique, la ville absorbe ainsi inexorablement des infrastructures créées à l'origine suffisamment loin, pensait-on, des limites urbaines. C'est notamment le cas des aéroports qui se retrouvent aujourd'hui, à Conakry comme à Yaoundé, Ouagadougou et Brazzaville, au beau milieu de la ville et ceinturés (au plus près) par des quartiers populaires dont les habitants n'hésitent pas à traverser les pistes entre deux mouvements d'avions... Outre des problèmes de sécurité évidents, un "obstacle" de plus de

4 km de long constitue bien entendu un handicap de taille pour tout futur aménagement planifié de la zone.

De même, la très forte spéculation qui pèse sur les terres agricoles de la frange urbaine (elles sont progressivement grignotées) est une lourde menace pour le devenir de l'agriculture péri-urbaine. Celle-ci représente pourtant, nous l'avons vu, une source importante des approvisionnements vivriers de la ville et une ressource financière tout aussi vitale pour de nombreux citoyens.

L'occupation spontanée, ou tout au moins non planifiée, s'effectue souvent d'autre part sur des terrains non viabilisés qui ne bénéficient pas des infrastructures et des équipements adéquats. Les investissements réalisés par les lotisseurs privés ou les loueurs pour améliorer les conditions du site, ou tout au moins assurer sa préservation, sont ainsi fort limités. Il s'en suit trop fréquemment de fortes dégradations de ce dernier qui peuvent conduire à l'abandon pure et simple d'espaces ayant fait l'objet de transactions foncières. DE MAXIMY et PAIN (1982) citent à ce propos les érosions catastrophiques qui ont détruit dans la périphérie de Kinshasa une partie des pentes sur lesquelles s'accrochent de nombreux quartiers ayant fait l'objet d'attributions coutumières. Si ce problème ne prend pas partout des formes aussi aiguës, il est néanmoins présent dans l'ensemble des villes dans lesquelles se conjuguent la violence des précipitations, des sols dénudés (surtout si les pentes sont fortes) et l'indigence des réseaux d'évacuation des eaux pluviales.

L'absence presque totale de toute véritable infrastructure de base et desserte par les réseaux publics (assainissement, électricité, adduction et distribution d'eau potable par bornes-fontaines) condamne également les populations, livrées à elles-mêmes, à des solutions de fortune pendant des mois sinon des années.

L'accès à l'eau potable constitue de ce point de vue un des principaux soucis. Elle est de fait généralement rare et chère car revendue dans des kiosques ou par des "charretiers" ambulants. Les tarifs pratiqués sont souvent dix fois plus élevés que ce que pourraient demander les services publics et ils pèsent sur les revenus des ménages les plus pauvres. Aussi

faut-il dans bien des cas se rabattre sur les sources, les puits ou les cours d'eau voisins. Mais là encore, l'amoncellement des déchets ménagers, l'indigence des réseaux d'écoulement des eaux pluviales et usées, d'ordinaire transformés en dépotoirs, mettent sérieusement en danger la santé des habitants. Ces menaces sont d'autant plus graves que ces quartiers marginalisés souffrent cruellement du manque de centres de soins (dispensaire ou autre), comme ils manquent d'écoles, de marchés, de postes de police et d'incendie...

Privés des équipements essentiels, ces quartiers périphériques subissent de plus un véritable enclavement, la juxtaposition des espaces créés, la variabilité des tailles et des formes du parcellaire, la discontinuité de la trame urbaine (absence d'alignement, de connexion) réduisant les possibilités de circulation. Les carences des infrastructures routières, de la voirie en général, les routes ou chemins de terre sont traditionnellement transformés en borbier et rendus impraticables à chaque saison des pluies, limitent ainsi fortement les possibilités d'accès et de déplacement à l'intérieur de ces quartiers immenses.

Cet enclavement renforce de fait la ségrégation socio-spatiale et aggrave l'effet d'exclusion des plus pauvres occupants de ces "banlieues-dortoirs" souvent très éloignées du centre ville. Car les insuffisances des transports (on assiste depuis le début des années quatre-vingt à une dégradation progressive de la "capacité de transport" dans les villes) et leur coût conditionnent, plus encore que dans les quartiers centraux surdensifiés et dégradés, l'accès quotidiens aux emplois, aux équipements publics et aux services sociaux (éducation, soins, planning familial). Ces derniers deviennent alors de plus en plus un privilège hors de portée d'une majorité de citoyens qui n'ont que leurs jambes pour se déplacer (GODARD, 1993). Ils doivent alors s'efforcer de résoudre par eux-mêmes tous leurs problèmes quotidiens et concevoir des solutions originales pour suppléer aux carences des pouvoirs publics. Certaines réponses ont déjà été trouvées, comme le développement des activités informelles qui aident à structurer la vie sociale des quartiers, ou l'essor des associations d'entraide qui rendent possible le nettoyage collectif, le curage des caniveaux, la gestion d'écoles et de centres de santé, etc.

La densification de ces quartiers périphériques progressant rapidement en suivant l'avancée du front urbain, les nouveaux périmètres autoconstruits sont amenés à peser de plus en plus lourd dans l'espace urbain. Leur poids démographique devrait même devenir rapidement prépondérant. Se pose donc dès à présent le problème de l'intégration spatiale et sociale de ces espaces en gestation, aujourd'hui plus ou moins marginalisés et dans lesquels les tensions sociales et l'insécurité ne cessent de grandir.

### **3. LA RÉACTION TARDIVE DES POUVOIRS PUBLICS**

#### **A - une approche plus pragmatique**

Très, ou trop longtemps, les gestionnaires des grandes villes africaines ont voulu croire qu'une telle situation ne serait que temporaire et que la croissance économique, ou son retour rapide, permettrait de surmonter à moyen terme ce cap difficile. Dans l'attente, les pouvoirs publics ont beaucoup temporisé, oscillant entre la pacification - l'intégration de ces quartiers dans la ville légale - et la répression par la politique des déguerpissements.

Les programmes de restructuration de ces quartiers auto-construits pouvant être perçus par les populations les plus démunies comme un encouragement à l'expansion et au développement de ce type d'implantation, la seconde solution fut dans un premier temps souvent préférée. Il s'ensuivit une longue période de "rénovations-bulldozer" brutales, de destruction de l'habitat incontrôlé et d'expulsion (vers les périphéries...) des habitants pauvres en situation irrégulière qui ne pouvaient prétendre à l'attribution d'une parcelle lors des recasements, ce qui est le cas de la plupart des locataires et des "hébergés".

Or cette politique d'exclusion, ce refus d'accorder la citoyenneté urbaine à ce qui constitue de plus en plus la majorité des citoyens ne peuvent être plus longtemps maintenus car la crise économique actuelle est un phénomène structurel, durable. Il était donc temps que les pouvoirs publics africains puissent répondre par l'affirmative aux questions posées par exemple par FRANQUEVILLE (1984) dans son analyse (critique) des politiques urbaines menées à Yaoundé : *"Il est d'autre part à craindre que la localisation des zones de relogement toujours*

*plus loin vers l'extérieur, ne traduise une tendance de la politique d'urbanisme à rejeter vers la périphérie les masses les plus pauvres et à réserver à la zone centrale, nouvelle "Ongola", un rôle de vitrine factice conçue pour les favorisés de la fortune et enviée par la multitude des autres. Au cloisonnement dont avaient rêvé les colons, entre la "vraie" ville, celle des Blancs, et les "villages indigènes", ne ferait alors que se substituer un autre type de ségrégation entre les "citadins à part entière" habitant un centre ville copié sur l'Occident, prolongé vers le nord par les résidences de haut standing, et une banlieue qui ne serait tolérée que dans la mesure où elle apporte sa force de travail. Ne saurait-il donc y avoir d'autre modèle de ville que celui qu'a secrété l'Occident moderne ? N'est-il pas possible d'imaginer une capitale du Cameroun qui serait non pas la vitrine de l'Occident mais celle d'un pays qu'elle régit, et où les conditions d'habitat seraient adaptées non pas aux normes européennes mais à celles des citadins africains et à leur mode de vie spécifique ?"*

De fait, après des décennies d'échec et tant de projets détournés de leur but, si l'envie de supprimer les "taudis" et le désir de maintenir des standards élevés de construction et de planification minimum taraudent encore la pensée de certains décideurs, l'on semble toutefois s'être engagé dans des politiques urbaines plus réalistes. La pression exercée par les bailleurs de fonds étrangers et l'application des politiques d'aménagement structurel imposées par les grands organismes internationaux n'y sont d'ailleurs vraisemblablement pas étrangères...

Afin de répondre au plus vite aux énormes besoins qui s'expriment dans un contexte de diminution régulière des ressources financières et de redéfinition des priorités en matière d'investissements publics, l'accent a été mis sur plusieurs objectifs. Jugés indispensables à la réorientation des politiques de logements, à l'encadrement des dynamiques urbaines et à la mobilisation optimale des ressources, ces objectifs sont les suivants (OSMONT, 1991; VENARD, 1993) :

- réduction des interventions étatiques (publiques et para-publiques) sur les marchés fonciers et immobiliers. L'État qui doit assainir ses finances et diminuer ses dépenses doit se concentrer sur les investissements urbains les plus essentiels

comme la planification générale, la construction et l'entretien des services primaires de voirie et de drainage, l'électrification des quartiers, l'adduction d'eau, les grands services sociaux. La récupération totale ou au moins partielle des coûts doit être recherchée;

- décentralisation des services, redistribution des pouvoirs urbains (transfert de compétences et renforcement des pouvoirs des communes urbaines), assouplissement des réglementations en vigueur;

- acceptation par l'État du "provisoire" qui fait partie intégrante du paysage urbain. L'habitat spontané doit être intégré à la structure urbaine car les populations à faibles revenus y auront probablement recours pendant de nombreuses années encore;

- lutte contre la spéculation. L'accès au logement et au sol urbain doit être facilité pour le plus grand nombre. Priorité doit être donnée au lotissement et à l'aménagement, même sommaire ou différé, de sites d'accueil bon marché destinés à encourager la construction d'un habitat en "dur", pour et par les populations les plus pauvres dont les capacités d'épargne sont très modiques. L'État assure la délimitation des parcelles, la viabilisation générale. Celle-ci peut se réduire à la simple trame de la voirie, les équipements et les infrastructures étant réalisés par des filières privées avec ou sans la participation des ménages intéressés (principe de l'auto-suffisance des équipements);

- abandon des politiques de déguerpissement et réhabilitation des quartiers spontanés. La régularisation foncière constitue de fait la clé de la réussite de toute politique urbaine réaliste. Toutes les études montrent en effet que le véritable frein à l'investissement privé, à l'auto-amélioration de l'habitat et de l'environnement est avant tout le sentiment de précarité provoqué par l'illégalité de l'occupation du sol ou le caractère bien souvent provisoire des autorisations publiques, beaucoup plus que la faiblesse des revenus. (Les droits d'habiter ou d'occuper une parcelle délivrés par l'État ne donnent en effet pas toujours lieu à des compensations en cas de déguerpissement possible. Celui-ci peut alors devenir un véritable drame).

Devant le "fait accompli", les autorités publiques paraissent plus ouvertes à la négociation, au compromis et acceptent de régulariser la situation en légalisant une partie de l'occupation des sols au fur et à mesure de la densification des quartiers;

- soutien et encadrement des initiatives privées ou "informelles" visant à la construction de logements et à l'aménagement de terrains dotés d'un plan de parcellement officiel. L'exécution du projet se fait dans ce cas à l'initiative de personnes ou d'entreprises privées qui assurent elles-mêmes la promotion, la conception, le financement et la direction des travaux.

## **B - les limites de cette politique**

Si cette politique permet de réduire l'écart entre l'offre et la demande de logements et de parcelles et améliore les conditions de vie et l'intégration de beaucoup de citoyens trop longtemps marginalisés, elle n'est toutefois pas suffisante pour absorber tous les effets de la crise.

Les nouvelles orientations se heurtent tout d'abord au manque de ressources financières qui réduit considérablement la marge de manoeuvre de l'État, des collectivités locales ou des municipalités. Où que soient aujourd'hui situés les centres de décision, ces différents échelons se révèlent dans bien des cas incapables d'assurer ne serait-ce que la simple gestion et l'entretien des équipements déjà existants et plus que saturés. DEVEY (1990) cite ainsi l'exemple de Conakry dont le réseau d'assainissement couvrait 86 km alors que 258 km de réseau auraient été nécessaires pour assurer les besoins minimum de la population. Mais le budget de la ville pour l'année 1987 s'est établi à 450 millions de francs guinéens, dont 22 % seulement consacrés à l'investissement, le fonctionnement absorbant les 78 % restant (le personnel dévore ainsi les 7/10 de ce budget...). Une subvention de 44 % avait d'ailleurs dû être allouée à la ville pour boucler son budget, les recettes enregistrées n'ayant été que de 251 millions (à comparer aux 1 618 millions de recettes potentielles) (CHAMPAUD *et al.*, 1993).

Parallèlement, la déréglementation, la privatisation de certains services, la diminution des aides publiques aux programmes d'équipement, aux services urbains comme aux

programmes sociaux contribuent d'aggraver les effets de la crise. De nombreuses grandes villes ont ainsi été confrontées ces dernières années à de violentes émeutes (parfois surnommées les "émeutes du FMI"...). Pour de compréhensibles raisons sociales, les divers gouvernements ont alors souvent bloqué les hausses de prix et notamment empêché les compagnies de distribution d'eau, d'électricité ou les sociétés de transport publics de couvrir leurs frais. Quand elles ne sont pas acculées à la faillite, leur situation critique les rend la plupart du temps bien incapables de financer les investissements, de plus en plus lourds, qui seraient indispensables pour accompagner l'énorme croissance spatiale de ces grandes villes.

La politique de rénovation des quartiers non planifiés, qui cherche à maintenir sur place le plus grand nombre des habitants tout en améliorant leurs conditions de vie, n'est pas non plus sans conséquences négatives pour une partie de la population de ses quartiers. Elle entraîne en effet le départ de beaucoup - principalement les plus pauvres "victimes" de l'augmentation des loyers qui ne manque pas de se produire - vers les "nouvelles" périphéries. La pression foncière reste de ce fait très forte aux marges les plus récentes du front d'urbanisation où le lotissement illégal des parcelles récemment défrichées bat son plein. Dans ces lointaines périphéries, les concessions ne sont pas toujours immédiatement occupées. Le parcellaire est alors matérialisé par des voies de cheminement, des clôtures végétales, le stockage de matériaux de construction (tas de sable, parpaings, planches) ou mieux, par une baraque provisoire hâtivement construite, à l'exemple des "pigeonniers" de Ouagadougou dont nous reparlerons dans la Troisième Partie.

Enfin, les classes sociales les plus défavorisées se trouvent constamment refoulées sur les terrains les plus impropres à l'urbanisation, c'est à dire là où leur existence "gêne" le moins et où la valorisation des terrains restent encore financièrement inintéressante. Plus que jamais, on assiste à l'exclusion, à l'extrême marginalisation des plus pauvres qui s'efforcent de survivre sur les pentes raides sujettes à l'érosion, dans les bas-fonds inondables qui transforment très souvent ces secteurs en cités palustres à la saison des pluies, ou bien encore à proximité des usines les plus polluantes... Cet habitat véritablement anarchique abriterait aujourd'hui de 15 à 25 % des urbains selon les villes.

#### 4. UN AVENIR PLEIN D'INCERTITUDE

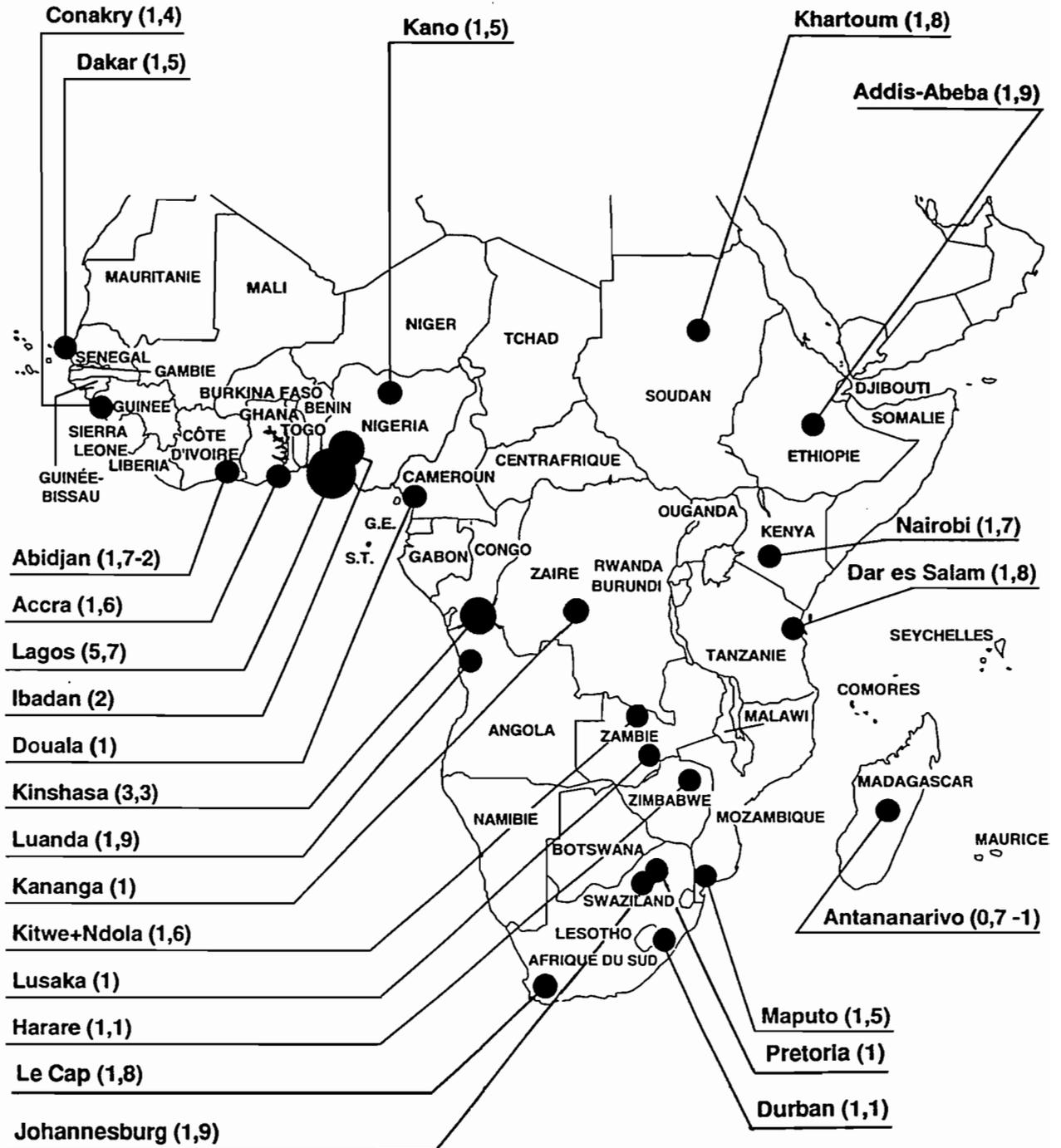
Toute société urbaine ne cesse de balancer entre la vitalité et le chaos, et l'équilibre est parfois bien fragile. Les accès de violences qui montent de plus en plus fréquemment des banlieues déshéritées de nos grandes cités européennes sont d'ailleurs là pour en témoigner. Dramatiquement sous-industrialisées et sous-équipées, les grandes métropoles africaines ont su jusqu'à présent réussir l'exploit de s'accommoder de dynamiques démographiques voisines de 7 %, voire de 10 % par an. Mais jusqu'à quand ? L'avenir économique du continent rendra-t-il à ces villes leur rôle d'éléments de croissance et de modernité, ou fera-t-il d'elles des éléments de déstabilisation poussant à la révolte la masse des pauvres et des exclus ?

Les projections à long terme sur les populations urbaines, exprimées dans le rapport ILTA établi au début des années quatre-vingt, ont mis en évidence l'ampleur du phénomène urbain en Afrique noire à l'horizon 2010. Tenant compte d'une croissance urbaine moyenne de l'ordre de 6,3 % par an au cours de la dernière décennie et tablant pour le futur sur des taux plus raisonnables de 5,2 % par an, les perspectives avancées dans ce rapport étaient les suivantes (HARRIS, 1992) :

- 3 régions urbaines auraient franchi le cap des 10 millions d'habitants en 2010 : Kinshasa (16 millions), Lagos (15 millions) et Abidjan (10 millions);
- 77 villes, dont 20 au seul Nigéria, dépasseraient 1 million d'habitants (22 villes de plus de 3 millions d'habitants), soit 6 à 7 fois plus qu'en 1980;
- 638 villes compteraient plus de 100 000 habitants, soit près de 4 fois plus qu'en 1980.

Selon ce même rapport, les 47 villes primatiales de l'Afrique subsaharienne devraient regrouper 150 millions d'habitants en 2010, soit 28 % du total urbain.

Au début des années 1990, 24 villes comptaient plus d'un million d'habitants, contre une douzaine en 1980, dont trois au Nigéria et quatre en République Sud-Africaine (figure 5).



**Populations**

- de 1 à 2 millions
- de 2 à 4 millions
- plus de 4 millions

**Figure 5. Les villes "millionnaires" de l'Afrique noire en 1990**

source : Afrique contemporaine, numéro spécial, 4<sup>e</sup> trimestre 1992; South African Communication Service, 1994

Aux alentours de l'an 2000, des capitales comme Yaoundé, Ouagadougou, Bamako, Brazzaville, Niamey, Mogadiscio, Kampala ou N'djaména, qui approchaient ou dépassaient déjà les 700 000 habitants en 1990, devraient elles aussi faire leur entrée dans le groupe des villes millionnaires. Toutefois, avec l'installation durable de la crise économique, des signes de ralentissement du dynamisme démographique des plus grandes métropoles semblent se confirmer depuis le milieu des années quatre-vingt.

La très mauvaise conjoncture économique et les mesures d'austérité imposées dans le cadre des mesures d'ajustement structurel ont eu de fait de très fortes répercussions dans les villes. Encore tout récemment (janvier 1994) le réajustement monétaire qui a vu la brutale dévaluation de 50 % du franc CFA a constitué une véritable onde de choc pour les économies des 14 pays de la zone Franc. Si cette dévaluation doit relancer à terme l'économie de la région, la brutale hausse des prix des produits de première nécessité qu'elle a instantanément entraînée a plongé les populations les plus défavorisées dans un profond désarroi.

Partout en Afrique, le nombre des citoyens fragilisés par la crise ne cesse en fait d'augmenter et la paupérisation urbaine se fait de plus en plus forte. En Côte-d'Ivoire, le revenu moyen des citoyens qui était 3,5 fois supérieur à celui des ruraux aux débuts des années quatre-vingt n'en représentait plus que le double en 1985. Au Ghana, les revenus des agriculteurs ont stagné, mais les revenus urbains ont fléchi de 40 % au cours de la même période (BANQUE MONDIALE, 1989). Malheureusement, il est fort à craindre que l'on assiste encore, dans les années qui viennent, à une dramatique augmentation du chômage dans les grandes villes, à la baisse de la scolarisation et à la dégradation des services sociaux et des niveaux de la santé.

Le chômage constitue à l'évidence une des plus grandes préoccupations pour l'avenir. On estime ainsi à 380 millions environ le nombre d'emplois qui devraient être créés d'ici à 2020 (malgré un taux de chômage maintenu à 10 %). Mais les chiffres avancés par le Bureau International du Travail (BIT) dans son rapport de 1992 ne sont pas particulièrement encourageants. Ils montrent en effet que la population "désoeuvrée" ne paraît pas devoir baisser, bien au contraire : 10 % en 1970; 18 % de la population active urbaine aujourd'hui

(soit 9 millions de personnes); 28 millions, soit 31 % de la population active d'ici à la fin de la décennie... Comment le marché urbain pourra-t-il s'adapter à ce déséquilibre croissant entre l'offre et la demande de main-d'oeuvre ?

Jusqu'à présent, le secteur informel a joué un rôle régulateur indispensable en permettant au plus grand nombre de subsister ou de trouver un complément de ressources. Les "acteurs du bas" ont ainsi inventé, innové, créé des activités - selon DEVEY (1990), l'économie "non-officielle" représentait 3/4 des emplois à Conakry - satisfaisant les besoins essentiels. Mais la foule des petits métiers (micro-commerces, artisans), l'agriculture urbaine et maraîchère sur les espaces publics pourront-ils encore longtemps suppléer à l'étroitesse du marché du travail (HUGON, 1992; GAUD, 1993) ? A l'image de la classe moyenne (salariés, fonctionnaires) qui a vu ses revenus réduits (les salaires peuvent être payer avec plusieurs mois de retard) et la garantie de l'emploi disparaître, quelles seront les réactions (désespérées ?) de tous ceux qui seront laminés par la crise (SAUTTER, 1982; BATAILLON, 1992) ?

De plus, ces populations doivent faire face, nous l'avons vu, à la dégradation quasi continue de leur environnement physique et sanitaire. L'incapacité actuelle à maîtriser l'organisation de l'espace urbain expose en effet ces villes à une destruction accélérée du milieu physique : érosion et ravinements des pentes et des surfaces dénudées, déboisements inconsidérés des zones périphériques pour des besoins en bois de feu ou de construction comme c'est le cas à Ouagadougou, Brazzaville ou Conakry. Outre le fait que ces dégradations de l'environnement constituent une menace très sérieuse pour l'habitat (inondations, glissements de terrain) et les infrastructures (détérioration de la voirie), elles accentuent également le caractère désastreux des conditions sanitaires.

La détérioration constante des équipements, la quasi absence d'assainissement des eaux et de tout-à-l'égout favorise ainsi presque partout la recrudescence et la prolifération de maladies comme la poliomyélite, le choléra, les hépatites, les diarrhées ou le paludisme parmi les populations citadines les plus défavorisées et incapables d'accéder aux soins. N'oublions pas d'ailleurs que de telles concentrations humaines vivant dans des conditions d'hygiène aussi déplorables n'auraient pu durablement se maintenir dans le passé, des épidémies n'ayant pas

tardé à provoquer de véritables hécatombes. Cette dernière éventualité n'est hélas pas à écarter car, ainsi que le disent de nombreux médecins, nous avons seulement une trêve avec les maladies infectieuses. Pour preuve, certaines infections deviennent de plus en plus difficiles à combattre depuis l'apparition de souches résistantes aux antibiotiques les plus courants.

Parmi tous les risques infectieux, le sida constitue à l'évidence un énorme sujet d'inquiétude pour l'Afrique qui se retrouve être le continent le plus touché par l'épidémie, surtout parmi ses populations urbaines (6 séropositifs sur 10 seraient africains). Au Rwanda, 20 à 30 % de la population urbaine entre 20 et 40 ans seraient infectés par le virus; en Côte-d'Ivoire, 5,5 % de la population du pays serait touchée, dont 6,4 % à Abidjan. Et l'épidémie de sida connaît en Afrique une expansion de plus en plus rapide, surtout dans sa partie orientale et centrale, les enquêtes montrant que les cas concernent prioritairement les adultes hétérosexuels à partenaires multiples en milieu urbain (ce qui est hélas fort répandu). Or, comme on le sait, il n'existe à moyenne échéance aucun vaccin en vue et même si cela était, le prix élevé de ce dernier le rendrait en principe inaccessible à une grande partie de la population.

Contrairement à ce que certains scénarios catastrophes pourraient laisser croire, il ne semble pas que la propagation de l'épidémie de sida ralentisse véritablement la croissance démographique du continent. De fait, si dans les 15 pays les plus menacés le "déficit" en vies humaines (décès plus déficit de naissances) est actuellement estimé à 12,4 millions de personnes d'ici 2005, la population totale devrait y augmenter de plus de 110 millions d'individus! Par contre, l'épidémie aura des effets dévastateurs en désorganisant une société africaine déjà très fragilisée. Elle décime en effet les élites urbaines africaines et rend orphelins de très nombreux enfants qu'il faudra soigner, instruire et faire vivre... (HERZLICH, 1994; ANTOINE, BA, 1994).

Toutes les dérives sont donc possibles, et les images d'apocalypse ne manquent pas pour l'Afrique : crise de la société; chômage galopant; faillite financière; insécurité généralisée; retour des épidémies. Déjà, des foyers, explosifs et difficilement contrôlables, de tensions sociales exacerbées et d'instabilité politique s'allument dans différentes capitales. Les émeutes

de ces dernières années qui ont éclaté à Kinshasa, Lagos, Abidjan, Dakar ou Lomé semblent le confirmer.

Car ces villes sont jeunes et peuplées de jeunes (60 % de la population de Dakar à moins de 20 ans), très souvent instruits mais sans travail, l'inadéquation entre la formation et l'emploi étant profonde. La frustration grandissante de ces nouvelles générations; le blocage de la mobilité sociale (les dégressements des effectifs de la fonction publique laissent peu d'espoir d'insertion comme salarié); la paupérisation des classes moyennes; les disparités sociales énormes et croissantes entre la ville des riches (isolés de plus en plus dans de véritables "ghettos fortifiés" comme à Lagos ainsi que nous avons pu nous-même le constater) et celle de la masse des pauvres, de plus en plus marginalisés, laissent de fait craindre que les bouillonnements actuels et les tensions sociales ne se radicalisent.

Certains dirigeants en paraissent pleinement conscients. Ils n'hésitent pas alors à transférer la "capitale" en des lieux moins "sensibles". C'est ainsi que l'on a vu le transfert des fonctions de Lagos à Abuja dans le cas du Nigéria, d'Abidjan à Yamoussoukro (village natal de l'ancien Président Houphouët BOIGNY, aujourd'hui décédé) pour la Côte-d'Ivoire ("transfert" qui demeure toutefois en grande partie théorique).

Mais les populations elles-mêmes semblent parfois quitter les mégapoles, et pas seulement à la suite des efforts engagés par des pays comme la Côte-d'Ivoire, le Nigéria ou le Ghana pour rééquilibrer leurs territoires. Kinshasa, Lagos, Abidjan ou Dakar verraient ainsi leur croissance geler ou tout au moins connaître un net ralentissement (l'accroissement humain reste inévitable du fait de l'inertie démographique de ces villes "jeunes"). Le cas le plus exemplaire serait celui du Nigéria où le phénomène de déconcentration des métropoles (Lagos, Kano ou Ibadan) a débuté vers le milieu des années quatre-vingt. Les populations retournent semble-t-il en grand nombre dans leurs régions ou pays d'origine, preuves que la dégradation constante des conditions d'existence, la conjugaison de l'entassement, du chômage, de l'insécurité, des pollutions, le délabrement des conditions sanitaires et des infrastructures finissent par créer des situations intolérables (IGUE, 1994). Notons également que les tensions

sociales engendrées par la crise peuvent également attiser les ressentiments inter-ethniques et dégénérer en affrontements comme l'actualité nous le montre trop souvent.

Sans atteindre de telles extrémités, nombre de capitales, de grandes villes qui connaissent encore des croissances soutenues, paraissent malgré tout être entrées de nos jours dans une dynamique de désinvestissement-décroissance, les extensions spatiales non maîtrisées, la vétusté des infrastructures jointes à la pression foncière et aux problèmes environnementaux entraînant inévitablement des phénomènes de "déséconomie d'échelle". Ce fait nouveau pourrait comporter de très graves risques; notamment, si l'on devait voir apparaître une situation entièrement nouvelle dans laquelle la grande ville - qui a toujours été (malgré ses propres maux) le dernier lieu jouissant d'une certaine sécurité, d'un minimum de ravitaillement, de travail et de services - ne serait plus elle-même en mesure d'assurer les besoins les plus élémentaires.

Si les taux de croissance des grandes villes semblent donc s'être ralenti depuis quelques années au "profit" de ceux des villes secondaires - qui ne tarderont pas ainsi à connaître les mêmes difficultés - leur inexorable accroissement démographique ne peut qu'aviver les tensions actuelles si aucune mesure n'est prise pour les rendre demain plus "humaines". Pour cela, le suivi de leur dynamique et le retour d'une planification minimale mais réaliste de leur aménagement constituent des objectifs clés. Or, au delà des obstacles de tout ordre que nous avons déjà évoqués, l'inefficacité des pouvoirs publics tient, pour une large part, à une grande méconnaissance de l'espace urbain. Les outils traditionnellement employés pour parvenir à une simple cartographie de base de l'ensemble des implantations, de l'étendue et du type des différents aménagements sont en effet souvent complètement dépassés dans le contexte de crise actuelle par la rapidité des évolutions. Sans références cartographiques fiables, il ne peut y avoir de planification ni d'aménagement réalistes. Depuis quelques années toutefois, les images-satellite, surtout celles que l'on doit à la série des satellites Spot, sont en mesure de fournir l'essentiel des connaissances requises.



**- SECONDE PARTIE -**

---

**Les images Spot : un outil efficace au service de l'aménagement urbain**

---



## CHAPITRE 1. DES BESOINS CRUCIAUX NON SATISFAITS

### 1. LES BESOINS

En matière de gestion du développement de ces grandes agglomérations, le maintien d'un fragile équilibre quotidien - qui a permis jusqu'à présent d'éviter de trop graves explosions sociales - l'a trop longtemps emporté sur des politiques d'aménagement à moyen et long terme. Les pouvoirs publics s'efforcent de fait avant tout aujourd'hui d'assurer l'existence journalière des masses urbaines en fermant trop souvent les yeux sur les nombreux "dérapages", au premier rang desquels l'urbanisation spontanée, et ce au détriment d'un développement équilibré de l'espace urbain. Mais les solutions partielles décidées sous la pression des événements, au coup par coup, afin de tenter de suivre et d'encadrer un mouvement qui les dépassent, pèsent sur l'avenir et peuvent engager dans des impasses critiques. Aussi, plus que jamais, face à une dynamique porteuse de tant de facteurs d'instabilité, il est essentiel que les diverses structures de décision se donnent enfin et très rapidement les moyens d'être en mesure d'intervenir plus efficacement dans l'aménagement et le développement accéléré de ces grandes villes.

Il est ainsi urgent de parvenir à un meilleur contrôle de l'occupation des sols et de promouvoir une gestion rationnelle et durable des ressources foncières en réhabilitant une planification minimale de la croissance urbaine. En effet, si l'urbanisme était contrôlé et concentré, la capacité de densification de certains quartiers anciens, et surtout celle des vastes zones péri-centriques, permettrait de mieux cibler les interventions publiques et pourrait limiter l'amplification du phénomène massif des aménagements spontanés. Il serait ainsi possible d'éviter la "taudification" progressive des vieux centre-villes et l'extension démesurée des quartiers périphériques dont les multiples dysfonctionnements communs (délabrement ou absence des principaux services et infrastructures) sont sources des plus grandes tensions et interrogations pour l'avenir.

Un meilleur contrôle du développement des quartiers périphériques, il faut bien en effet trouver de nouveaux espaces indispensables à la croissance des agglomérations, permettrait d'éviter notamment une grande part de leurs graves conséquences actuelles comme :

- l'occupation de sites insalubres et non constructibles : zones marécageuses ou mal drainées; fortes pentes; proximité d'une zone industrielle... Il serait ainsi possible de se prémunir contre les risques (naturels et/ou industriels) les plus importants;
- la consommation excessive et la destruction des espaces naturels ou agricoles périurbains. Beaucoup de ces périmètres, qui sont d'une valeur économique et environnementale souvent très grande, sont de fait actuellement gravement menacés sinon dévastés;
- l'occupation anarchique des futures zones constructibles ou de lotissement projetées, mais également celles des emplacements indispensables aux infrastructures et grands équipements publics ou aux futures zones d'activités.

Comme nous l'avons déjà indiqué en Première Partie, une croissance urbaine équilibrée et viable passe avant tout par un abandon des désastreuses politiques d'exclusion urbaine trop longtemps menées à l'encontre de la masse des plus démunis. Mais leur intégration dans l'espace urbain exige que soient mises en oeuvre des politiques plus pragmatiques et réalistes que les trop ambitieux et trop coûteux programmes de planification urbaine classiquement menés (OSMONT, 1991). La grande majorité des plans directeurs et les grands projets d'aménagement qui furent décidés un peu partout n'ont eu de fait qu'un faible impact sur la réalité urbaine. Ces plans, trop ambitieux, trop coûteux et trop longs à mettre en place ont été très rarement appliqués. Quand ils ne sont pas abandonnés en cours d'élaboration, leur ancienneté - qui ne peut intégrer les très nombreuses évolutions "spontanées" du tissu urbain - les rend en effet le plus souvent inutiles.

Une des principales exigences à un retour d'un aménagement urbain cohérent consiste en un renforcement des moyens institutionnels, financiers et techniques des principaux artisans de sa mise en oeuvre. Sont ainsi préconisés :

- la redéfinition des compétences. La fragmentation des responsabilités représente en effet généralement un énorme obstacle à la concrétisation des projets. Des réformes administratives et des efforts de décentralisation doivent aboutir à la mise en place d'autorités locales responsables et compétentes;
- la simplification de la planification et la révision des normes d'urbanisme qui sont encore souvent trop inadaptées;
- l'établissement de finances municipales saines, ce qui passe par une meilleure mobilisation fiscale;
- l'élaboration de véritables stratégies urbaines nationales, le développement des villes moyennes devant permettre de ralentir l'afflux vers les grandes villes;
- la constitution d'équipes de personnels compétents, motivés et qualifiés;
- enfin, la mise à disposition de ces derniers de données fiables sur l'espace urbain qu'ils ont la charge d'aménager.

On imagine aisément que ces divers projets se heurtent et se heurteront inévitablement à de nombreux enjeux, obstacles et "réticences" de tout ordre. La partie est donc loin d'être gagnée. Il est toutefois indéniable qu'une reprise en main du développement urbain réclame une telle évolution, la mise à disposition de données urbaines fiables concernant ces grandes agglomérations constituant un des objectifs prioritaires (et peut être et surtout le moins délicat) à résoudre.

De fait, quelles que soient les autres mesures préconisées pour redynamiser la gestion urbaine, l'élaboration et la mise en oeuvre de toute nouvelle politique d'aménagement viable ne peuvent s'envisager sans que soit disponible un ensemble de données de base (BALLUT, NGUYEN, 1985). Dans ces villes qui subissent une croissance accélérée et grandement anarchique, il est ainsi indispensable de pouvoir avoir accès à des références fiables et à jour. Ces dernières doivent concerner en premier lieu :

- l'*occupation du sol* : connaissance précise de la configuration spatiale de l'agglomération; de ses limites physiques; de la distribution géographique générale de l'habitat (inventaire spatial quantitatif et qualitatif du bâti);
- la *dynamique urbaine* : localisation et mesure de la croissance spatiale; mise en évidence des changements d'affectation du sol, de l'évolution des réseaux, ...;
- les principales *données démographiques et socio-économiques*.

Or, il est généralement difficile, sinon impossible, d'obtenir actuellement ce type d'information actualisée dans la majorité des pays de l'Afrique subsaharienne. Dans le cadre de notre précédente étude portant sur cinq grandes villes africaines, nous avons pu nous même mesurer ce problème. La plupart des acteurs urbains que nous avons rencontrés se trouvaient de fait généralement confrontés à un cruel manque de documents cartographiques récents, y compris en ce qui concerne la cartographie de base (CHAMPAUD *et al.*, 1993). Les plans de ville, les divers documents d'urbanisme, toutes les cartes en général sont de fait souvent dépassés car établis sur la base d'informations datant d'au moins une dizaine d'années (exception faite de Ouagadougou), quand ce n'est pas des années soixante comme nous avons pu le constater pour Ibadan (tableau 3).

Ces divers documents cartographiques reflètent donc généralement très mal le développement actuel de ces villes. Dans bien des cas les documents récents ne concernent que les relevés partiels de tel quartier ou secteur qui viennent d'être aménagés ou lotis. Cette situation constitue à l'évidence un très lourd handicap car il paraît indispensable d'avoir une connaissance globale et à jour, même élémentaire, de l'emplacement, de l'étendue ou du type d'aménagement qui existent ou sont en train de se créer dans la ville. Sans informations de ce type, sans ces outils d'analyse et de synthèse que sont les cartes, les stratégies urbaines ne peuvent être en effet conduites qu'en "aveugle". Les responsables sont alors généralement dans l'incapacité de décider, de prévoir les besoins réels et d'aménager en conséquence.

Comment établir en effet des documents aussi essentiels que des plans d'urbanisme, organisant au mieux l'installation de nouveaux équipements, lotissements ou infrastructures, tout en tenant compte de la matrice *déjà* existante ? Comment établir également des plans

<b>cartographie / villes</b>	<b>1/50 000<sup>e</sup></b>	<b>1/25 000<sup>e</sup> - 1/20 000<sup>e</sup></b>	<b>1/12 500<sup>e</sup> - 1/10 000<sup>e</sup></b>	<b>1/5 000<sup>e</sup> - 1/1 000<sup>e</sup></b>
<b>Ouagadougou</b>	- série IGN. carte de 1984 basée sur photos aé. de 1980	- 1/25 000 : plan-guide de 1987 - 1/25 000 : fond de plan de 1990 - 1/25 000 : plan touristique de 1991, basé sur photos aé. de 1990	- plan-guide (1970 ?) - plan-guide de 1991 (centre ville)	
<b>Nairobi</b>	- "disponible" après agrément du Gouvernement kenyan. Basée sur photos aériennes de 1969 (1/7 500)	- 1/20 000 : plan-guide de 1978 . Basé sur photos aé. de 1970, 71 et 76 (Document d'usage courant en urbanisme)	- 1/10 000 : série du cadastre origine 1959. Réactualisation très progressive avec photos aé. de 1984/1985 et enquêtes de terrain	- 1/5 000 : plans de Structure sur certains secteurs spontanés (déjà anciens) - 1/2 500 : cadastre. Mise à jour peu rigoureuse, surtout depuis 80
<b>Yaoundé</b>	- carte IGN, 1972		- 1/10 000. Carte IGN, 1964	- 1/1 000 : cadastre en cours , basé sur photos aé. IGN (1/6 000)
<b>Conakry</b>	- carte IGN, 1956		- plan-guide au 1/10 000 (sud) et 1/15 000 (nord) de 1982. Basé sur photos aé. de 1981	- photo-restitution au 1/5 000 et 1/2 000. Photos aé. de 1983 (1/10 000)
<b>Ibadan</b>	- série de cartes des années 50	- 1/20 000 de 1974. Série basée sur photos aé. de 1966 (Principal outil des urbanistes)	- 1/12 500 de 1960 basée sur photos aé. des années 50 - 1/10 000 en cours sur photos aé. de 1977	- 1/1 000 : cartographie du centre ville. Photos aé. de 1990

**Tableau 3. Documentation cartographique disponible en 1991 pour notre étude sur 5 grandes villes africaines**

d'aménagement, des schémas directeurs, même simplifiés, permettant d'orienter la croissance et d'éviter les graves conséquences d'un développement anarchique ?

De même, une cartographie à jour de l'occupation du sol constitue une base essentielle pour mener à bien les lourds recensements de la population réalisés en moyenne tous les 10 ans, ou les enquêtes intercensitaires (par sondage) plus souples et financièrement plus accessibles. Leurs résultats conditionnent en effet largement l'action des pouvoirs publics. Or la fiabilité de ces données est tributaire de la base cartographique de référence. Elles sont en effet largement biaisées si on se limite (comme on le fait trop souvent aujourd'hui) aux seuls espaces, aux seuls îlots accessibles, "localisés". Mais, combien de quartiers périphériques sont actuellement "terra incognita" pour les gestionnaires qui en ont la charge ? (DUREAU, 1984; ARMAND, 1986).

Comment en est-on parvenu à une telle situation de "dénouement" cartographique ? Il faut d'abord constater que les diverses institutions concernées (aménageurs, urbanistes, services techniques, administrations) ont manqué le plus souvent de politiques cohérentes en matière de cartographie, de collecte et d'actualisation des données spatialisées. Elles se sont appuyées en outre sur des méthodes de collecte mises au point dans les pays occidentaux qui ont eu les premiers à se préoccuper d'une maîtrise de la croissance urbaine.

Ces techniques classiques reposent sur les lourds et longs relevés (et enquêtes) de terrain, mais avant tout sur l'exploitation des mosaïques de photographies aériennes verticales, très utilisées depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale. Les couvertures photographiques aériennes autorisent de fait la réalisation des cartes topographiques grâce aux délicates et très coûteuses techniques de photogrammétrie ou, beaucoup plus fréquemment, la cartographie de l'occupation du sol urbain par photo-interprétation (LLIBOUTRY, 1992; BONN, ROCHON, 1992). Cette dernière utilisation qui nous intéresse plus particulièrement ici souffre toutefois de sérieux handicaps quand elle concerne des pays en développement.

## 2. LES OBSTACLES À L'UTILISATION DES COUVERTURES PHOTOGRAPHIQUES AÉRIENNES TRADITIONNELLES

Les mosaïques de photographies aériennes verticales sont aujourd'hui la principale source d'investigation traditionnelle. De fait, par leur vision d'ensemble et l'exhaustivité de leurs informations, elles ont modelé depuis la fin de la dernière guerre les habitudes d'inventaires, de cartographie et de surveillance (EGRET et *al.*, 1989). Toutefois, même si leur utilisation, notamment en photo-interprétation, est généralement jugé très efficace et irremplaçable là où elles sont couramment employées, leur seul emploi ne paraît plus capable de répondre aux besoins exprimés par les gestionnaires de pays en développement. En effet, dans le contexte actuel de l'Afrique subsaharienne, les divers pays étant plongés dans une crise économique, financière et politique grave, la faiblesse des ressources financières, humaines ou techniques et des impératifs de temps constituent indéniablement un obstacle de poids à la mise en oeuvre de cet outil.

La réalisation d'une couverture aérienne classique est en effet financièrement très coûteuse car il s'agit d'acquérir une série de photographies prises en mode vertical et régulièrement enregistrées selon des bandes rectilignes et parallèles afin d'assurer une couverture spatiale complète de l'aire étudiée. Les clichés, dont l'échelle varie habituellement du 1/4 000<sup>e</sup> au 1/40 000<sup>e</sup>, se recouvrent de 10 à 20 % entre bandes adjacentes et de 60 à 80 % le long de l'axe de vol. Ce dernier recouvrement est très important car il donne accès, pour chaque couple de photos, à la stéréoscopie permettant la restitution du relief en vision binoculaire. De telles exigences nécessitent l'emploi de chambres de prise de vue très sophistiquées (chambres dites métriques) montées à bord d'avions spéciaux, eux-mêmes équipés des meilleurs matériels de navigation et pilotés par des équipages très compétents. Seules quelques sociétés privées prestataires de services, mais surtout de grands organismes d'État, militaires ou civils spécialisés, sont en mesure d'assurer ce type de demande (BROSSIER, 1982). C'est notamment le cas de l'Institut Géographique National (IGN) qui exécute par le biais de sa Division Internationale de nombreux travaux pour divers pays africains.

Il n'est donc pas surprenant que la simple mise en place d'un appareil revienne déjà à une ou plusieurs centaines de milliers de francs. Ce prix comprend les frais d'avion, de personnel, de matériel, mais aussi parfois l'immobilisation du matériel et de l'équipage si les conditions atmosphériques se révèlent mauvaises pendant la période initialement prévue.

Mais il faut également prendre en compte le coût de la mosaïque elle-même qui comprend souvent, pour des villes de cette importance, plusieurs centaines de clichés. La plupart des couvertures photographiques aériennes utilisées dans le domaine urbain sont en effet réalisées à une échelle proche du 1/10 000<sup>e</sup> ou du 1/15 000<sup>e</sup>, la résolution décimétrique d'une photographie prise au 1/10 000<sup>e</sup> (40 cm pour les plus petits détails) permettant d'accéder à l'identification des différents objets urbains (BALLUT, 1974). Le coût d'une telle mosaïque s'élève alors à plusieurs centaines de milliers de francs supplémentaires (source IGN-IFI). Encore cette somme constitue-t-elle un prix "plancher", la majorité de ces mosaïques étant réalisées en noir et blanc (domaine panchromatique visible). Les autres émulsions comme la couleur, l'infrarouge noir et blanc ou couleur sont en effet très rarement employées pour des études urbaines. Malgré le fait qu'elles facilitent beaucoup l'interprétation directe et qu'elles amènent de nombreux compléments d'informations, le prix encore plus élevé de leur acquisition les met en effet quasiment hors de portée de la majorité des urbanistes.

Avec l'extension des zones périphériques qui accroît le nombre des clichés nécessaires, ce facteur coût a donc rapidement représenté un obstacle rédhibitoire pour la plupart des économies africaines. La réalisation à intervalle régulier de campagnes de photographies aériennes devenant de plus en plus difficile à organiser et à financer, on a assisté à l'espacement, sinon à la disparition, des missions. Et ce, alors qu'il faudrait pouvoir au contraire les multiplier afin d'être en mesure de suivre en permanence des évolutions extrêmement rapides.

D'autre part, quand le financement en est possible, l'emploi des mosaïques de photographies aériennes pêche par les longs délais qui sont souvent nécessaires pour obtenir une cartographie de l'occupation du sol. Ces délais se chiffrent en effet généralement en années

- laps de temps pendant lequel les évolutions sont souvent conséquentes - ce qui fait que les cartes réalisées sont généralement dépassées avant même leur parution.

L'exécution de la photo-interprétation d'une mosaïque est en effet toujours longue car, dans l'état actuel, l'interprétation des photos aériennes reste majoritairement visuelle et manuelle (EGRET *et al.*, 1989). Il faut de fait manipuler des dizaines et des dizaines de couples de clichés, leur nombre - et donc les délais - ne pouvant d'ailleurs que croître avec la nécessité de couvrir des périmètres urbains toujours plus vastes. Les couples de photos sont d'autre part généralement observés à l'aide d'un stéréoscope ce qui permet une plus grande précision dans les observations (l'acuité visuelle est 6 fois meilleure en vision stéréoscopique). Le principal avantage de la stéréoscopie reste toutefois l'accès au relief, ce qui autorise la prise en compte de ce dernier dans le cadre des aménagements (drainage, assainissement, érosion, ...) (BALLUT, 1974). Les tentations sont donc grandes de vouloir raffiner les observations et de multiplier les postes de nomenclature d'occupation du sol (jusqu'à 150 postes identifiables) lors des relevés cartographiques. Cela représente donc pour les personnels concernés (dont le dernier salaire versé remonte parfois à plusieurs mois dans le cas de certains pays) beaucoup de travail et d'efforts pour un résultat peu motivant, la cartographie réalisée étant généralement obsolète avant même d'être terminée...

Ces facteurs coût et temps constituent donc deux grands handicaps qui limitent de plus en plus l'emploi régulier des photographies aériennes. Dès lors, diverses tentatives ont été menées pour relancer leur utilisation. Certains ont par exemple cherché à utiliser de petits avions d'aéro-club (dix fois moins chers à l'heure de vol, des photographies aériennes de petit format (6x6 par exemple) et/ou des prises de vue obliques (KUPFER *et al.*, 1987; DE BRUIJN, 1987). Certainement très acceptables pour l'étude d'un secteur de la ville ou d'un quartier, ces techniques moins coûteuses ne paraissent cependant pas appropriées pour le suivi d'une agglomération entière à cause des nombreux problèmes de localisation et de qualité des "mosaïques" réalisées (les échelles sont souvent trop variables d'un clichés à l'autre). D'autres expériences ont cherché à réduire le facteur temps, en étudiant par exemple des méthodes d'échantillonnage sur photo pour accélérer l'interprétation des modes d'occupation du sol

(ADENIYI, 1980; ESIN *et al.*, 1988). La numérisation des photos et leur analyse automatique au moyen de traitements numériques ont été également tentés. Mais la méthode est ici bloquée par deux gros obstacles qui sont son coût : la mise sous une forme numérique de photographies redressées en vue de leur assemblage se révèle très onéreuse, et les nombreuses difficultés rencontrées dans la simulation du travail d'un photo-interprète (LLIBOUTRY, 1992).

Rares sont donc les grandes villes dans lesquelles les différentes instances responsables de la planification peuvent disposer d'un inventaire fiable et à jour de l'occupation du sol. Dès lors, comme l'indique FLOURIOT (1988) : *"elles assistent désarmées à la consommation et à la transformation de l'espace urbain."* Certains urbanistes tentent alors de s'adapter : *"En l'absence de documents cartographiques, on utilise des fonds de plan établis à partir de photos aériennes si il y en a, ou résultant de l'agrandissement des cartes à plus grandes échelles. Par exemple : pour Abidjan il est courant de travailler sur un 1/25 000<sup>e</sup> extrait du 1/100 000<sup>e</sup>... Cette adaptation n'est pas toujours satisfaisante mais elle est une condition sine qua non et elle a appris à beaucoup d'entre nous qu'un Plan Directeur n'exige pas la précision d'un plan cadastral"* (BODIN, 1982).

Ces solutions ne peuvent être toutefois que provisoires et la dramatique situation actuelle de nombreuses grandes agglomérations impose la mise en service d'un outil capable de fournir régulièrement, et pour un coût raisonnable, les informations à jour indispensables à l'élaboration d'une croissance équilibrée. Un rapport, cité par NOISETTE (1989) du service de l'urbanisme du Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat camerounais mettait l'accent sur cette nécessité : *"Un suivi régulier (au moins une fois tous les cinq ans) devrait être assuré entre les recensements, à partir de vues aériennes (comptage des structures) et d'enquêtes légères, permettant d'identifier les zones de développement. Des contacts pourraient être utilement pris pour étudier la faisabilité d'un suivi plus fréquent à partir de photos-satellites (Spot). En tout état de cause, une évaluation précise de la surface occupée par les villes de Douala et de Yaoundé est urgente, les derniers documents photographiques dépouillés datant de 1984."*

L'emploi des photographies aériennes étant, nous venons de le voir, souvent compromis, l'exploitation des images-satellite Spot qui par leur forte résolution spatiale se

rapprochent le plus de la photo-aérienne, peut-elle de fait constituer une alternative efficace à l'emploi des photographies aériennes dans l'étude des grandes villes africaines ? Dans des domaines comme l'agriculture, la sylviculture ou l'aménagement du territoire, ces images ont certes déjà démontré tout leur intérêt, et elles constituent indéniablement aujourd'hui un instrument privilégié de gestion, de planification et de développement économique. Mais le milieu urbain est toutefois beaucoup plus délicat à aborder, ne serait-ce que par la complexité de son organisation et la qualité des observations qui sont ici demandées.

Peut-on toutefois à l'aide d'images Spot caractériser les types d'occupation du sol urbain et suivre la dynamique spatiale de ces grandes agglomérations ? Ces informations essentielles peuvent-elles être mises à la disposition des responsables urbains de manière régulière grâce à une exploitation rapide des images et au coût raisonnable de leur acquisition et de leur traitement ?

La réponse à ces questions est largement positive et il est également possible de mettre en relief un certain nombre d'atouts propres à l'image-satellite, comme la possibilité d'assurer un suivi beaucoup plus large de l'environnement péri-urbain. Cependant, il conviendra aussi de définir les conditions et les limites d'utilisation de cet outil.



## **CHAPITRE 2. LES IMAGES SPOT : UN PAS DÉCISIF POUR L'UTILISATION DE LA TÉLÉDÉTECTION SPATIALE EN MILIEU URBAIN**

### **1. RAPPELS SUR LA TÉLÉDÉTECTION PAR SATELLITE**

#### **A - le satellite : un nouvel outil "*pour voir mieux et plus vite*"**

La télédétection spatiale est un moyen d'investigation récent, le premier satellite opérationnel d'observation et d'inventaire des ressources terrestres - Landsat 1 - n'ayant été lancé par la NASA - l'Agence spatiale américaine - qu'en juillet 1972, il y a donc un peu plus d'une vingtaine d'années (HIGHAM *et al.*, 1974). Par rapport aux moyens de télédétection aéroportée traditionnels, l'imagerie-satellite a été développée pour constituer comme l'indique BARDINET (1987) : "*un outil pour voir mieux et plus vite*". Ses principaux avantages se définissent ainsi :

- vision globale (chaque scène couvre au minimum plusieurs milliers de km<sup>2</sup>);
- répétitivité des informations (les données sont disponibles en semaines, sinon en jours);
- identification multispectrale des objets (leur reconnaissance en est grandement facilitée);
- forme numérique de l'information qui offre, grâce aux développements constants de l'informatique, de vastes possibilités dans le traitement des images.

#### **B - principes de base de l'imagerie-satellite**

Un satellite de télédétection des ressources terrestres tel que Spot ou Landsat (leurs séries respectives constituent les deux grands systèmes en activité) enregistre, pour une même scène, plusieurs images acquises simultanément dans différentes bandes spectrales sélectionnées parmi les longueurs d'onde correspondant à la partie visible et infrarouge du spectre électromagnétique. Comme toute image numérique, ces "canaux bruts" sont constitués

d'une mosaïque de *pixels* qui caractérisent autant de surfaces élémentaires au sol et individualisées par leurs propres valeurs radiométriques.

Pour chaque bande spectrale choisie, cette radiométrie correspond à une valeur de *luminance*, c'est à dire à une quantité d'énergie réfléchie, ou émise, au niveau de cette surface élémentaire et interceptée par les détecteurs du satellite dans la direction de la surface à un instant donné. Dans les longueurs d'onde du visible et du proche-infrarouge, la mesure porte sur le rayonnement solaire réfléchi par les objets. Dans le domaine de l'infrarouge dit "thermique", c'est l'émission propre des objets qui est mesurée (les satellites Spot, contrairement aux Landsat TM, ne disposent pas actuellement d'un tel canal).

Les niveaux d'énergie détectés au niveau du capteur embarqué à bord du satellite sont échantillonnés sous forme d'entiers et codés en comptes numériques sur 8 bits (le signal est à l'origine analogique) ce qui autorise 256 ( $2^8$ ) gradations possibles. Pour chaque pixel d'un canal brut, ces dernières peuvent de ce fait être visuellement représentées par 256 niveaux de gris. Depuis la valeur "0" : aucun signal perçu par le radiomètre - ce qui est par exemple le cas pour une eau profonde et absolument pure absorbant totalement les différentes radiations - jusqu'à la valeur "255" qui correspond à la saturation du détecteur par un objet très réfléchissant. Les nuages, une neige fraîche ou bien encore des toitures neuves en tôle d'aluminium peuvent atteindre des valeurs proches de cette dernière valeur.

La dimension du pixel, qui ne cesse de décroître avec l'évolution de la technologie des radiomètres, exprime leur *limite de résolution spatiale*. Exprimée en mètres au niveau du sol, celle-ci correspond au *pas d'échantillonnage* autorisé par le capteur et définit la plus petite surface pour laquelle les différentes réponses radiométriques des objets susceptibles de composer cette plage seront inévitablement confondues en une seule (CALOZ, 1990; BONN, ROCHON, 1992).

Cette taille du pixel constitue donc une donnée très importante en télédétection satellitaire. Elle permet en effet d'apprécier la finesse de détail d'une image-satellite et par conséquent, la capacité d'un satellite donné à aborder l'étude de domaines pour lesquels les faibles dimensions des objets à détecter constituent un facteur limitant. Ceci est indéniablement

le cas en milieu urbain, surtout dans les villes des pays en développement qui sont généralement constituées d'éléments de petites dimensions (ARMAND, 1986).

## **C - le traitement d'image**

Un des grands avantages de l'image-satellite sur la photographie aérienne traditionnelle réside dans le caractère numérique des données constituées, rappelons-le, de matrices de pixels auxquels sont affectés une ou plusieurs valeurs radiométriques. Cette forme numérique des images-satellite autorise leur gestion directe et leur traitement dans un environnement informatisé.

Le traitement d'image proprement dit regroupe l'ensemble des méthodes informatiques permettant de "manipuler" des images numériques. Il va de soi que le développement des systèmes d'analyse d'images bénéficie des progrès constants de l'informatique qui met au service des utilisateurs des logiciels de traitement d'image de plus en plus évolués et des matériels (micro-ordinateurs, stations de travail, périphériques, ...) de plus en plus performants alors que leur coût ne cesse de baisser.

Les nombreuses méthodes et algorithmes de traitements d'image qui ont été développés donnent accès à de multiples possibilités (Manual of Remote Sensing, 1983; COSTER, CHERMANT, 1989; CALOZ, 1990; BONN, ROCHON, 1992) :

- visualisation et amélioration de la qualité visuelle des images (accentuation de contraste, compositions colorées, ...);
- extraction d'informations thématiques (segmentation, binarisation, indices, analyses factorielles, classifications multispectrales, techniques d'intelligence artificielle, ...);
- détection de contours, de textures et de formes (analyses spatiales et morphologiques);
- recalage des images entre elles ou avec des documents cartographiques;

- intégration si besoin est dans des Modèles Numériques de Terrain (MNT) ou dans des Systèmes d'Information Géographique (SIG), outils à l'heure actuelle en plein développement.

Ces divers types de traitement seront abordés plus en détail au fur et à mesure que nous ferons référence à l'emploi d'un traitement particulier.

## **2. LES IMAGES SPOT : UNE RÉOLUTION SPATIALE QUI OUVRE VÉRITABLEMENT LA PORTE DU DOMAINE URBAIN**

### **A - les grandes étapes de la télédétection en milieu urbain**

La résolution spatiale d'un capteur fixe très largement l'échelle d'analyse autorisée par le satellite qui en est équipé. La taille minimum de l'élément de base à identifier doit être en effet plusieurs fois supérieure à la taille du pixel. Ainsi, FORSTER (1982) estime que 4 à 9 pixels jointifs sont nécessaires pour parvenir à une véritable reconnaissance visuelle des objets de l'image, identification qui reste indispensable à toute interprétation ultérieure.

On comprend dès lors que la télédétection par satellite ait été, dans un premier temps, avant tout utilisée dans les domaines de l'agriculture, de la sylviculture, de l'océanographie, de la géologie ou de la surveillance des milieux, domaines qui peuvent s'accommoder de faibles résolutions spatiales (CHABREUIL, 1978; SHEFFIELD, 1983). Il en va différemment pour le milieu urbain qui n'a été en ce qui le concerne véritablement abordé que depuis une dizaine d'années et ce, de façon encore relativement modeste.

Ce milieu se caractérise de fait généralement par la petite taille de ses composants (bâti, voirie, espaces verts, ...) et une très grande hétérogénéité due à la grande disparité et à la complexité de l'association et de la répartition d'objets de natures physiques très différentes (béton, goudron, tuiles, tôles, terre battue, couvert végétal, ...) (BALLUT, 1979). La pleine utilisation de l'imagerie-satellite dans ce dernier domaine a donc été très largement tributaire de l'évolution de la technologie des radiomètres vers une meilleure définition au sol (tableau 4).

Systemes	Landsat		Spot	
dimension de la scene	185 km sur 185 km		60 km sur 60 à 80 km	
heure locale de passage	9 h 30 mn		10 h 30 mn	
capteur / mode (mise en service)	MSS (1972)	TM (1982)	HRV - XS (1986)	HRV - Pan (1986)
resolution spatiale	57 * 79 m	30 * 30 m (120 m IR therm.)	20 * 20 m	10 * 10 m
longueurs d'onde et bandes spectrales				
bleu 0.455 0.492		0.45 0.52		
vert 0.577	0.5	0.52 0.60	0.50 0.59	0.51
jaune orangé 0.622	0.6	0.63 0.69	0.61 0.68	
rouge 0.700	0.7			0.73
	0.8	0.76	0.79 0.89	
proche infrarouge	0.8	0.90		
1.1µm	1.1			
atmosphère opaque				
1.55µm		1.55		
		1.75		
infrarouge moyen		2.08		
		2.35		
2.5µm				
atmosphère opaque				
8µm		10.40		
infrarouge thermique		12.50		
14µm				

Tableau 4. Principales caractéristiques des satellites Landsat et Spot

La maille d'échantillonnage de 57 m sur 79 m (4 500 m<sup>2</sup>) du capteur MSS (Multi Spectral Scanner) qui équipe les premiers Landsat 1, 2 et 3, successivement lancés entre 1972 et 1978, se révèle de fait inadaptée car insuffisante pour permettre une analyse détaillée de l'espace urbain. Plutôt conçu pour des études régionales, MSS ne permet pas de travailler à grande échelle. Le 1/100 000<sup>e</sup>, et plus couramment le 1/250 000<sup>e</sup>, constituant les échelles raisonnablement accessibles, on parvient tout au plus à accéder à une approche globale et peu différenciée de ce milieu :

- différenciation urbain/non-urbain, ex. : délimitation de la tache urbaine et individualisation de certains types de quartiers résidentiels (HUSSON, OLIVA, 1982; BARDINET, 1987);
- surveillance "grossière" de l'environnement urbain, ex. : étude du rapport couvert végétal / surface bâtie (THIBAUT, 1983);
- étude de la dynamique spatiale. Il est toutefois difficile d'assurer un recalage significatif entre deux images ayant un pixel de 4 500 m<sup>2</sup> (RIMBERT, 1985; WILMET, VENNETIER, 1986).

Toutefois, avec la mise en service au cours de la décennie quatre-vingt des satellites de télédétection des ressources terrestres dit de "deuxième génération" : Landsat TM et Spot, la voie s'ouvre à toute une série d'applications jusqu'alors réservées à la photographie aérienne. L'emploi de capteurs nettement plus perfectionnées permet en effet d'aborder avec beaucoup plus d'efficacité l'espace urbain ou le domaine de la cartographie.

#### *a - Landsat TM*

Le premier saut technologique est franchi par la série des Landsat (4 et 5) déployés à partir de juillet 1982 et dotés du capteur TM (Thematic Mapper). Ce nouveau capteur offre 7 canaux dans le visible et l'infrarouge, la limite de résolution spatiale étant portée à 30 m (900 m<sup>2</sup>), à l'exception du canal infrarouge thermique qui doit se contenter d'une résolution spatiale de 120 m.

De nombreuses études ont été menées avec Landsat TM, notamment sur Bruxelles (WILMET, DE KEERSMAEKER, 1985), Marseille (ORSTOM, 1986), Bouaké (IAURIF *et al.*, 1988), Rio de Janeiro (GUIDONE *et al.*, 1990), etc. Il apparaît toutefois que si cette résolution de 30 m est suffisante pour permettre une analyse du parcellaire moyen de la plupart des villes bâties sur le modèle nord-américain, elle demeure encore insuffisante pour la plupart des villes européennes et encore plus pour celles d'Afrique ou d'Asie (DONNAY, 1990).

### ***b - Spot***

Aussi, un pas décisif pour l'étude du milieu urbain est-il franchi avec la mise en service depuis 1986 des satellites Spot développés par la France et ses partenaires européens. Équipés du capteur HRV (Haute Résolution dans le Visible), les Spot 1, 2 et 3 voient la résolution du pixel descendre à 20 m (400 m<sup>2</sup>) en mode multibande (XS) et même à 10 m (100 m<sup>2</sup>) en ce qui concerne le mode panchromatique. L'image-satellite devient dès lors véritablement en mesure d'aborder l'analyse du domaine urbain.

## **B - le programme SPOT d'observation de la Terre**

Le programme SPOT (Satellite Probatoire pour l'Observation de la Terre) répond au souhait exprimé par la France - à laquelle se sont jointes la Belgique et la Suède - de disposer d'un satellite d'étude des ressources terrestres se démarquant suffisamment des Landsat américains. Réalisée sous la maîtrise d'oeuvre du CNES, la série des satellites Spot se caractérise ainsi par de véritables capacités cartographiques et une grande souplesse dans l'acquisition et l'utilisation de ses images (CNES, SPOT IMAGE, 1986; CNES, 1988<sup>2</sup>; CERVELLE, 1989; SPOT IMAGE, 1989).

### ***a - l'accès à la cartographie et au domaine urbain***

Les spécifications *cartographiques* de Spot constituèrent une des priorités dès les études préliminaires de la définition de la charge utile du satellite. Les images Spot doivent en effet

Documents aimablement fournis par J.M. FOTSING (1994)

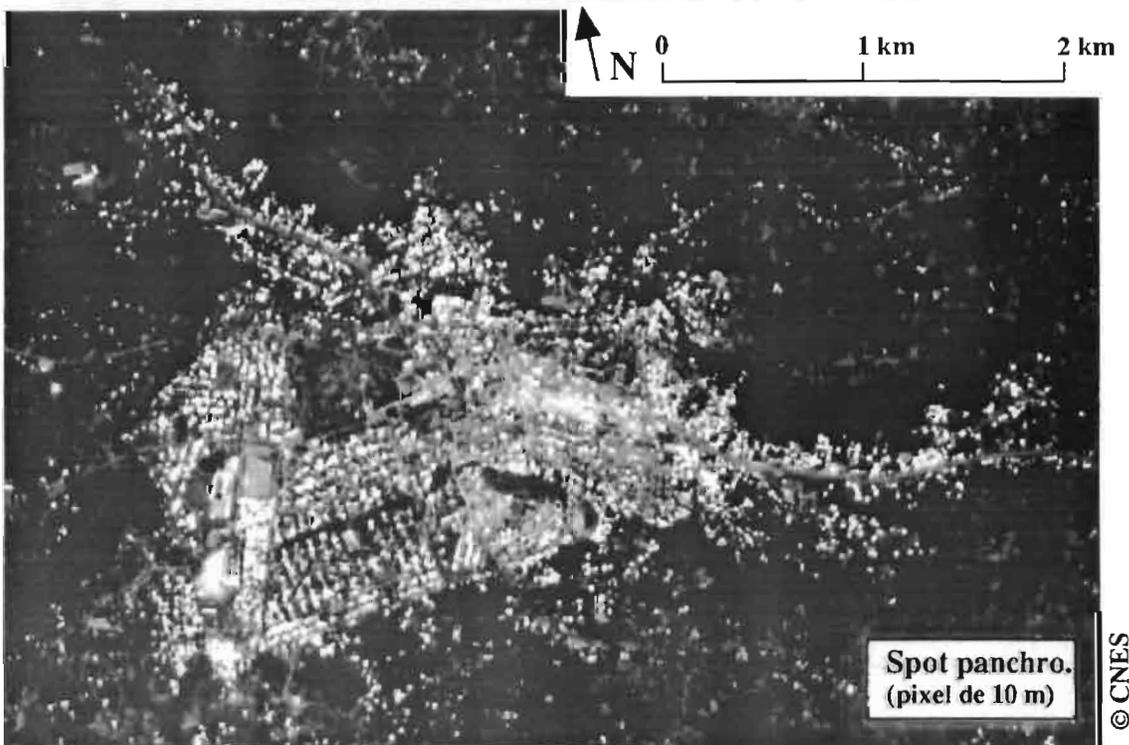
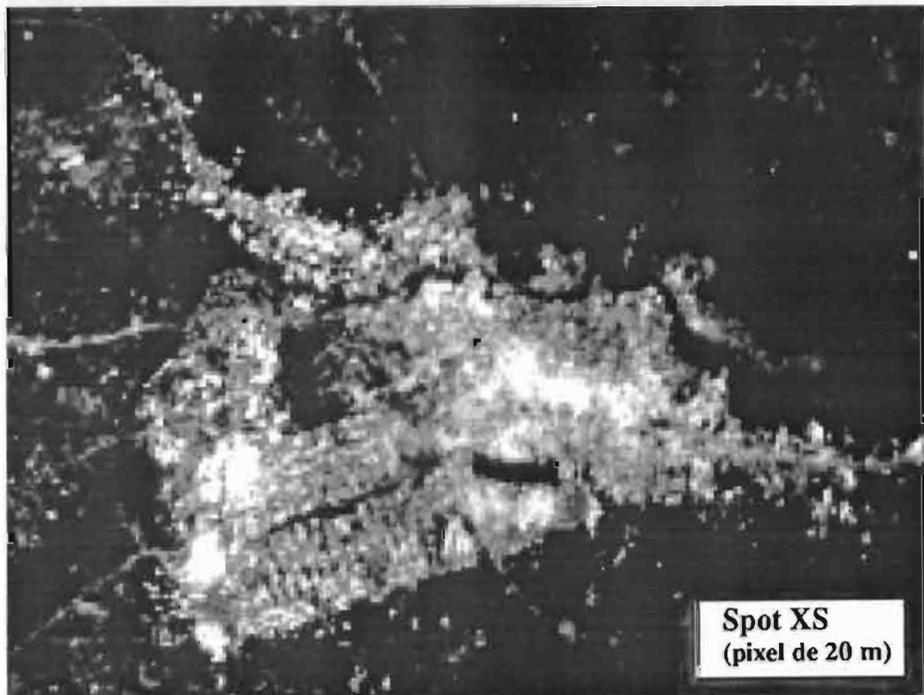
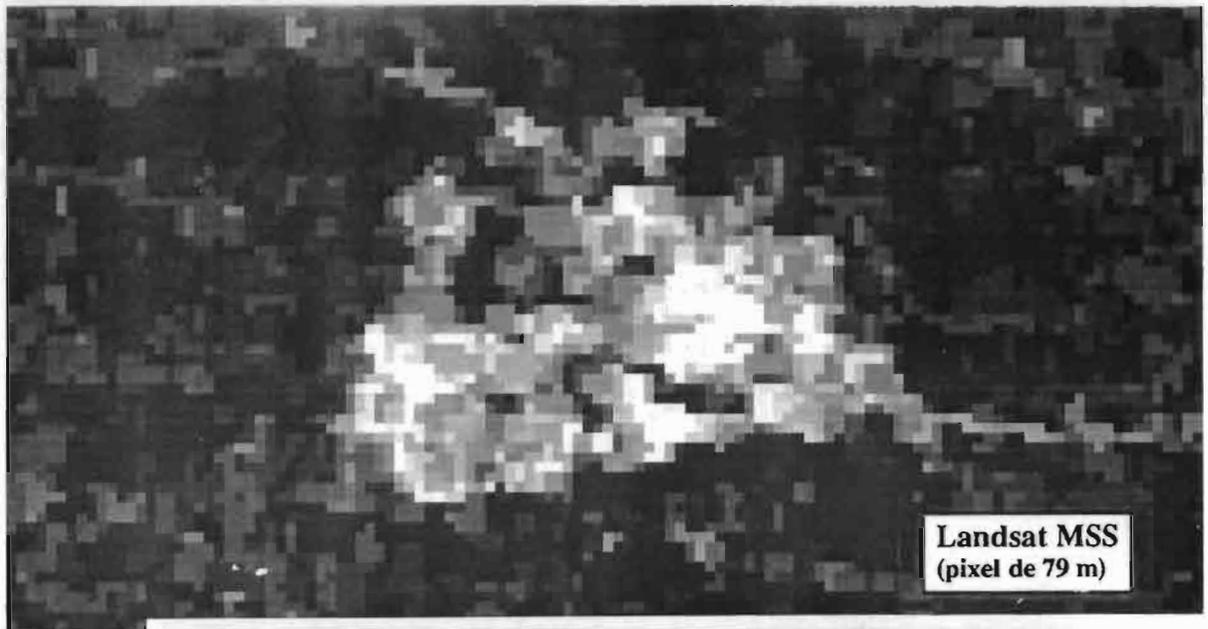


Figure 6. Les indéniables progrès de la résolution spatiale (exemple de la ville de Mbouda - Cameroun)

pouvoir être utilisées en photogrammétrie (réalisation de cartes topographiques par exemple), ce qui exige une grande précision dans la géométrie et la localisation des images (LLIBOUTRY, 1992). Cette intention requérant la plus forte résolution spatiale possible, les ingénieurs se sont toutefois vus imposer certaines limitations lors de la définition originale de Spot 1 :

- limites posées par la technologie des barrettes de détecteurs équipant la première génération du capteur HRV, à savoir que l'on commence tout juste (en 1994) à pouvoir concilier forte résolution spatiale et spectrale;
- limites imposées par la capacité de stockage des enregistreurs du satellite et la vitesse de transmission des données aux stations au sol, le volume de ces données augmentant considérablement avec la multiplication des pixels due à une plus forte résolution spatiale;
- prise en compte, dans la recherche d'une politique d'accès universel aux images Spot à l'échelle internationale, des politiques restrictives de certains pays à l'usage public des cartes et des photos-aériennes.

Des choix furent donc faits pour tenir compte de ces divers facteurs limitants. Ils ont conduit à doter les premiers satellites Spot de deux instruments de prises de vues - HRV 1 et 2 - fonctionnant selon deux modes d'enregistrement :

- le mode *multispectral* : les trois canaux "XS" de Spot donnent accès à une analyse multispectrale des objets, chaque bande apportant une information spécifique sur la nature du corps observé (la "signature" infrarouge de deux objets d'une même couleur peut permettre par exemple leur différenciation). Le nombre de ces canaux a du être limité à trois : vert, rouge et proche-infrarouge. Ces domaines de longueur d'onde contiennent néanmoins les *signatures spectrales* les plus courantes. La limite de résolution spatiale est de 20 m;
- le mode *panchromatique* : ce dernier mode privilégie l'information spatiale, le pixel ayant pu être porté à seulement 10 m, ce qui est sans équivalence sur un satellite "civil" et constitue un grand intérêt pour le domaine urbain qui nous

intéresse ici. La résolution des images Spot commence ainsi à se rapprocher sensiblement de celle des photos aériennes.

Les deux radiomètres HRV peuvent fonctionner de manière individuelle ou jumelée. En prise de vue verticale classique, le décalage des deux axes de visée est de deux degrés. Le système de prise de vue du satellite balaye dans ces conditions une bande de terrain de 117 km de large correspondant, avec un recouvrement latéral de trois kilomètres, à deux couloirs d'enregistrement potentiel de 60 km de largeur. (Une scène standard Spot de 60 km sur 60 km équivaut à une dizaine de secondes d'enregistrement continu).

*b - l'avantage d'une meilleure disponibilité des données*

L'utilisation de Spot en photogrammétrie, domaine indispensable à la cartographie, ne pouvait toutefois se concevoir sans que soit possible un plein accès à la stéréoscopie et à la restitution altimétrique, services que ne peuvent offrir les Landsat. Sur les satellites Spot, les effets de parallaxe nécessaires à la stéréo-restitution d'une zone sont obtenus par la combinaison de deux scènes acquises depuis des orbites différentes.

La deuxième grande originalité du système Spot réside en effet dans la faculté de pointé oblique des instruments HRV qui ont été équipés à cet effet d'une optique orientable de part et d'autre de la trace au sol du satellite. Cette faculté d'orienter latéralement la visée jusqu'à 27° vers l'ouest ou vers l'est permet d'acquérir une scène dans une bande de terrain d'environ 950 km de large. Outre l'accès à la stéréoscopie, cet atout permet à Spot d'assurer une plus grande répétitivité dans l'acquisition des images.

Les satellites Spot ayant été placés sur des orbites circulaires héliosynchrones (830 km d'altitude moyenne) et quasi polaire, ce qui autorise un survol de l'ensemble du globe à l'exception des zones polaires situées au delà de 84° de latitude, le cycle "nominal" de passage au dessus d'un même point est de fait de 26 jours (ou 369 révolutions). Mais la liberté qu'apporte les visées latérales rend accessible un même point - et donc une ville - en moins de quatre jours s'il est situé sur l'équateur, ce délai étant même réduit à deux jours s'il s'agit d'une scène acquise vers 45° de latitude.

La société SPOT IMAGE qui est chargée de l'exploitation du système Spot joue, il va de soit, sur cet avantage et tout a été fait pour que les utilisateurs potentiels puissent disposer dans les meilleures conditions des données-satellite les plus adaptées aux besoins exprimés. Dans ce but, SPOT IMAGE a notamment développé une stratégie de programmation de prises de vue "à la demande" et plusieurs services ont été mis en place. C'est ainsi qu'un "service rouge" (20 % de la programmation en 1992) a été créé, service qui donne droit à une priorité absolue et à un engagement contractuel sur un nombre précis d'acquisition de scènes. Cela peut être par exemple très utile, comme nous le verrons au paragraphe 3 C c consacré à la disponibilité des images, sur des zones à fort couvert nuageux ou sur des secteurs très demandés ce qui peut entraîner certains conflits de programmation (SPOT IMAGE, 1989<sup>2</sup>).

SPOT IMAGE s'efforce d'autre part de varier autant qu'elle le peut son offre de "produits Spot", depuis la fourniture de scènes avec décalage le long de la trace jusqu'à la mise à disposition d'"imassettes" (sur disquettes) de 10 km sur 10 km (100 km<sup>2</sup>) (SPOT IMAGE, 1989). Disponibles en mode XS ou en panchromatique, ces imassettes, d'un coût réduit par rapport à l'acquisition d'une scène entière, peuvent suffire pour mener à bien certaines études urbaines. Nous les avons nous-même utilisées dans le cadre de cette étude.

Enfin, pour bien illustrer cette volonté de faciliter l'accès aux images Spot, signalons qu'elles peuvent être aujourd'hui fournies, pour le même prix, sur CD-Rom en lieu et place des traditionnelles bandes magnétiques. Le CD-Rom (disque optique qui devrait à l'avenir représenter 90% des commandes de scènes Spot) constitue en effet un des nouveaux grands supports universels de l'information numérique. Le coût d'acquisition d'un lecteur de disque optique ne représente de plus qu'une fraction de celui d'un dérouleur de bande classique. On trouve en effet désormais (1993) des lecteurs de CD-Rom à moins de 3 KF alors qu'il faut compter 70 à 100 KF pour l'achat d'un dérouleur de bande (LANGEREUX, 1993).

Cet ensemble de dispositions devrait à l'évidence largement favoriser l'acquisition des images Spot.

### **3. L'APPORT DES IMAGES SPOT À LA CONNAISSANCE DU DOMAINE URBAIN**

#### **A - une résolution spatiale appropriée aux principales exigences de l'aménagement urbain**

Si la résolution spatiale des images Spot s'est nettement améliorée par rapport à celles des Landsat MSS ou même TM, elle reste toutefois encore bien en deçà de la définition offerte par la photographie aérienne qui se caractérise par ses détails décimétriques. Certes, le satellite Spot permet d'accéder quelquefois à des objets de taille métrique. Ce phénomène de "sur-résolution" n'est toutefois possible que s'il existe un fort contraste entre cet objet et son environnement, ce qui est loin d'être toujours le cas. De toute manière, un seul pixel ne permet pas d'aboutir, nous l'avons vu, à une véritable identification. Il peut cependant faire prendre conscience qu'il y a là "quelque chose", ce qui n'est déjà pas inintéressant, surtout dans la cas des franges urbaines généralement si mal connues, et où la présence de quelques tôles très réfléchantes peut signaler le développement d'un habitat spontané (CHAMPAUD *et al.*, 1993).

La comparaison d'un même secteur de la ville de Ouagadougou, observé sur une photographie aérienne et sur une image-satellite Spot, paraît nettement au désavantage de cette dernière (figures 7 et 8). Même si on peut bénéficier par ailleurs de l'apport d'une information multispectrale, il demeure toutefois indéniable que la résolution spatiale de l'image-satellite ne permet pas d'aborder directement l'étude des parcelles individuelles ni celle des îlots qui ne peuvent pas toujours être délimités par le réseau de la voirie (IAURIF *et al.*, 1988).

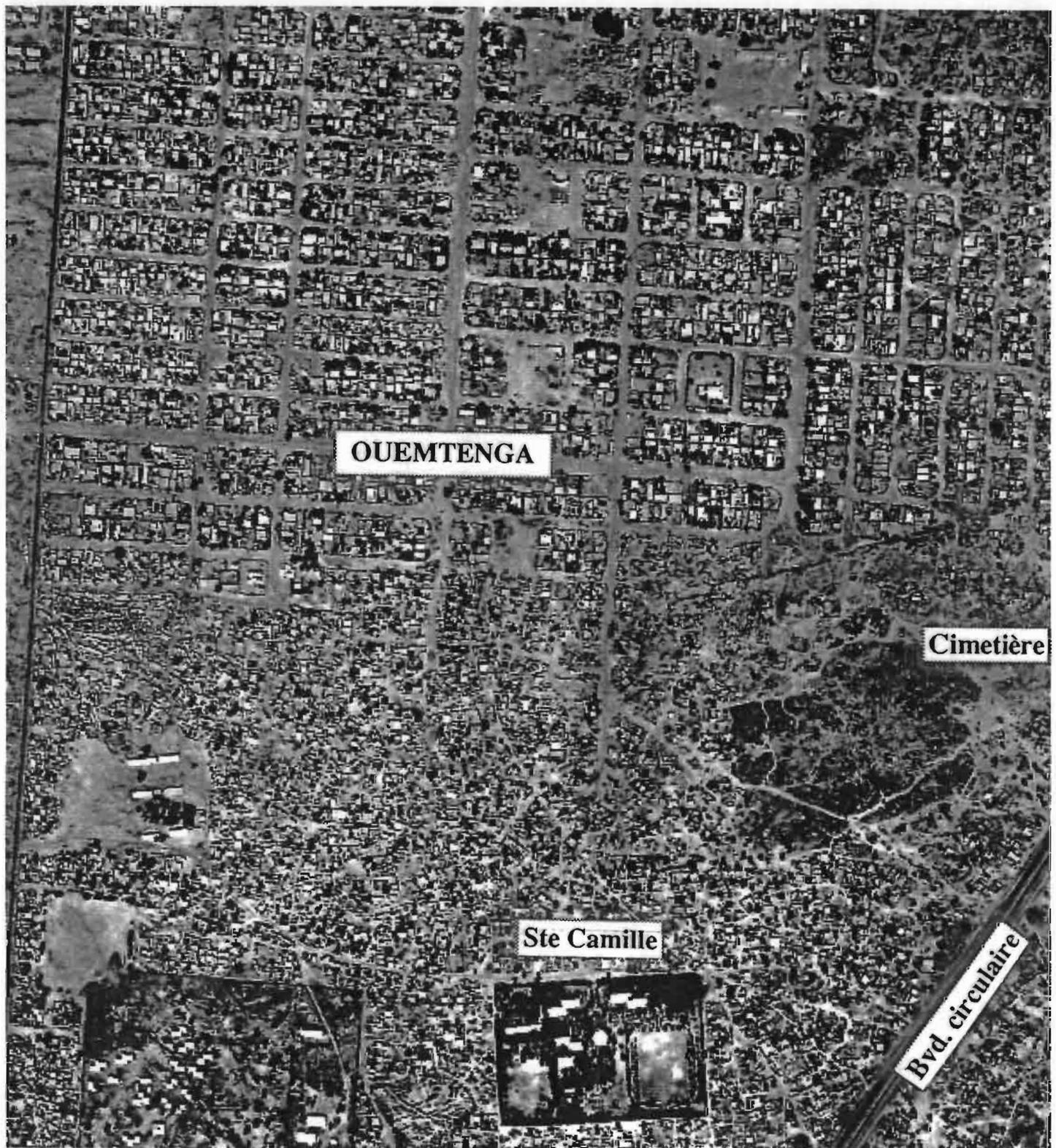
Dans ce type de modèle d'urbanisation caractérisé par la petite taille de ses composants, ce fin niveau d'étude ne deviendra véritablement accessible par les satellites qu'à la condition que soient franchis de nouveaux pas dans la résolution spatiale des images. WELCH (1982) estime qu'il faut attendre pour cela des résolutions de 5 m (minimum) si ce n'est de 3 m. L'établissement d'un cadastre à l'échelle du 1/1 000<sup>e</sup> ou même du 1/2 000<sup>e</sup> ne peut être envisagé quant à lui tant que la résolution restera supérieure à 1 ou 2 m. L'évolution prévisible, à court et moyen terme, des divers satellites d'observation de la Terre qui prendront la relève de

la génération actuelle ne permet pas de penser que la limite des 5 m sera franchie avant au moins dix ou quinze ans - à l'exception peut-être des images déclassifiées des satellites espions américains ou des photographies de la Terre prises depuis les stations spatiales russes ... D'un point de vue véritablement "opérationnel", il n'est pas annoncé en effet pour cette période de véritable progrès dans la résolution spatiale.

Ainsi, la principale évolution de la composante "spatiale" touchant le satellite Spot 4 - en principe opérationnel de 1997 à 2002 - ne concerne que l'abandon du canal panchromatique au profit d'un canal XS 2 (le rouge est riche en informations thématiques) porté à 10 m. Le mixage des informations spatiales et spectrales en sera grandement facilité, ce qui n'est pas toujours le cas aujourd'hui comme nous le verrons dans le paragraphe *C a* qui traite notamment du problème de la superposition d'images. La résolution ne progresse cependant pas. Il faudra probablement attendre pour cela la série des Spot 5 et 6 qui sont prévus pour couvrir la période 2000 - 2012. Si les choix techniques de leurs capteurs ne sont pas encore totalement figés, on envisage toutefois de porter également les canaux XS 1 et XS 3 à 10 m, mais aussi, et peut-être surtout, de mettre à la disposition des utilisateurs des images à 5 m. On ne sait toutefois pas encore s'il s'agira de scènes multispectrales ou panchromatiques (SPOT IMAGE, 1993).

L'évolution des successeurs des Landsat TM ne devant pas être très différente, la description des parcelles ou la mise au point d'un cadastre (si nécessaire pour codifier l'adressage des parcelles et de là, asseoir un impôt indispensable au financement des politiques de logement, de voirie, d'assainissement, ...) devraient rester pour de nombreuses années encore hors de portée de l'imagerie satellitaire. Dans ces deux domaines, le recours à la photo-aérienne traditionnelle demeure donc toujours indispensable.

Pour l'heure, l'échelle de "perception" des images Spot se situe donc généralement au niveau des groupes d'îlots, des quartiers et des grands ensembles structurant de la ville. La plupart des études qui ont été menées, notamment sur Niamey (LAPORTE, CAMPAGNE, 1985), Lubumbashi (FLOURIOT *et al.*, 1988), Karachi (Banque mondiale, 1989); Bangkok (SILIPACHARANAN, 1992), ainsi que nos propres recherches sur cinq grandes villes de l'Afrique



0 500 m

échelle approx. : 1/8 100<sup>e</sup>

Figure 7. Les limites des quartiers de Ste Camille et de Ouéméngá (à l'est de l'aéroport) d'après une photographie aérienne numérisée de novembre 1988

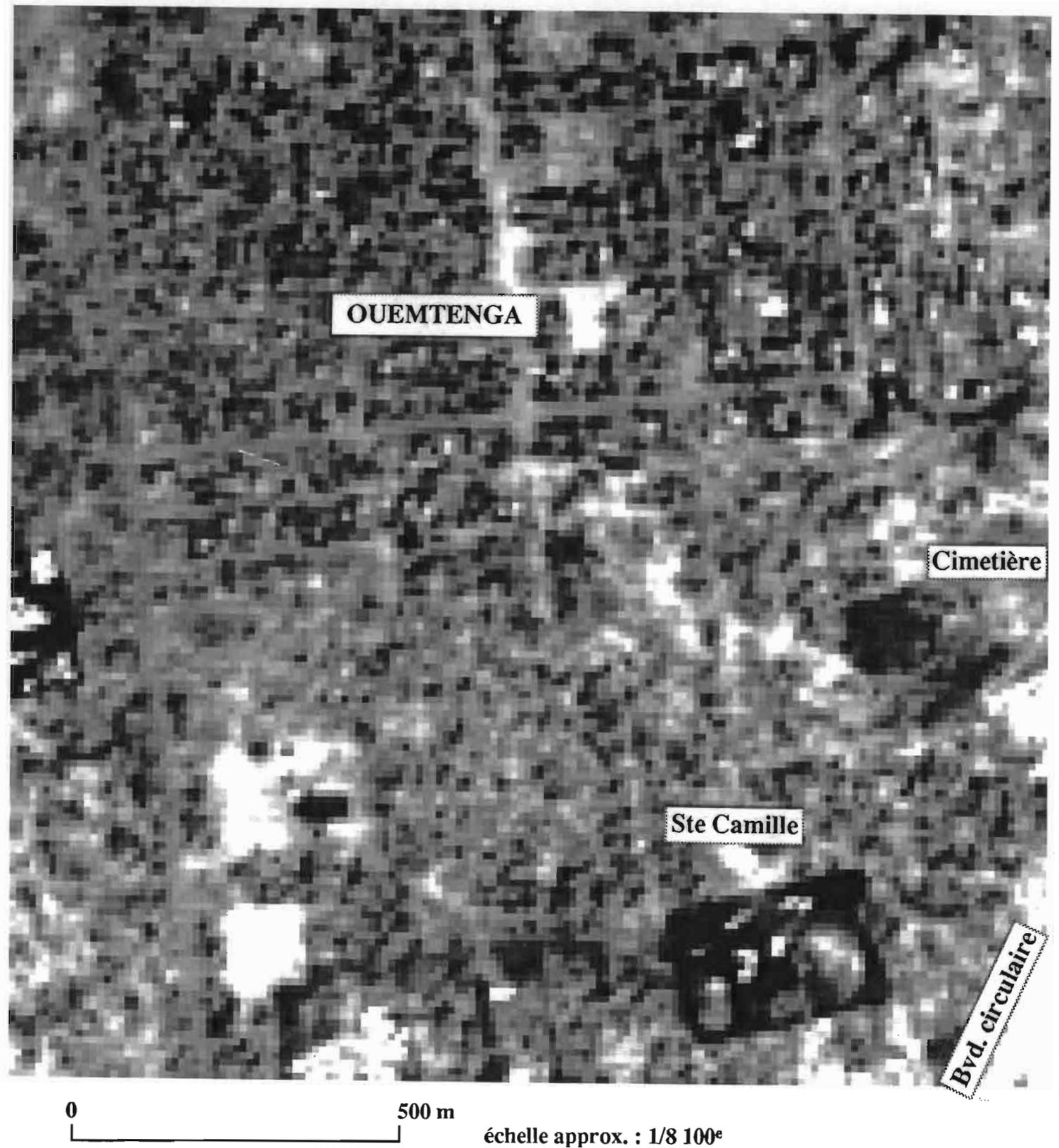


Figure 8. Les limites des quartiers de Ste Camille et de Ouemtenga (à l'est de l'aéroport) d'après une image panchromatique Spot (novembre 1987)

subsaharienne (CHAMPAUD *et al.*, 1993), montrent alors que l'on ne peut guère espérer descendre en dessous du 1/25 000<sup>e</sup>, échelle somme toute moyenne.

Cette échelle se révèle toutefois largement suffisante pour parvenir à une délimitation de la tache urbaine et à une cartographie générale de l'occupation du sol d'autant plus pertinente que l'on bénéficie avec l'image-satellite de l'apport multispectral. S'il s'avère réellement possible de disposer d'images à intervalles proches et réguliers, la mise en évidence et la quantification de la dynamique de la ville seront également envisageables.

Or, c'est ce type de connaissances qui constitue actuellement une des demandes essentielles exprimées par les responsables urbains. Il faut de fait avant tout remettre à la disposition des principaux intéressés les documents cartographiques de base à jour indiquant les grandes lignes de l'urbanisation, comme la nature et la localisation des différents types de tissus urbains (VERGES, 1990). Dans le cadre d'une politique cohérente d'aménagement de l'expansion urbaine, l'échelle du 1/25 000<sup>e</sup>, voire du 1/50 000<sup>e</sup>, reste donc très intéressante du fait de l'absence plus ou moins généralisée de données récentes et fiables. Le caractère relativement "élémentaire" des cartes dressées est ainsi plus que compensé par l'actualisation des données urbaines. C'est d'ailleurs ce que semble penser FOIN (1987) qui, devant le rythme effréné de l'évolution urbaine, écrit : *"Les besoins sont tels, à l'heure actuelle, que l'on peut se demander si la nécessité d'une tenue à jour rapide ne prime pas sur celle de la précision, dans la mesure où l'on se trouve devant un choix entre les deux."*

L'information "potentielle" susceptible d'être délivrée par les images Spot leur permet donc de fournir une connaissance essentielle au développement urbain. Elles peuvent y contribuer de plus à un coût raisonnable, l'acquisition d'une scène XS et d'une panchromatique se montant aujourd'hui autour de 25 000 francs (prix "moyen", hors coût de programmation ou offre promotionnelle). A cette somme, il faut bien sûr ajouter celui des traitements et des restitutions "papier". Le tout reste cependant très inférieur à celui de l'acquisition et de l'exploitation d'une mosaïque de photographie aérienne (Banque mondiale, 1989).

Nous espérons avoir montré que l'image-satellite Spot doit trouver sa place dans l'étude du domaine urbain de ces grandes villes en expansion rapide. Nous allons maintenant aborder

le problème du traitement d'images permettant d'obtenir les informations thématiques requises concernant l'occupation du sol. Le problème particulier du suivi de la dynamique urbaine sera ensuite étudié.

## **B - cartographie de l'occupation du sol : l'avantage des méthodes de photo-interprétation des images-satellite sur les traitements de cartographie automatique**

Comme tout document brut, et à l'image d'une photographie aérienne, une image-satellite est très riche en détails et donc peu "exploitable" en l'état. Les informations très diverses qu'elle contient doivent être sélectionnées et interprétées pour que l'on puisse en tirer un document cartographique faisant ressortir l'ensemble des thèmes choisis par une simplification raisonnée du contenu de l'image.

Les images se présentant à l'origine sous une forme numérique, un grand nombre de recherches ont été menées pour exploiter autant que faire se peut les ressources offertes par une gestion des données-satellite dans un environnement informatique en perpétuel développement. Cela a conduit à favoriser très rapidement les procédés d'extraction plus ou moins entièrement automatiques de l'information au détriment de la classique méthode de photo-interprétation couramment employée dans l'analyse des photographies aériennes. Toutefois, les méthodes automatiques présentent encore aujourd'hui, comme nous allons le voir, de nombreuses limitations quand elles sont appliquées à l'étude du milieu urbain. Les résultats que l'on peut obtenir de manière courante sont en effet généralement peu fiables et les typologies souvent simplistes quand on les compare à la richesse potentielle des images.

Les techniques de photo-interprétation d'images-satellite, qui ont été largement employées dans les premières années de la télédétection, paraissent de ce fait actuellement plus efficaces dans une optique opérationnelle. L'interprétation visuelle des images est une méthode bien connue, efficace et suffisamment fiable qui peut apporter plus d'informations que ne le feraient des traitements sophistiqués. Bien entendu, on aura tout avantage à tirer profit d'une

photo-interprétation "assistée", ce qu'autorisent les multiples possibilités de traitements et de manipulation des images numériques.

***a - les obstacles à une cartographie automatique de l'occupation du sol en milieu urbain***

***les limites des classifications radiométriques standards***

Dans la recherche d'une extraction automatique ou semi-automatique des différents thèmes urbains à inventorier, les méthodes statistiques de classification sont l'outil le plus souvent employé. Elles constituent d'ailleurs généralement : "*l'objectif essentiel de la démarche de la télédétection satellitaire*" (DONNAY, 1990). Les classifications offrent de fait dans de nombreux domaines d'application la possibilité d'effectuer avec rapidité et efficacité une cartographie thématique. Leur utilisation dans le domaine urbain se heurte cependant à de multiples difficultés.

**- principes de base des procédures de classification**

La méthode de classification la plus communément utilisée, car la plus simple, consiste en une analyse *pixel par pixel* de l'image. Considéré comme un individu, chacun d'entre eux peut en effet être caractérisé par ses valeurs de réflectance dans les différentes bandes spectrales originales et les divers indices qui en dérivent. Une analyse statistique de l'information contenue dans l'image devient alors possible. Deux grandes procédures sont habituellement utilisées pour aboutir à une classification de ce type (COLLET, 1981; BARDINET, 1987; BONN, ROCHON, 1992).

Les classifications dites *dirigées* sont très souvent retenues car l'opérateur est appelé à déterminer lui-même le choix des classes thématiques. Ce choix est basé sur des échantillons d'individus localisés sur l'image et considérés comme représentatifs de leurs classes par des réalités de terrain (la méthode étant interactive, l'opérateur peut très bien modifier ses échantillons). Des classes de *signatures spectrales* sont ainsi définies par rapport à l'ensemble des radiométries propres à un thème, et mesurées dans les différents canaux. Chaque pixel de

l'image analysée est alors affecté à l'une des classes, en fonction de paramètres statistiques qui calculent un maximum de vraisemblance ou de proximité (très souvent une distance euclidienne) entre chaque pixel et chacune des classes définies *a priori* (DESHAYES, MAUREL, 1990). Il est toutefois bien certain que cette procédure n'a de sens que s'il existe une relation bijective entre classes et signatures spectrales : tous les objets d'une même classe doivent présenter la même signature spectrale et toutes les signatures doivent être distinctes les unes des autres.

Ces notions de base étant rapidement précisées, il est vérifié que la qualité et la fiabilité des résultats issus de cette procédure dépendent étroitement de plusieurs paramètres :

- des données : qualité des images, résolutions spatiale et spectrale, nombre de canaux disponibles (permettant d'établir les signatures spectrales);
- des traitements numériques : choix des canaux utilisés, des algorithmes de traitement, ...;
- des caractéristiques des objets à identifier (composition, formes, tailles, densité), toutes caractéristiques qui influencent fortement leurs réponses spectrales;
- de la définition des classes de signatures spectrales : choix des sites-test (ou zones d'entraînement) qui doivent être représentatifs et homogènes, (la variance intra-classe doit être faible et la variance inter-classes forte);
- d'une quantité suffisante d'échantillons représentatifs permettant d'établir, grâce à une matrice de confusion, un degré de confiance de la classification satisfaisant (un des principes de base des méthodes statistiques);
- enfin, du nombre et de la validité des réalités de terrain, et/ou de l'existence d'une documentation exogène de référence.

Les méthodes de classification par pixels ont été en grande partie développées en utilisant des images MSS dans les domaines agricole ou naturel, milieux pour lesquels la résolution du capteur des premiers Landsat se révélait être la plus adaptée. Très largement utilisées, elles y ont souvent donné, et donnent encore, de bons résultats, la procédure convenant bien à l'analyse de vastes zones homogènes. L'homogénéité des distributions paraissant conditionner largement la qualité du résultat final, le principe a toutefois rapidement

montré certaines limites. En premier lieu, quand il s'est agit de l'appliquer à l'étude thématique de régions agricoles caractérisées par un parcellaire de petite dimension (parcelles de quelques ares ou hectares) et une grande diversité de cultures - cas typique des pays méditerranéens - (AUDRAIN, 1989). L'expérience montre en effet qu'un *objet* ne peut être reconnu, et donc classé, que s'il est identifié par un minimum de 4 pixels contigus homogènes (MANUAL OF REMOTE SENSING, 1983), sinon 16, soit 4 pixels signifiants plus leur voisinage (IAURIF, 1990). Cela représente donc, même avec des pixels Spot, plusieurs centaines de m<sup>2</sup>.

Or une des caractéristiques spécifiques du domaine urbain tient justement au fait que ce milieu artificialisé se distingue par l'agencement généralement très hétérogène d'un grand nombre d'éléments de nature très diverse et de faibles dimensions, constat qui est particulièrement vérifié dans les villes africaines qui nous intéressent ici. L'efficacité des classifications s'en trouve par conséquent largement réduite, cela malgré (mais aussi en partie à cause de) l'augmentation de la résolution spatiale des capteurs employés (HUSSON *et al.*, 1982).

#### - de multiples sources de confusion radiométrique

De fait, quel que soit le capteur employé, MSS, TM ou le HRV de Spot en mode XS ou panchromatique, il est rare de trouver en milieu urbain des pixels radiométriquement "purs" (comme on peut en trouver dans un grand champ de blé, une forêt de résineux ou une vaste pièce d'eau par exemple). Les pixels sont ici majoritairement "mixtes", la radiométrie mesurée au niveau de chacun d'entre-eux étant une valeur globale. Elle correspond en effet généralement à la résultante des différentes composantes du pixel (portion de voirie, toit, végétation, ...). Elle peut cependant tout aussi bien intégrer la moyenne de deux objets très contrastés, et même dans certains cas, n'être due qu'au plus réfléchant de ces composants, un toit de tôle par exemple (FORSTER, 1982; PEBAYLE, 1986).

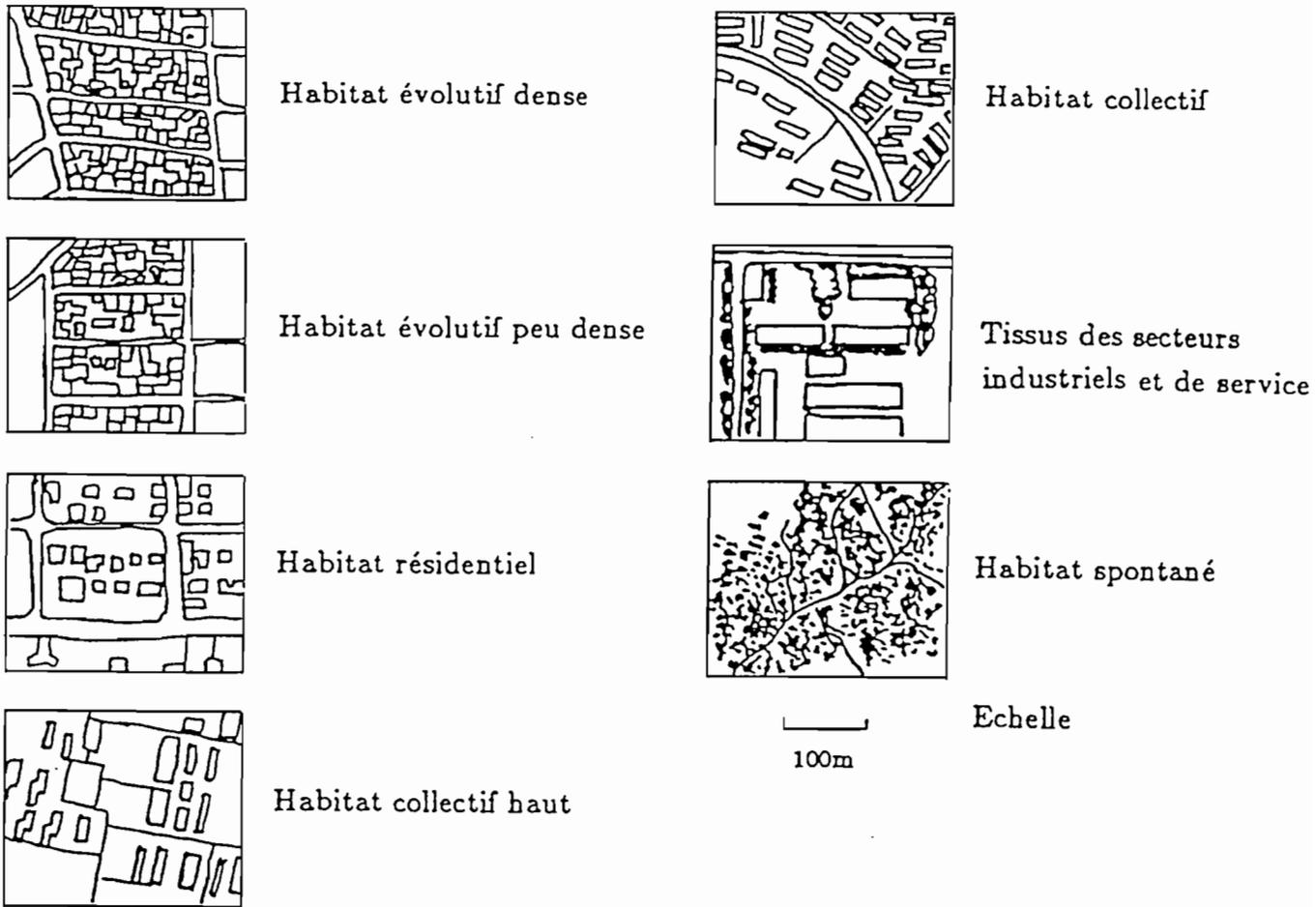
Cette prédominance des radiométries composites se vérifie pour la plupart des tissus urbains des villes des pays en développement, y compris pour une grande partie des pixels *panchromatiques*. Quand bien même ces derniers seraient majoritairement purs, il ne faut pas oublier qu'une grande part de la signature spectrale d'un objet est défini par les valeurs du canal

infrarouge (pixel de 400 m<sup>2</sup>), valeurs qui ne peuvent être directement "mixées" à celle du panchromatique (voir le paragraphe 3 B b).

Cette valeur généralement composite pourrait toutefois constituer en soi un élément très intéressant dans la mesure où l'on vise à établir une classification des modes d'occupation du sol, c'est à dire à distinguer les grandes composantes du tissu urbain. Même si les typologies de l'habitat sont souvent arbitraires et empreintes de subjectivité, car il n'existe pas de légende universelle idéale, on cherche le plus souvent à identifier les thèmes les plus classiquement reconnus : différenciation des secteurs "résidentiels", "évolutifs" (anciens, récents), "restructurés", "spontanés", "industriels", etc. (ANTOINE *et al.*, 1987; IAURIF *et al.*, 1988). Chacun d'entre-eux correspond en effet à un "paysage" qui peut être vu comme une association particulière de certains composants (types de parcelles, maisons en banco, villas, immeubles, présence ou absence de tuiles, de tôles, de végétation verte, de sol nu, de route goudronnée, etc.).

Dès lors, de même que les *signatures spectrales* de nombreuses surfaces naturelles ont été établies - signatures de l'eau, des minéraux, des sols, des divers couverts végétaux (GUYOT, 1992) - , on pourrait espérer pouvoir individualiser, au niveau de chaque pixel mixte urbain d'une ville donnée, les signatures spectrales "composites" de ces différents types d'association. Mais là réside un premier obstacle car, comme le signalent MICHEL et LORTIC (1992) : "*associer signature spectrale "mixte" et type de tissu urbain sous entend qu'il existe une association de matériaux majoritaire, et très stable (en qualité des matériaux et en proportion des matériaux ) pour un type de tissu donné, ce qui ne nous semble pas évident. Par contre, il nous semble plus vraisemblable de dire que certaines associations sont préférentiellement rencontrées dans certains types de tissus urbains, ce qui n'est pas la même chose*".

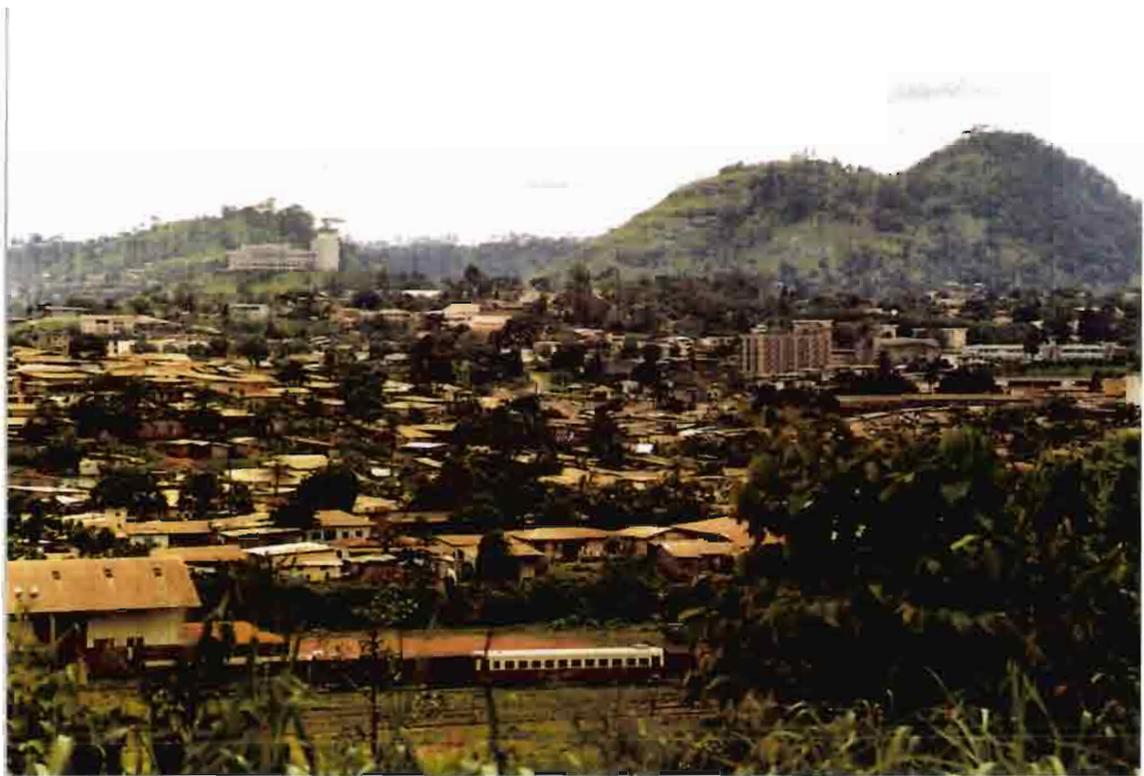
Ainsi, une typologie de l'occupation du sol ne pourra être tout au plus basée que sur la reconnaissance effective de ces associations. Mais celles-ci sont elles-mêmes souvent très hétérogènes, même à l'échelle d'un pixel Spot. Au sein d'un même tissu (résidentiel par exemple), deux pixels voisins de l'image-satellite peuvent ainsi présenter des réponses radiométriques fort différentes selon les proportions prises par les divers composants du pixel



**Figure 9. Disposition classique des principaux types de tissus urbains rencontrés**

source : ARMAND, CAMPAGNE, 1988

(importance respective du bâti, de la végétation verte, type de la toiture, présence d'un sol nu, de goudron...). Les discontinuités sont ainsi parfois très marquées (ce qui accroît les écarts-types des différentes classes), ne serait-ce qu'en raison des importants contrastes qui peuvent exister entre une portion de terrain à l'ombre et une portion de béton violemment éclairé. A cela s'ajoute également le poids pris par l'"environnement" radiométrique de chaque pixel, contribution qui peut représenter, comme le montre FORSTER (1982) dans le cas d'un pixel MSS, jusqu'à 50 % de la luminance apparente.



Comme le montrent ces deux photographies de Yaoundé, les causes de confusions radiométriques sont nombreuses dans ce type de domaine urbain : hétérogénéité du milieu; importance du couvert arboré qui peut masquer une grande part du bâti; omniprésence des toitures de tôle, quel que soit l'usage du sol (gare, marché, logements, etc.). Photo du bas; au premier plan, le quartier populaire de Mvog Ada, aux très fortes densités résidentielles (plus de 320 hab/ha en 1976). Noter que la réflectance des toits varie suivant leur orientation et leur âge; les plus anciennes se confondent souvent avec le substrat de latérite.



**Planche photographique 3.**  
**Un milieu propice aux confusions radiométriques**



Il paraît donc *a priori* très délicat de caractériser la signature spectrale d'une forme particulière d'occupation du sol, même si cela a pu être parfois fait avec MSS ou TM dans le cas de certains types de quartiers, les quartiers résidentiels notamment (WILMET, VENNETIER, 1986).

De surcroît, beaucoup de matériaux artificiels constitutifs du domaine urbain présentent des propriétés de réflectance spectrale proches, sinon identiques ce qui accroît encore les risques de confusions interclasses. Face à cette difficulté supplémentaire, le pouvoir de discrimination des bandes spectrales aujourd'hui disponibles est malheureusement très limité sur des aires fortement minéralisées, types de surfaces qui abondent en ville. De fait, ces bandes spectrales ont été essentiellement définies en fonction d'une thématique du monde végétal, les études en ce domaine représentent actuellement un volet majeur des programmes de télédétection (CERVELLE, 1989).

A cela s'ajoute le fait, comme nous avons pu nous même le mettre en évidence (CHAMPAUD *et al.*, 1992, et *infra*), que les canaux XS 1 et XS 2 de Spot sont généralement très corrélés (forte redondance dans l'information) ce qui réduit encore un peu plus les chances de différenciation. Pour lever une partie des confusions, il faudrait donc pouvoir multiplier les opportunités de différenciation en augmentant le nombre et la finesse des bandes spectrales (jusqu'à plusieurs dizaines). Cette solution ne semble toutefois devoir constituer qu'une échéance lointaine (SCHOTT, 1989).

Pour compliquer encore davantage le problème et multiplier les sources de confusions radiométriques, il est également à signaler que les divers éléments urbains ne sont pas radiométriquement invariants. Les valeurs de luminance d'un même type d'objet (une maison par exemple) présentent ainsi souvent de fortes variabilités à l'intérieur d'une même ville et pour un jour donné. Les caractéristiques géométriques du bâti (taille, hauteur), son orientation et sa disposition, le plan du site (distribution et localisation des éléments urbains), la forme des îlots, leur géométrie (groupés ou dispersés), influent beaucoup sur la réflectance au moment de l'acquisition de l'image-satellite. En fonction de la disposition par rapport à la trace au sol du satellite, selon la hauteur et l'azimut du soleil, l'angle de visée, la topographie du site, ces divers paramètres génèrent des phénomènes d'ombre portée, comme des directions plus ou

moins privilégiées dans la réflexion des rayons lumineux. Ainsi, deux surfaces bétonnées ou deux toits de tôle voisins pourront donner des signatures fort différentes selon leur position (à l'ombre ou pas) ou leur inclinaison et leur orientation. Surtout, et c'est une autre grande source de confusion, si leurs caractéristiques diffèrent quelque peu. Les réponses radiométriques d'un même matériau peuvent être ainsi très différentes selon son âge et son état. C'est ainsi que nous avons pu constater, en étudiant notamment des villes comme Conakry ou Ouagadougou, que de nombreuses maisons ou même certains périmètres de la végétation urbaine pouvaient être confondus aux sols nus, en saison sèche, à cause de la poussière qui les recouvre (CHAMPAUD *et al.*, 1989, et *infra*).

Enfin, l'influence de la composante atmosphérique, dont nous reparlerons plus en détails au paragraphe *C a*, ne doit pas non plus être négligée. Le domaine urbain est en effet un milieu généralement riche en fumées, aérosols de toutes sortes qui peuvent modifier notablement l'ensemble des réflectances, sur tout ou partie de l'espace urbain. De même que la mince couche d'eau qui peut demeurer, dans ces milieux très minéralisés et imperméabilisés, ici ou là après une pluie. En absorbant les infrarouges, elle diminue encore un peu plus les chances de parvenir à une discrimination des différents objets urbains (DONNAY, 1990).

- au mieux, une classification de matériaux

L'augmentation de la résolution spatiale qui aurait pu permettre de s'affranchir des difficultés posées par l'existence de pixels mixtes n'a donc malheureusement pas contribué à améliorer l'efficacité des classifications radiométriques. De fait, avec l'accroissement du pouvoir résolvant, on se rapproche de plus en plus des objets urbains eux-mêmes. Si le nombre de pixels mixtes ou "frontières" s'en trouve souvent réduit, la variance spectrale intra-classe s'accroît, elle, inévitablement pour les diverses raisons que nous venons d'évoquer. Il devient alors toujours plus difficile de trouver quatre pixels contigus homogènes et nombre de pixels se retrouvent ainsi non classés ou mal classés (PEBAYLE, 1986; ARMAND, CAMPAGNE, 1988; AUDRAIN, 1989). Ainsi, les essais de classifications radiométriques que nous avons nous même conduits sur des images des villes de Conakry, Ibadan, Yaoundé, Ouagadougou (figure 10) et Nairobi (figure 11) se sont dans l'ensemble révélés peu satisfaisants, les confusions

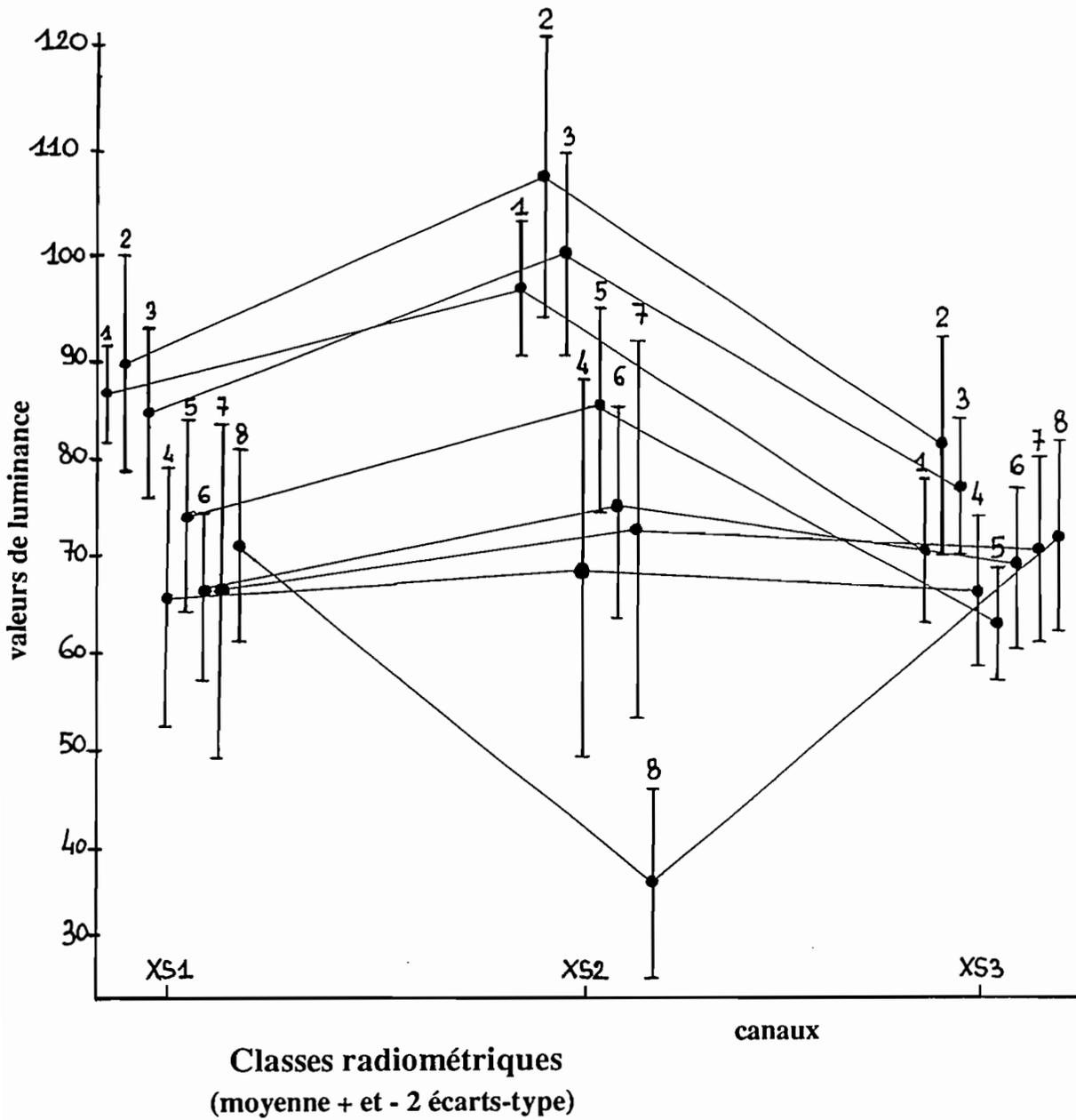
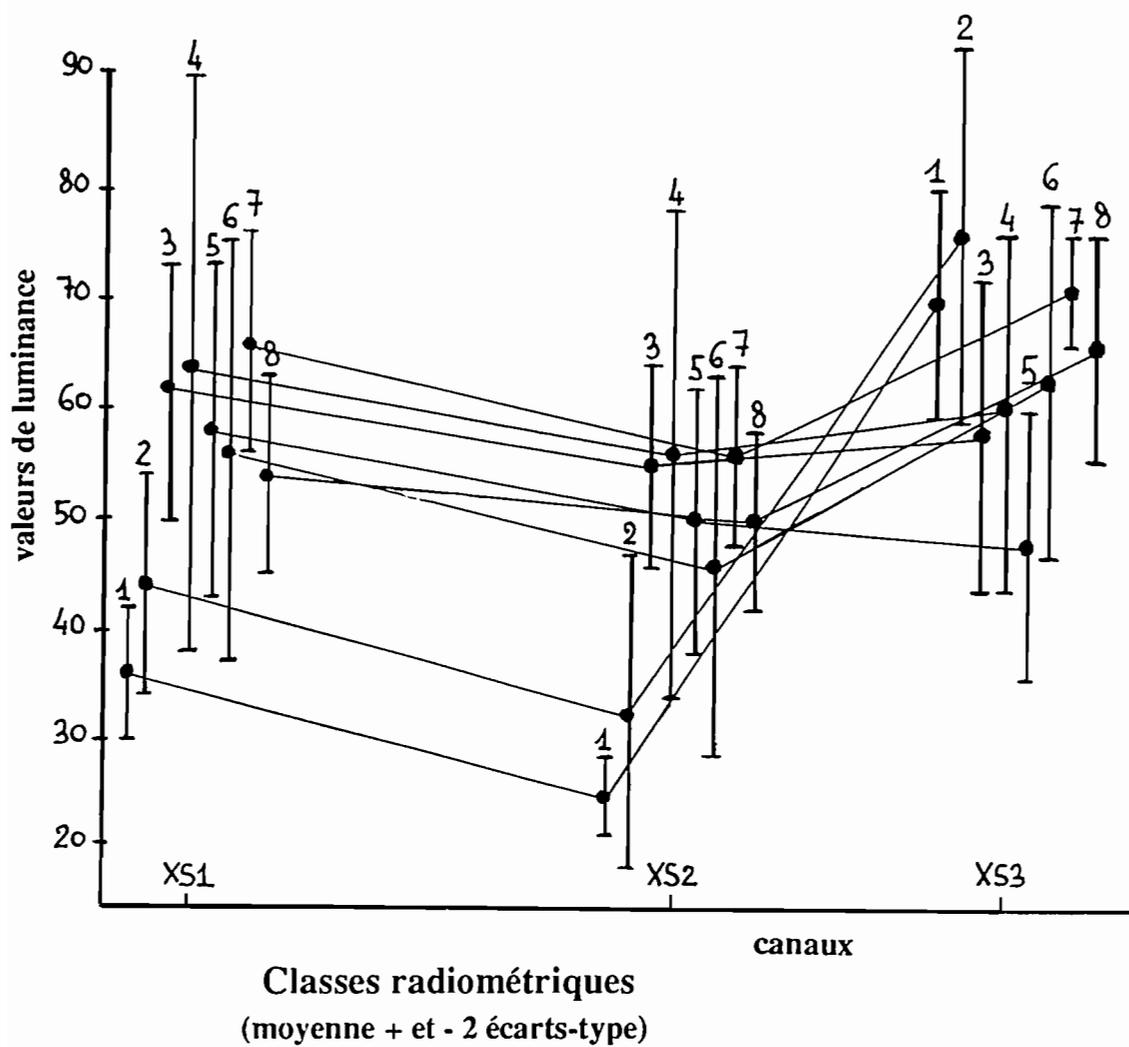


Figure 10. Exemple de confusions radiométriques lors d'un essai de classification réalisée sur Ouagadougou (scène XS du 27/11/89).



- 1 - forêt
- 2 - quartiers résidentiels aisés
- 3 - habitat pauvre
- 4 - industrie
- 5 - "CBD"
- 6 - quartiers classe moyenne
- 7 - nouvelles implantations
- 8 - lotissements planifiés anciens

Figure 11. Exemple de confusions radiométriques lors d'un essai de classification réalisée sur Nairobi (scène XS du 10/02/87).

radiométriques entre les différentes classes élaborées se révélant trop nombreuses (CHAMPAUD *et al.*, 1991).

L'accroissement de la résolution amène également une autre difficulté. On se heurte en effet de plus en plus au problème de l'identification des thèmes généraux que l'on désire cartographier. Les pixels tendant à devenir "purs", l'analyse par pixel tend, quant à elle, à distinguer des thèmes élémentaires comme "bâti" et "végétation" mais plus le thème "résidentiel" (le tissu lui-même) qui est susceptible d'associer ces deux "primitives" de base. Dès lors, ce type de classification aboutit davantage à une classification des divers matériaux de construction et des éléments de couverture du sol qu'à une véritable typologie du tissu urbain (MICHEL, LORTIC, 1992).

Encore cette information est-elle en l'état de peu d'utilité, les typologies standards d'occupation du sol, héritées de l'emploi des techniques classiques, étant de nature essentiellement économiques et fonctionnelles. Elles reflètent en effet avant tout un *usage du sol* (le "Land Use" anglo-saxon). Mais cette notion d'usage du sol n'est pas directement observable, sa définition devant être déduite de la prise en compte d'un certain nombre de paramètres "exogènes", ce que fait fort bien un photo-interprète. Or la télédétection ne peut décrire les objets que sous un angle physique, c'est à dire leur propriété à réfléchir les radiations solaires. Seule la couverture physique du sol, le *contenant* ("Land Cover"), peut être de ce fait reconnue dans une telle classification. Mais les propriétés "physiques" d'un objet sont indépendantes de sa fonction urbaine, un même matériau (béton, tôle, ...) pouvant avoir des utilisations très différentes. Ainsi, la signature spectrale même dans le cas où elle est reconnue avec certitude ne peut à elle seule déterminer le type d'objet, ni le tissu urbain susceptible de lui être associé, des objets urbains physiquement proches pouvant avoir des *fonctions* très éloignées (OLIVA, HUSSON, 1982; PEBAYLE, 1986; WILMET, DE KEERSMAKER, 1985; CHARBONNEAU *et al.*, 1991; SILIPACHARANAN, 1992).

Ces derniers points expliquent de ce fait également les limites de l'emploi, dans le domaine urbain, des classifications *non dirigées*, procédures probabilistes qui ne requièrent aucune connaissance *a priori* du milieu étudié. En théorie, l'espace radiométrique ayant été

divisé en  $n$  classes par l'opérateur, celles-ci seront déterminées automatiquement en fonction des signatures les plus communes qui peuvent être séparées selon des critères de similarités statistiques. On obtient donc des classes "virtuelles", les résultats de ce type de segmentation restant à interpréter afin d'établir les relations possibles entre groupes radiométriques identifiés et l'information recherchée. Les sources de confusion étant, nous l'avons vu, multiples, les classes obtenues n'ont donc généralement pas davantage de signification que celles définies dans le cadre d'une classification *dirigée* (DUPLAQUET, CUBERO-CASTAN, 1994).

### *les limites des méthodes plus sophistiquées*

Ainsi, comme nous pouvons le constater, le milieu urbain présente-t-il de nombreux obstacles à l'utilisation des classifications standards. Une telle procédure automatique, qui ne traite les pixels qu'indépendamment les uns des autres, paraît donc peu adaptée à une définition significative de l'occupation du sol, alors qu'un photo-interprète est généralement à même d'identifier un quartier d'un seul coup d'oeil. Outre les données dont il peut disposer par la voie d'autres "canaux" (sa propre connaissance de la ville par exemple), il "intègre" en effet simultanément dans sa propre analyse de l'image des informations de natures variées qui lui permettent de "voir" ce qui n'est pas sur l'image. Ces informations concernent non seulement la teinte ou des niveaux de gris (la radiométrie) mais également des critères de taille, de forme des objets, ou bien encore l'identification de textures et de structures caractéristiques, à l'échelle à laquelle on travaille, de telle ou telle forme d'urbanisme (FLOUZAT, 1982; PEBAYLE, 1986).

La *texture*, ou mode d'arrangement local des niveaux de gris ou des couleurs, et la *structure*, l'organisation de ces "plages" de même radiométrie entre-elles, sont en effet bien différentes entre un quartier loti en damier (répétition d'un motif de base dans lequel s'agencent régulièrement les différents éléments texturaux) et un quartier spontané qui se signale par son absence totale d'aménagement. De même la présence de quelques maisons au sein d'un couvert végétal en modifie la texture qui devient plus hétérogène. Cela suffit souvent à différencier un parc ou un bois d'un lotissement en voie de réalisation par exemple. De la même manière, la taille et la forme du bâti constituent également un bon moyen de parvenir à une typologie de

l'occupation du sol, la dimension des composants d'une zone industrielle n'étant pas celle d'un quartier résidentiel.

De nombreuses recherches ont donc été entreprises depuis des années pour prendre également en compte, dans les processus de classification, ces paramètres discriminants de texture-structure et plus récemment, de forme.

En traitement d'image, l'analyse des textures est plus aisément accessible que celles des structures. Pour un canal donné, il existe de fait de nombreuses possibilités d'étude de la variabilité *locale* des teintes de gris. Cela se fait généralement selon une fenêtre de taille variable (le plus souvent 3 sur 3, ou 5 sur 5 pixels) que l'on fait "glisser" sur l'ensemble de l'image. La valeur numérique de chaque pixel central est alors remplacée par une nouvelle valeur à laquelle contribue l'ensemble des pixels de la fenêtre mobile. Cette nouvelle valeur peut-être la médiane ou la moyenne des valeurs des différents pixels. Elle peut aussi exprimer un écart-type, une pondération, un gradient, un indice... Suivant le filtre utilisé (ils sont nombreux) : gradients (Robinson, Sobel, Prewitt, Kirsch, ...) ou Laplaciens, pourront être alors délimitées des zones homogènes (lissage et détection de contours) ou à l'inverse, rehaussés certains contrastes (RAKOTO, 1987; BONN, ROCHON, 1992).

Les outils, plus complexes, offerts par la morphologie mathématique permettent en ce qui les concernent de s'intéresser plus précisément à la forme des objets. Non plus à partir d'une fenêtre glissante, comme en analyse de texture-structure, mais à partir d'un *élément structurant*, figure géométrique simple (segment, triangle, hexagone) dont la taille et la forme doivent être définies en fonction des critères retenus pour caractériser les objets à analyser (COSTER, CHERMAN, 1989).

La prise en compte des caractères texturaux et/ou morphologiques paraît en mesure d'améliorer la fiabilité des classifications. Toutefois, l'intégration de ces néo-canaux dans la procédure de classification est assez délicate et complexe et les résultats dépendent largement d'un ensemble de facteurs "favorables" qu'il est assez difficile de retrouver dans le domaine urbain (KENNARD, TOLL, 1984; BOQUET, 1987; ARNAUD, 1988; JACQUEMINET, 1990; BIANCHIN,

PESARESI, 1994; FUNG, CHAN, 1994). On peut notamment citer le problème des primitives de texture (bâti, voirie, végétation, ...) dont la taille change suivant les quartiers. Il faut alors définir des tables de critères texturaux propres aux différents types d'habitat et appliquer, en segmentant la tache urbaine, les modèles de texture correspondant à ces sous-espaces homogènes (BLASER *et al.*, 1991). La procédure est longue, complexe et les résultats loin d'être toujours probants.

D'autres travaux ont été également menés pour échapper encore un peu plus aux limitations de l'analyse par pixel, en élaborant des classifications non plus sur la base des pixels eux-mêmes, avec apport ou non des informations morpho-structurales, mais par zones, parcelles (en milieu agricole) ou îlots (domaine urbain). En effet, si le pixel ne permet qu'une description fondée sur la juxtaposition des différentes composantes de l'espace bâti, la zone, l'îlot, autorisent une approche plus pertinente du tissu urbain. Un îlot peut être de fait caractérisé par des critères plus stables et représentatifs d'un type d'organisation, comme une moyenne, un écart-type ou des paramètres de texture dérivés de l'intégration des valeurs numériques des différents pixels de cet ensemble (AUDRAIN, 1989; PEREIRA TENEDORIO, 1990; MICHEL, LORTIC, 1992; DUPLAQUET, CUBERO-CASTAN, 1994). Cette approche par zone semble donc devoir être de plus en plus utilisée. Notamment dans les études qui ont pour objectif de permettre des estimations de population urbaine. "Moyennes" radiométriques et coefficients de densité de l'espace bâti ou densité d'habitations sont alors généralement mis en relation au niveau de l'îlot ou du quartier (IAURIF *et al.*, 1988; MICHEL 1988; DUREAU *et al.*, 1989; DESPRATS, DUTARTRE, 1993).

Toutefois, et cela est particulièrement vérifié pour le type de domaine urbain qui nous préoccupe ici, un obstacle majeur à ce genre d'analyse vient de la difficulté à identifier ces différents îlots ou quartiers. La reconnaissance du réseau de la voirie les délimitant se révèle de fait souvent très ardue. Ces rues peuvent en effet être non discernables par le satellite (résolution insuffisante de ce dernier), masquées par les ombres portées (ce qui est souvent le cas dans les quartiers centraux), ou confondues, sur tout ou partie de leur longueur, avec les autres constituants du tissu urbain. Une rue en latérite, ou recouverte de poussières de latérite,

peut ainsi ne pas se différencier des sols nus avoisinants, si nombreux dans les quartiers périphériques des villes de la zone tropicale sèche. Un photo-interprète peut dans une certaine mesure reconstituer certains tracés peu visibles. Malgré leur complexité, les diverses procédures automatiques (telle la morphologie mathématique) ne donnent pas encore quant à elles de résultats suffisamment probants pour pouvoir être utilisées de manière usuelle (MICHEL *et al.*, 1987; PHOTO-INTERPRÉTATION, 1988; DONNAY, 1990). C'est d'ailleurs le constat que dresse AUDRAIN (1989) à propos d'une telle tentative de délimitation automatique des parcelles agricoles en milieu méditerranéen (dont l'hétérogénéité rejoint celle du domaine urbain) : *"quand le parcellaire est trop morcelé et dense, les résultats restent médiocres."*

Une autre solution est d'introduire le réseau de voirie sous forme de donnée exogène, par exemple à l'aide d'un fond de plan préalablement numérisé. On entre là toutefois dans le domaine des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) qui permettent de manipuler, croiser et corrélérer de nombreuses données géographiquement localisées, d'origines très différentes (Modèle Numérique de Terrain ou MNT, carte d'occupation du sol, document d'urbanisme, localisations des équipements, plans de réseaux, données d'enquêtes, image-satellite, etc.). Les possibilités peuvent être alors extrêmement vastes et les classifications beaucoup plus pertinentes (SOURIS, 1989; CHESNAY *et al.*, 1992; SIG-GIS, 1992; EGIS/MARI, 1994; JENSEN *et al.*, 1994).

En recherchant à exploiter au maximum le potentiel de ces bases de données relationnelles, certains s'efforcent même de parvenir à modéliser et à reproduire, à l'aide d'algorithmes d'intelligence artificielle, la démarche et le raisonnement thématique du photo-interprète. L'objectif visé est ici d'aboutir au développement de véritables systèmes-experts et autre *"classifieur intelligent"* (FLOUZAT, 1982; ARMAND, HERNANDEZ, 1987; MERING, 1989; DESACHY, 1990; HARTNETT *et al.*, 1994; JOHNSON, 1994).

Cependant, il faut : *"prendre garde de ne pas confondre les cas bien maîtrisés et opérationnels aujourd'hui avec les possibilités signalées dans les rapports défendant un projet"* (LLIBOUTRY, 1992). La plupart des méthodes automatiques restent de fait encore trop exploratoires, peu diffusées et complexes. L'accroissement de la résolution ne peut d'autre part

qu'accroître le volume des données à traiter ce qui pose déjà de nombreuses difficultés. De plus, nous ne devons pas perdre de vue que nous nous intéressons à des villes pour lesquelles les données exogènes qui pourraient entrer dans la constitution d'une banque de données urbaines (BDU) sont très souvent indigentes - on cherche justement un moyen d'en constituer une! - et donc peu susceptibles de constituer une aide à la classification automatique des tissus urbains de nombreuses villes d'Afrique noire.

De nombreux travaux restent donc à faire pour mettre au point des méthodes, véritablement opérationnelles, d'extraction automatique de typologies d'occupation du sol. C'est pourquoi nous pensons qu'une interprétation visuelle des images est aujourd'hui plus indiquée, cette interprétation pouvant bénéficier bien entendu des multiples possibilités offertes par le traitement d'images. On peut certes estimer qu'il s'agit là d'un certain recul, l'intervention "humaine" étant souvent considérée comme un facteur d'imprécision. BARIOU (1992) ne semble pas toutefois partager cet avis : *"La télédétection, dit-on, exige une approche rigoureuse, et ne souffre pas d'approximations. C'est sans doute du domaine du possible, ce n'est certainement pas la réalité d'aujourd'hui... Ne serait-ce que prendre conscience de ces problèmes et ne pas écrire n'importe quoi, fut-ce au terme de classifications plus ou moins élaborées et complexes, d'une pseudo-étude quantitative des données, ce serait déjà un grand progrès réalisé chez beaucoup d'utilisateurs."*

La fiabilité des diverses classifications qui sont en effet réalisées, même les plus sophistiquées, est de fait loin d'être toujours assurée. Ainsi, selon les critères établis, 85 % des pixels doivent être correctement classés, les classes devant avoir le même degré de précision, pour qu'une classification soit jugée fiable (MANUAL OF REMOTE SENSING, 1983). Mais la validité de nombreux "bons" résultats est souvent rendue sujette à discussion, des critiques pouvant être portées à l'encontre de la mise en oeuvre de ces méthodes statistiques. Ainsi le mode d'échantillonnage ou le choix des sites-test ne relèvent dans bien des cas d'aucun modèle statistique de sondage spatial, ce qui ne permet pas de constituer une référence rigoureuse et fiable (DUREAU, 1989). Les sites-test sont également souvent choisis : *"parce que semblent représentatifs"* (AUDRAIN, 1989). Ce principe est contestable, mais l'accessibilité aux différents

sites urbains n'est, il est vrai, pas toujours assurée surtout dans les vastes périphéries. On se heurte alors au manque de données de terrain caractéristiques des divers types d'occupation du sol. Tout cela explique peut-être pourquoi beaucoup de classifications en milieu urbain, comme l'a montré une importante recherche bibliographique (ORSTOM, 1986), ne comportent pas d'estimations chiffrées des résultats, les thématiciens se contentant d'une estimation visuelle...

### ***b - les multiples possibilités de la photo-interprétation "assistée" des images Spot***

Les nombreux obstacles qui limitent actuellement l'intérêt des procédures automatiques en milieu urbain soulignent donc *a contrario* celui d'une interprétation visuelle des images-satellite. Il s'agit dans ce cas de transposer à ce nouveau "support d'analyse" les principes bien connus, simples et efficaces de l'interprétation utilisés pour l'exploitation courante des photographies aériennes.

Transposition des méthodes certes mais appliquées à quelle "image" ? On dispose en effet dans le cas des données Spot de trois canaux multispectraux plus un canal panchromatique, quasi indispensable pour l'analyse urbaine. Ces canaux bruts peuvent être analysés séparément, ou beaucoup plus efficacement de manière combinés, le traitement et le croisement de ces données numériques offrant de multiples possibilités (SOUDOPLATOF, 1985; IAURIF *et al.*, 1988; IAURIF, 1990; Banque mondiale, 1989<sup>2</sup>; CHAMPAUD *et al.*, 1992).

#### ***de la technique la plus simple ...***

La méthodologie la plus simple consiste en une simple photo-interprétation manuelle réalisée de manière conventionnelle sur un support analogique. Ce support peut être un des canaux originaux (document en noir et blanc) ou une composition colorée associant l'information portée par plusieurs canaux. Cette dernière solution est nettement préférable, la couleur constituant un excellent moyen de discrimination qui permet à l'image-satellite de compenser sur la photo-aérienne le handicap que représente sa médiocre résolution spatiale.

A la limite, cette dernière approche ne nécessite même pas l'achat des images-satellite sous une forme numérique. La société SPOT IMAGE est en effet à même de fournir directement aux utilisateurs qui le désirent des documents analogiques sous forme de films photographiques et de tirages photographiques papiers (SPOT IMAGE 1989; SPOT IMAGE, 1993<sup>2</sup>). Les traitements préliminaires réalisés sur ces supports d'interprétation sont plus ou moins sophistiqués et sont susceptibles d'être réalisés "à la demande". Les *spatiocartes*, type de cartes topographiques réalisées sur fond d'images-satellite en constituent l'exemple le plus fréquent.

Le recours à une solution de ce type, qui peut offrir des avantages, présente toutefois à nos yeux plusieurs inconvénients. Il est par exemple impossible d'acquérir actuellement des documents au 1/25 000<sup>e</sup> bénéficiant simultanément de l'apport des données panchromatiques et multispectrales. Cela constitue à l'évidence un handicap pour l'étude du milieu urbain.

Le principal défaut demeure cependant que l'on travaille sur un document "figé" qui ne permet plus de bénéficier de toutes les avantages offerts par la manipulation des images numériques. Or il paraît essentiel de développer des méthodes de photo-interprétation (télé-interprétation) d'images-satellite accessibles à tous et opérationnelles dans les pays intéressés. Cela nécessite bien entendu l'utilisation d'un équipement (matériels informatiques, logiciels, périphériques) assez sophistiqué permettant le traitement d'image et la restitution de documents "papier". Le financement de leur acquisition (et peut-être surtout leur maintenance) peut, il est vrai, constituer un obstacle de taille. Il semble malgré tout certain que l'informatique constitue un des plus accessibles "transferts de technologie", surtout si l'on songe à la baisse continue des coûts de matériels et de logiciels de plus en plus performants. Les traitements réservés il y a peu de temps encore à de puissantes stations de travail sont en effet aujourd'hui parfaitement réalisables sur micro-ordinateurs. D'autre part, les moyens matériels requis pour la télédétection peuvent très bien être utilisés à d'autres fins, la constitution d'une banque de données urbaines, croisant au sein d'un Système d'Information Géographique des images-satellite, des données démographiques, sociales, économiques, des plans d'occupation des sols, de localisation des équipements, ..., représentant un objectif particulièrement intéressant.

Un des avantages de cette approche est d'autre part d'inciter les organismes et les institutions concernés à une collaboration plus étroite qui permette la mise en commun des

compétences, des savoirs faire et des demandes. Même si les motivations et les besoins ne sont pas forcément identiques, c'est pourtant d'une telle coordination que peut naître la pleine efficacité de nouveaux moyens dont la mise en oeuvre est forcément, au moins dans un premier temps, délicate. Se pose bien sûr, inévitablement, la question de la responsabilité de l'opération, la dispersion des responsabilités constituant trop souvent un terrible frein à la concrétisation des projets. La redéfinition des compétences, aujourd'hui fortement encouragée, devrait permettre, on peut l'espérer, de lever une grande part de ce dernier obstacle (CHAMPAUD *et al.*, 1993).

*... à la télé-interprétation assistée par ordinateur*

Un traitement informatique "local" des images-satellite nous paraît donc constituer la meilleure des solutions, les photo-interprètes, qui ont une connaissance irremplaçable des spécificités de l'urbanisme local, pouvant bénéficier de toutes les ressources de l'informatique pour améliorer et optimiser les documents à exploiter. L'identification d'une nomenclature de l'occupation du sol assez complète peut être en effet obtenue à l'aide de plusieurs "images" et plusieurs interprétations faisant ressortir telle ou telle information difficilement accessible sur un seul document (certains réseaux de voirie, des nuances dans les teintes, une image de la texture, etc.). De fait, comme l'indiquent très bien ARMAND et CAMPAGNE (1988) : *"les images satellitaires proposent autant de représentation d'une ville que de bandes spectrales d'enregistrement, de types de résolution au sol et de modes de restitution. L'oeil doit s'exercer à repérer des formes d'occupation du sol, des types d'organisation de l'espace afin de dégager des critères d'identification... D'où l'intérêt pour le photo-interprète de multiplier les modes de visualisation d'une image (visualisation monocanal, composition colorée, amélioration de contraste, filtres, lissages, etc.) pour élaborer une grille d'identification des objets d'études."*

- de multiples combinaisons envisageables

Dans le cadre d'une procédure de photo-interprétation les visualisations en couleur, basées sur la constitution de *compositions colorées*, constituent un outil particulièrement apprécié par les thématiciens. En effet, si l'oeil humain n'est pas en mesure de différencier plus d'une vingtaine de niveaux de gris (sur les 256 niveaux possibles en analyse numérique), il est à même de distinguer plus de 1 000 nuances de couleurs (IAURIF *et al.*, 1990). Les visualisations trichromes associant sur un document unique les informations de 3 canaux (quelconque), soit un par couleur fondamentale (qui sont le bleu, le vert et le rouge) sont donc d'un emploi très courant en télédétection.

La différenciation des divers thèmes que l'on cherche à identifier visuellement sur une composition colorée est grandement facilitée par les nombreuses possibilités de manipulation de l'image numérique. Il n'existe pas en effet de combinaison de canaux idéale qui permettent l'analyse simultanée de l'ensemble de l'information "potentielle". De fait, selon le type d'analyse, on a tout intérêt à "focaliser" les contrastes colorés sur tel ou tel aspect de la thématique. Il est ainsi possible de s'intéresser plus particulièrement aux nuances pouvant exister dans la composition du bâti, dans l'état de la végétation ou dans celui des sols (plus ou moins dénudés)... Les couleurs d'une composition trichrome sont donc bien souvent totalement arbitraires et ne dépendent que de la recherche en cours du thématicien. De subtiles variations seront d'autant plus mises en évidence qu'un *rehaussement de dynamique* aura été effectué sur les différents canaux. On constate en effet que les 256 niveaux de gris disponibles ne sont quasiment jamais utilisés sur un canal brut, mais une centaine tout au plus. Certaines radiométries peuvent correspondre d'autre part à une information de peu d'utilité. Il est donc souvent très intéressant d'améliorer les contrastes de l'image par un étalement de la dynamique (entre 0 et 255) des niveaux de gris "utiles". Les solutions, bien entendu, sont là encore multiples (BONN, ROCHON, 1992; RAKOTO, 1987).

*- les compositions colorées standard*

Le système imageur de Spot met à la disposition du thématicien urbain trois canaux XS de 20 m de résolution spatiale et un canal panchromatique à 10 m. La composition colorée "standard", car la plus simple, associe les trois canaux monochromatiques XS 1 (vert), XS 2 (rouge) et XS 3 (infrarouge), respectivement affectés aux canaux bleu, vert et rouge de l'écran vidéo. On constate immédiatement qu'une telle composition colorée ne peut donner que de "fausses couleurs" aux objets urbains et ce, à cause du décalage inévitable dans le codage des données du satellite.

Spot ne dispose pas en effet d'un canal "bleu" (contrairement au Landsat) et l'oeil humain n'est pas sensible au proche-infrarouge. Une telle composition peut donc surprendre au premier abord, la végétation verte y apparaissant en rouge plus ou moins vif. Cela est dû au fait que la végétation chlorophyllienne réfléchit beaucoup plus fortement le proche-infrarouge (rouge) que le vert (bleu), les radiations rouges (vert) étant fortement absorbées par les feuilles...

Certains thématiciens s'efforcent quelquefois de revenir en couleurs "naturelles", ou plutôt "pseudo-naturelles", en recodifiant la végétation en vert. Cette solution est cependant loin d'être la plus efficace pour l'interprétation (sinon pour le plaisir de l'oeil), l'oeil humain étant beaucoup plus sensible aux contrastes dans le rouge que dans le vert. La végétation verte étant un facteur de différenciation très intéressant en milieu urbain, il nous semble préférable de demeurer dans cette codification en "fausses couleurs", même si certains photo-interprètes sont quelquefois déroutés au début, (l'expérience montre que l'on s'y fait toutefois très rapidement).

*- les compositions colorés "XS + P"*

L'utilisation du canal panchromatique de Spot représente un atout important dans les études urbaines, les compositions colorées standards, malgré leur intérêt, ne pouvant offrir qu'une résolution au sol de 20 m. Il est alors difficile de descendre en dessous d'une cartographie au 1/50 000<sup>e</sup>.

L'intégration des données du canal panchromatique à celles des canaux XS qui permet d'accéder au 1/25 000<sup>e</sup>, nécessite toutefois une procédure spécifique, les deux types d'images n'étant pas directement superposables (ce problème d'intégration devrait toutefois disparaître avec Spot 4, les données XS 2 à 10 m prenant alors la relève du canal panchromatique).

En effet, même dans le meilleur des cas, c'est à dire quand les deux images sont acquises "simultanément" (en fait le même jour), il s'agit actuellement de deux images distinctes qui n'ont ni le même nombre de pixels, ni exactement la même géométrie. L'intégration des deux doit donc passer par une étape intermédiaire de superposition de l'une sur l'autre. Nous n'aborderons cependant pas le délicat problème du *recalage* d'images dans ce paragraphe, mais dans celui consacré aux études diachroniques qui réclament elles aussi, mais pour d'autres raisons, ce type de traitement (paragraphe C a). Nous nous bornerons ici à décrire diverses méthodes utilisées pour croiser ces données rendues compatibles "au pixel près" dans une même composition colorée.

Les canaux XS ayant été dans un premier temps rééchantillonnés à 10 m (il s'agit là d'un "pseudo 10 m" obtenu par interpolation ou duplication), plusieurs solutions de combinaison sont possibles à la suite du recalage (CNES, 1988) :

- la plus simple consiste en la substitution du panchromatique à XS 1 ou XS 2 qui partagent avec lui le même domaine de longueur d'onde (ce qui n'est pas le cas du canal infrarouge XS 3). Le canal XS 2 est souvent le canal remplacé, sa corrélation avec le canal panchromatique étant généralement supérieure à celle de XS 1 (PEDRON *et al.*, 1988);
- on peut également intégrer l'information du panchromatique aux canaux XS 1 et XS 2. Le CNES (1986) propose ainsi une méthode de calcul des néo-canaux XP 1 et XP 2 obtenus selon la formule suivante :  $XP_i = (2P * XS_i) / (XS_1 + XS_2)$ ;
- d'autres enfin préfèrent convertir les 3 XS dans le système de codification des couleurs "Teinte, Saturation, Intensité", le panchromatique étant substitué au néo-canal Intensité. Une transformation inverse permet ensuite de revenir dans l'espace RVB traditionnel (LOHMANN, ALTROGGE, 1988; LASSELIN, COCHRANE, 1990).

Les résultats finaux de ces traitements les plus courants sont dans l'ensemble assez voisins. Quelle que soit la procédure employée, la photo-interprétation d'une telle composition colorée profite toujours énormément de cet apport du panchromatique et de sa résolution spatiale de 10 m (CHAMPAUD *et al.*, 1993).

*- l'apport des néocanaux*

Ces compositions colorées qui contiennent *a priori* l'ensemble de l'information radiométrique constituent, nous venons de le voir, d'excellents supports d'interprétation visuelle. Elles ne sont pas toutefois la panacée, leur "richesse" et la variété des teintes étant notamment quelquefois excessives ce qui peut nuire à la lisibilité de l'image et à l'extraction des grands thèmes.

C'est ainsi que l'on peut éprouver des difficultés à individualiser certains types d'objets particuliers ou à délimiter par exemple la "tache urbaine" - l'emprise spatiale de l'agglomération - les limites administratives étant à l'évidence impossibles à situer. La ville étant considérée comme une "zone continue d'espace bâti", seront généralement inclus dans le périmètre urbain les constructions situées à moins de 200 m les unes des autres (DUREAU, 1990; COURBOULES, 1994). Cette délimitation maintient donc en zone "rurale" des secteurs d'habitat dispersé qui relèvent d'un "mitage" semi-urbain (et peuvent donc témoigner d'une extension en cours de la ville). Une distinction devra toutefois être faite entre ces zones périphériques et les espaces non construits (étendues d'eau, forêts résiduelles, parcs de loisirs ou terrains de sport) qui font partie du périmètre urbain.

Ce postulat étant établi, il est courant de dire que comparée au paysage qui l'entoure, une ville se caractérise sur une image par son caractère essentiellement minéral et son hétérogénéité (nombreuses discontinuités dans les teintes). Des traitements d'image spécifiques et sélectifs permettent dans ce cas de mettre en relief, au moyens de néo-canaux, tel détail, affectation ou limite. Ces néo-canaux sont essentiellement issus de rapports et de combinaisons linéaires combinant deux ou plusieurs des canaux initiaux (à l'image des indices de végétation et des analyses en composantes principales très souvent employés) mais aussi de la mise en oeuvre d'algorithmes de filtrages sur un canal donné.

*l'indice de végétation :*

Les indices exploitent les comportement spectraux parfois typiques de certaines classes d'objets repérables par télédétection. L'un des plus employé est l'indice de végétation (IV) dont il existe de très nombreuses définitions dans la littérature (THIBAUT, 1983). Toutes s'appuient cependant sur la *signature* des végétaux "verts" : forte absorption des radiations rouges par la chlorophylle et les pigments de la feuille; très forte réflectance dans le proche-infrarouge. Il a donc été possible de définir un indice synthétique qui est fortement corrélé avec la quantité et la qualité de la végétation ce qui est particulièrement utile pour les études dans le domaine végétal : différenciation des cultures, inventaires forestiers, mesure de la biomasse verte, etc. Cet indice s'exprime classiquement sous la forme suivante :

$$IV = \frac{\text{infrarouge (XS 3)} - \text{rouge (XS 2)}}{\text{infrarouge (XS 3)} + \text{rouge (XS 2)}} + \text{(ou non) une constante}$$

Un canal exprimant un "indice de végétation verte" est à même de constituer un bon outil pour différencier des quartiers entre-eux (intérêt si l'on travaille par zones ou quartiers *déjà* définis) ou pour délimiter la projection spatiale de la ville. Les contrastes sont en effet parfois très nets (surtout dans les zones périphériques que l'on cherche à suivre), entre la partie urbanisée, généralement pauvre en végétation verte (les terrains nouvellement construits sont bien souvent défrichés) et les zones externes qui se maintiennent en catégorie agricole ou "naturelle". Un seuillage pertinent des comptes numériques d'un tel canal peut alors permettre une délimitation (approximative) de la tache urbaine. Toutefois, si les zones forestières sont propices à cette utilisation particulière de l'indice, nous verrons, au travers de notre étude de cas sur Ouagadougou, que l'environnement plutôt "sec" de nombreuses villes de l'Afrique tropicale représente un obstacle majeur à une telle utilisation (CHAMPAUD *et al.*, 1992, et *infra*).

*l'analyse en composantes principales (ACP) :*

Également appelée transformation de Karhunen-Loeve, elle est souvent utilisée en télédétection pour "résumer" sous la forme d'un nombre plus réduit de néo-canaux appelés *facteurs* l'information contenue dans les canaux initiaux, celle ci étant généralement redondante. Chacun des néo-canaux, décorrélié des autres facteurs, est de fait une combinaison linéaire

spécifique des canaux originaux qui exprime, selon son rang, une part plus ou moins grande de la variance originale (le premier axe factoriel prend en compte l'essentiel de l'information).

Ces néo-canaux permettent de réaliser des compositions colorées synthétisant le maximum de l'information initiale. Ceci est particulièrement avantageux pour les utilisateurs des données Landsat car les trois premières composantes peuvent résumer jusqu'à 95 % de l'ensemble des données contenues dans 6 des 7 canaux de départ (le canal thermique - 120 m de résolution - ne peut être directement utilisé dans ce type d'opération). Les composantes étant décorréliées entre-elles, la lecture des compositions colorées en est souvent facilitée, de nombreuses nuances de couleurs disparaissant. Les différences sont plus tranchées, les répartitions plus nettes.

En ce qui concerne Spot, qui ne dispose que de trois canaux XS auxquels s'ajoute le panchromatique (souvent très corrélé à XS1 et XS2), l'utilisation d'une ACP est quelque peu différente. Les troisième et quatrième facteurs qui n'expriment qu'une très faible part de l'information de départ (quelques pour-cent) sont de fait difficilement exploitables "en l'état" dans une composition colorée. Ils sont en effet très "bruités", ces néo-canaux mettant notamment en relief les "défauts" des canaux bruts (mauvaise égalisation des détecteurs, voile atmosphérique, ...). Par contre des détails particuliers (souvent quasi indiscernables sur les canaux bruts) peuvent être mis en évidence, notamment certaines portions de la voirie, ce qui est parfois utile comme le montrera un exemple pris à Ouagadougou.

La décorrélation des deux premières composantes est aussi généralement moindre que dans le cas des données Landsat, même si chacune possède sa propre signification "physique". La première composante, qui exploite la plus grande partie des données, peut ainsi être assimilée à un indice de brillance (défini quant à lui par la formule :  $IB = \sqrt{XS1^2 + XS2^2 + XS3^2}$ ) l'albédo (la réflectance) des objets de la scène étant principalement mis en relief. Les surfaces urbaines qui réfléchissent beaucoup le rayonnement solaire se distinguent là généralement bien. La deuxième composante est à rapprocher quant à elle à un indice de végétation, cette composante marquant bien une opposition entre le visible et l'infrarouge. Ces deux composantes "synthétiques" peuvent donc être utilisées dans la constitution de compositions colorées combinant ces informations "radiométriques" les plus essentielles et celles issues de

filtrages, ce qui permet de profiter également en analyse visuelle des avantages de l'étude des textures/structures de l'image (BOQUET, 1987).

*les techniques de filtrage :*

Nous ne reviendrons pas ici sur les principes de base de l'analyse de texture/structure que nous avons déjà évoqués dans un précédent paragraphe. Nous signalerons simplement que les nombreuses techniques disponibles de filtrage spatial, comme l'amélioration des contrastes locaux et la mise en relief des contours de zones homogènes, connaissent une utilisation croissante en interprétation visuelle car elles sont en mesure de faciliter l'exploitation des compositions colorées. Il est en effet souvent délicat de délimiter précisément ou de différencier des zones d'égale apparence, le seul critère de la couleur ne suffisant pas pour cela. Or le canal panchromatique de Spot, grâce à sa forte résolution spatiale, apporte des éléments de discrimination très précieux, comme la mise en évidence par filtrage de contrastes, de textures a priori peu visibles. Nous en avons nous même bénéficié dans notre étude sur les quartiers périphériques de Ouagadougou (voir infra).

- l'intérêt d'une interprétation "interactive" des images

Chaque ville constitue à l'évidence un cas particulier qui se caractérise par son organisation spatiale, ses types d'habitat (qui s'identifient plus ou moins bien aux "types classiques"), son "environnement" (climat, sols, végétation, ...). Aussi, malgré la variété des traitements qui sont envisageables, nous n'en avons abordé ici qu'une partie, l'expérience montre qu'il ne peut exister de véritable méthodologie standard permettant de parvenir à une grille de reconnaissance visuelle. Telle combinaison, telle suite d'opérations seront en mesure de donner d'excellents supports d'interprétation de l'occupation du sol pour une ville donnée, mais s'avéreront de faible intérêt pour sa voisine. L'emploi des divers traitements s'apparente dès lors plus souvent à une sorte de "cuisine" qu'à une procédure rigoureuse (STU, CNES, 1987; IAURIF, 1990). C'est pourquoi il y a tout intérêt à évoluer vers une "image-interprétation" interactive sur écran, l'opérateur tirant progressivement partie des informations complémentaires que lui délivrent les différentes combinaisons et manipulations de canaux.

L'interprétation finale et manuelle sur un ou deux documents papier réellement synthétiques peut être alors meilleure et plus rapide (quelques visites sur le terrain permettront d'éclaircir par la suite les secteurs d'interprétation difficile). Cette démarche dans l'interprétation d'images-satellite devrait de ce point de vue très rapidement déboucher sur une véritable Photo-Interprétation Assistée par Ordinateur (PIAO). De fait, certaines sociétés présentent déjà sur le marché des logiciels qui intègrent les modules de traitement d'images, de localisation géographique et d'édition cartographique indispensables à l'élaboration rapide de cartes (Fleximage S.A., 1992).

## **C - mise en évidence et cartographie de la dynamique urbaine**

L'étude de la dynamique spatiale constitue le second objectif prioritaire des responsables urbains, la connaissance et la quantification de la croissance urbaine étant un préalable indispensable à son contrôle. Le suivi du déplacement du front d'urbanisation et la mise en évidence des modifications dans l'affectation du sol sont possibles si l'on peut disposer et traiter des images Spot de manière régulière. L'acquisition d'images tous les deux, trois ou quatre ans paraît être une fréquence compatible avec le rythme d'expansion accéléré de ces grandes villes.

### ***a - principes et contraintes d'une étude diachronique***

Les changements intervenus dans l'occupation - physique - du sol : densification du bâti d'un quartier; développement d'un quartier périphérique spontané; ... s'accompagnent généralement d'une modification de l'"état de surface" - les constructions à étages sont encore relativement rares en Afrique subsaharienne, à l'exception des immeubles de la ville-vitrine et de quelques exemples de densification par "le haut" (voir la Troisième Partie et l'exemple de Nairobi) -. Ainsi, ce qui était "végétal" devient généralement "sol nu" ou "bâti" par exemple. C'est donc un changement dans la radiométrie de chaque pixel que l'on cherchera à détecter et à cartographier. Signalons ici que certaines recherches sur la dynamique urbaine sont menés à l'échelle de l'îlot (préalablement numérisé) plutôt qu'à celui du pixel isolé (PEREIRA

TENEDORIO, 1990; DUPLAQUET, CUBERO-CASTAN, 1994). Si l'approche semble devoir donner des résultats plus "significatifs", elle n'est cependant pas réalisable actuellement dans la majorité des villes qui nous intéressent ici du fait du manque de données concernant les îlots (notion plus que vague dans les nouveaux quartiers périphériques que l'on cherche justement à cartographier).

La mise en évidence des évolutions concernant l'occupation du sol par comparaison pixel à pixel de deux scènes acquises à quelques mois ou années d'intervalle suppose que soit éliminés les différents facteurs susceptibles d'indiquer pour cette surface une modification radiométrique qui ne correspondrait à aucun changement notable d'affectation du sol urbain. On doit donc comparer "le" même pixel. Cela sous entend que soit effectué au préalable un recalage géométrique "au pixel près" entre les deux images (ce qui, nous l'avons vu, est aussi valable pour une superposition entre scènes XS et panchromatique d'une même date). Cela suppose également que ces deux images soit radiométriquement "calibrées". Les conditions "environnementales" (qualité de l'atmosphère, poussières en suspensions, etc.) dans laquelle est acquise une scène sont en effet susceptibles de modifier notablement les valeurs de réflectance d'un objet ou d'une surface qui n'ont *a priori* subi aucune modification.

### *les corrections géométriques*

Les images-satellite sont affectées de nombreuses déformations dues à la conjonction de divers paramètres. On peut citer les variations (aléatoires) d'attitude du satellite sur son axe de vol, les "défauts" de ses capteurs, le défilement du satellite et l'inclinaison de son orbite, le "poids" de l'environnement terrestre (ellipsoïde terrestre, rotation de la Terre, reliefs, ...), les contraintes de la visée oblique... Selon le moment de son acquisition, chaque image a donc sa propre géométrie qu'il faut corriger des effets de toutes ces déformations systématiques si l'on veut parvenir, sur une même zone, à une superposition de deux images "au pixel près".

Les scènes qui sont livrées aux utilisateurs ont généralement subi des corrections géométriques préalables plus ou moins complexes (niveau 1B, 2, S, etc. - BAUDOUIN, 1982). Les scènes de niveau 1B qui sont le plus fréquemment employées dans une démarche de photo-

interprétation sont ainsi corrigées des effets panoramiques les plus gênants. Cependant, deux scènes de niveau 1B de la même ville ne seront jamais directement superposables. Deux grandes méthodes de mise en correspondance sont de ce fait utilisées :

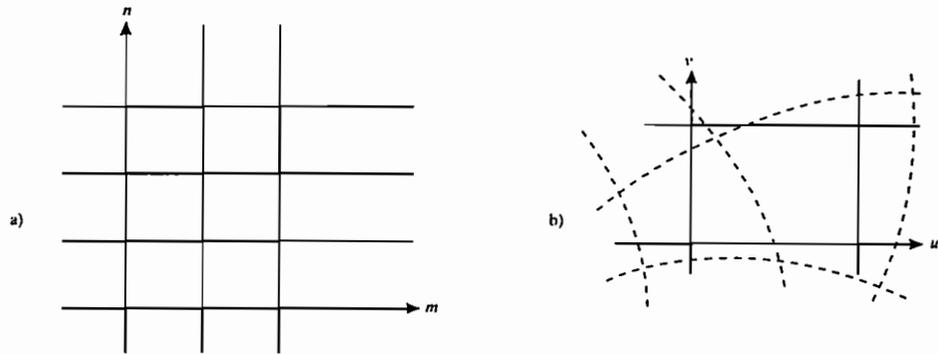
- le *modèle rigide*. Il correspond à une automatisation très poussée du processus de mise en correspondance des images, un seul et même point reconnu sur les deux scènes étant nécessaire. Il est cependant très délicat à mettre en oeuvre puisqu'il impose la modélisation de tous les paramètres de déformation ayant joué lors de la prise de vue. Ce type de modèle est généralement développé par de grands organismes (type CNES) qui peuvent avoir accès à l'ensemble des données requises pour leur mise en oeuvre. Ils ne sont toutefois généralement pas disponibles dans le domaine public et donc hors de portée de l'"utilisateur moyen".

- le *modèle non rigide*. On utilise dans ce dernier cas, le plus employé, une fonction polynomiale permettant de passer d'une image originale à une image qui sera recalée sur l'image choisie comme référence. L'ajustement de cette fonction est obtenue à l'aide de points d'appui, les "amers" (de trois minimum à plusieurs dizaines) dont les coordonnées ont été clairement identifiés sur les deux scènes. L'image corrigée doit être ensuite rééchantillonnée (par plus proche voisin, interpolation, convolution cubique) car les nouvelles coordonnées ne sont jamais entières, les pixels "tombant" dans un carré (figure 12).

La qualité du recalage augmente bien évidemment avec le nombre de points d'appui et le degré du polynôme, la correction étant d'autant plus difficile que l'image est de grande taille et que le relief de la zone est mouvementé (problèmes de parallaxe). La visée oblique quasi systématique des images Spot constitue ici une difficulté supplémentaire. De fait, la largeur de la scène varie suivant l'angle de visée, de 60 km en visée verticale, à 80 km en visée oblique extrême (27°). Les capteurs de Spot comptant 3 000 détecteurs en ligne pour le mode XS et 6 000 pour le panchromatique quelle que soit la largeur de la scène enregistrée, le "pas d'échantillonnage brut" peut donc varier de 20 m à 27 m en mode multispectral ou de 10 m à 13,5 m en panchromatique. Afin de limiter les effets panoramiques qui peuvent découler des conditions d'enregistrement, les scènes Spot de niveau 1B que nous avons utilisées ont donc subi un premier traitement géométrique, chaque ligne étant rééchantillonnée au pas fixe de

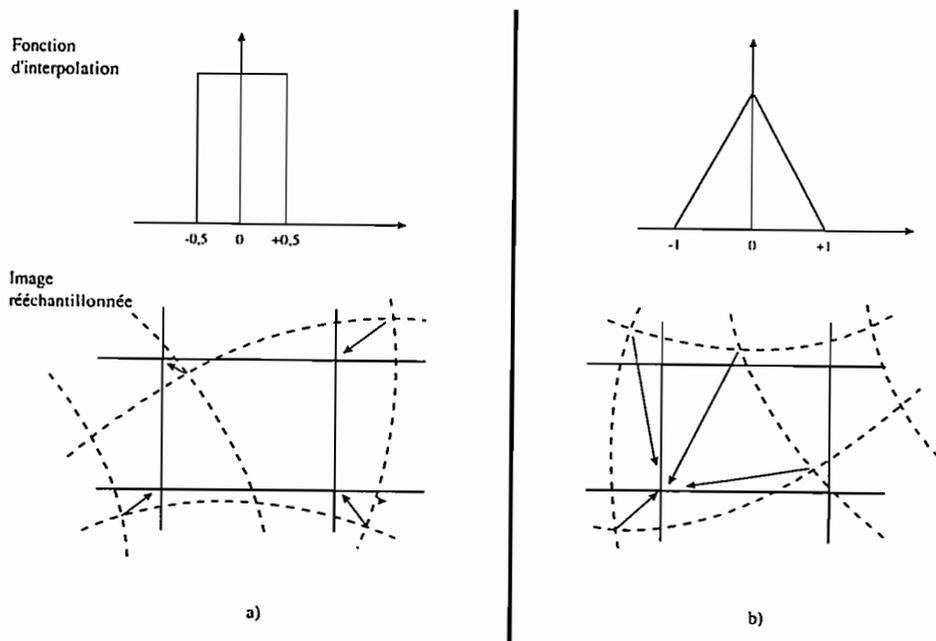
**Figure 12 a**

**Correspondance entre les positions des pixels dans les deux systèmes de coordonnées**  
a) Maillage  $(m,n)$  dans le système des coordonnées d'origine b) Maillage  $(u,v)$  dans le nouveau système et transposition du maillage d'origine dans le nouveau système



**Figure 12 b**

**Illustration de méthodes de rééchantillonnage** a) Par plus proche voisin b) Par interpolation linéaire (d'après Moik, 1980)



**Figure 12. Les contraintes des corrections géométriques**

20 m, ou 10 m. Le nombre de pixels par ligne s'en trouve par conséquent inévitablement augmenté.

A l'extrême, il serait donc possible de chercher à recalcr une scène panchromatique comptant 6 400 pixels en ligne (mode vertical) avec une autre de 8 500 pixels (visée de 27°) (SPOT IMAGE, 1989). On imagine immédiatement les problèmes qui découleraient d'une telle "disproportion". Aussi, devra t-on veiller en utilisation multirate à ce que les angles de visée ne soit pas trop différents entre les deux enregistrements si l'on veut obtenir un résultat satisfaisant.

Cette précaution étant prise, si les points d'appui ont été correctement choisis sur l'ensemble de la scène, et à condition que les variations d'altitude du lieu ne soient pas trop fortes, on peut raisonnablement espérer aboutir à un recalage des deux images au pixel, ou au demi-pixel "près". La première condition requise pour parvenir à une comparaison pixel à pixel peut donc être remplie.

FOIN (1987) fait toutefois de très justes remarques sur la qualité des corrections géométriques qui sont données comme voisines du demi-pixel (précision de recalage qui correspond au niveau "S" de SPOT IMAGE, et qui ne peut être garanti que pour des scènes prises sous le même angle). De fait, s'il juge cette précision très satisfaisante, il insiste sur le fait que cette notion de "pixel près" correspond à l'erreur résiduelle moyenne et donc à un écart-type, à une probabilité. Certains éléments dépassent donc inévitablement, et par définition, cette valeur. Dès lors, : *"les corrections géométriques, aussi bonnes soient-elles, ne permettront jamais de faire coïncider deux images, au pixel près sur toute leur étendue, même si l'écart-type est du demi-pixel"*. De plus comme le souligne également FOIN (1987), nous ne devons pas perdre de vue que le pixel est un élément "immatériel", sans aucune délimitation définitive sur le terrain car : *"(la) mesure réalisée par le capteur porte (en effet) sur une plage dont la forme n'est bien évidemment pas rigoureusement rectangulaire. La représentation rectangulaire des pixels n'est qu'une commodité, étant donnée la forme matricielle de la donnée"*... Ainsi, cette notion même de pixel, et les décalages, inévitables, dans certaines zones ne devront jamais être perdus de

vue. Ils sont en effet susceptibles d'être à l'origine de certaines erreurs dans le cas des travaux multitemporels.

Puisque nous évoquons ici les diverses difficultés que posent le recalage géométrique, il nous faut aussi citer brièvement les problèmes particuliers concernant le recalage des images-satellite sur la cartographie déjà existante (carte topographique, carte d'occupation du sol, ...). La mise en superposition avec les cartes de référence permet en effet de localiser précisément les pixels en les dotant de coordonnées géographiques. Toutefois, la petite difficulté supplémentaire provient ici du fait que l'orbite du satellite (et donc la mosaïque des pixels) est décalée par rapport au Nord géographique sur lequel s'orientent les cartes de référence. La "déformation" de l'image-satellite dans le système de projection habituellement utilisé dans la région étudiée (Lambert, UTM, ...) impose donc de recourir aux méthodes de rééchantillonnage.

### *les corrections radiométriques*

Si l'on considère que le recalage géométrique est acceptable (aux réserves près formulées il y a un instant), le suivi des modifications intervenues dans l'occupation des sols ne doit prendre en compte que les changements relatifs à l'évolution des "états de surface" (apparition ou disparition d'un des composants typiques du pixel). Or l'expérience montre, comme nous l'avons déjà indiqué, que la valeur de *luminance* (mesurée au niveau du capteur) d'une même surface n'est pas constante. Dans le cas de deux dates différentes, elle peut varier en fonction de l'éclairement reçu (selon la saison ou le mois) mais également en fonction de l'état de l'atmosphère qui peut notablement modifier la valeur de réflectance de l'objet avant son enregistrement par le capteur (TANRE *et al.*, 1989). Pour parvenir à une véritable étude diachronique, il ne faudrait donc comparer que les valeurs de *réflectance* des objets (propriété intrinsèque) et non leur *luminance apparente* qui intègre les contributions "parasites" de diverses sources extérieures de rayonnement.

Dans l'absolu, trois types de corrections radiométriques devraient être systématiquement apportés :

- *correction des effets d'éclairement*, des paramètres d'illumination qui ont cours lors de l'acquisition de la scène. La transformation des valeurs de luminance apparente en réflectance sol doit intégrer les données suivantes :

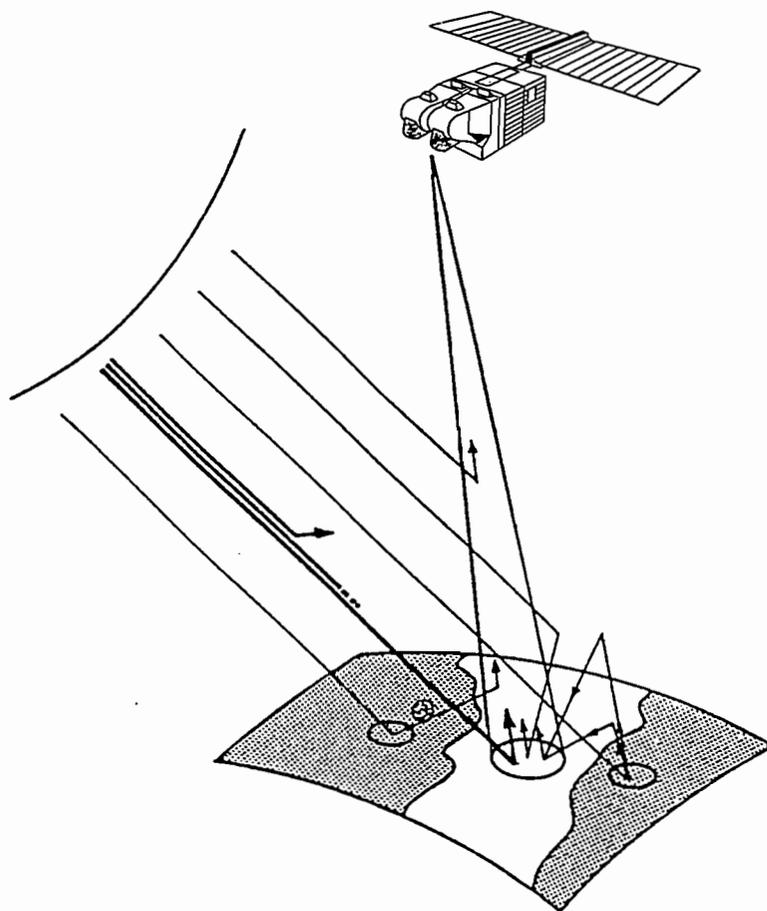
- l'élévation solaire. En effet, si l'orbite choisie est une orbite "héliosynchrone" qui permet au satellite de repasser au dessus d'une même zone toujours à la même heure solaire locale (environ  $10\text{h } 30\text{mn} \pm 15\text{ mn}$ ), les conditions d'éclairement, même si elles sont proches, varient sensiblement d'une date à l'autre. Selon le jour et la saison, la hauteur du soleil et son azimut seront de fait différentes.

- la valeur du flux solaire qui évolue selon la saison et les années (distance terre-soleil, cycle solaire);

- les variations d'éclairement liées aux reliefs et l'angle de prise de vue de la scène, facteurs qui s'ajoutent aux précédents pour influencer sur la quantité d'énergie reçue puis réfléchi par les objets urbains (importance des ombres portées).

- *correction des effets atmosphériques*. Si les corrections des effets d'éclairement aboutissent au calcul d'une valeur de réflectance sol, une véritable comparaison interdate doit porter sur des valeurs de *réflectance exo-atmosphérique*. Le signal effectivement enregistré par les détecteurs au niveau d'un pixel intègre en effet non seulement la contribution propre du pixel mais également celle de son environnement lumineux et celle de l'atmosphère, soit l'ensemble des photons réfléchis par les surfaces voisines ainsi que ceux diffusés par l'atmosphère dans la direction du capteur. De fait, si les phénomènes d'absorption des radiations sont limités dans les bandes spectrales retenues (fenêtres de "transparence atmosphérique"), les phénomènes de diffusion par les molécules des gaz et les aérosols souvent présents dans l'atmosphère du milieu urbain peuvent constituer une source d'erreurs en étude diachronique. (Le canal bleu, absent sur Spot, est le plus sensible à la dégradation des valeurs de réflectance par la diffusion atmosphérique).

- *correction des perturbations causées par le capteur lui-même*. Les données numériques fournies par le capteur lui-même doivent également être étalonnées, les détecteurs étant affectés



**Figure 13. Influence de l'atmosphère sur la radiométrie d'un pixel**

source : BILDGEN *et al.*, 1989

d'un certain "bruit" (connu) qui change pour un canal donné et une date donnée. Ce paramètre doit donc être également pris en compte, les valeurs radiométriques ne traduisant pas la véritable réflectance du pixel (CNES - SPOT IMAGE, 1986).

*des corrections délicates à apporter*

Comme on peut le constater, un ajustement radiométrique rigoureux entre deux scènes se révèle assez compliqué à réaliser. Il n'existe pas par exemple de méthode universelle de correction atmosphérique prenant en compte le contenu en gaz et l'épaisseur optique de l'atmosphère (FAIZOUN, 1991). Si de nombreux modèles de correction sont aujourd'hui disponibles, avec leurs qualités et leurs défauts, ils nécessitent tous l'emploi de données

auxiliaires (au premier rang desquelles les données météorologiques locales au moment de l'acquisition de l'image) qu'il est parfois difficile d'obtenir, surtout dans le type de pays en développement qui nous intéressent ici (TANRE *et al.*, 1989; BILDGEN *et al.*, 1989; QI *et al.*, 1991; GU *et al.*, 1991). De plus, tous les paramètres n'en sont pas encore parfaitement maîtrisés et bien des incertitudes persistent, ce qui fait dire à DONNAY (1990) que : "*la variété des modèles de corrections proposés et la qualité relative des données exogènes nécessaires à leur calibration sont à la base des critiques de la méthode*".

Certains préconisent alors de recourir à des méthodes de correction atmosphérique simples. L'épaisseur optique de l'atmosphère peut ainsi être estimée à partir de la visibilité au sol. On peut aussi, si cela est possible, se contenter d'utiliser des points qui peuvent être considérés comme invariants, telles une eau profonde et pure ou une surface sableuse. Une simple régression linéaire peut être alors effectuée, les modifications étant mises en évidence par soustraction des valeurs moyennes entre scènes. TANRE *et al.* (1989) indiquent toutefois que cette méthode ne semble adaptée qu'à des surfaces de faibles réflectances et homogènes (donc assez vastes pour éviter le problème de la contribution des pixels voisins). Toutes ces méthodes supposent également que le pixel est *lambertien*, c'est à dire qu'il émet le même rayonnement dans toutes les directions. Cette supposition est loin d'être avérée pour la plupart des objets, l'angle d'observation devenant au contraire : "*un paramètre non négligeable dans la mesure*" (CALOZ, 1990).

C'est d'ailleurs ce dernier paramètre qui constitue le plus gros obstacle à une calibration rigoureuse de deux scènes, les données Spot, de part leur acquisition en mode souvent oblique, étant très sensibles aux effets directionnels si nombreux en milieu urbain. De fait, sur une surface aussi hétérogène que celle d'une ville, riche en alignements et orientations de toutes sortes, avec des toits qui sont bien loin d'être lambertiens, des rues souvent étroites, des arbres dans les cours, de multiples phénomènes d'ombre portée, ..., on comprendra que les variations dans l'angle de visée du satellite, l'azimut et l'élévation solaires au moment de l'acquisition de l'image soient susceptibles de modifier notablement les réponses radiométriques d'un même pixel urbain! Un relief mouvementé - comme c'est le cas à Yaoundé (se reporter à la planche

photographique 3, p. 127) - n'arrange bien sûr pas les choses car les effets de pente sont difficiles à corriger. Si les données-satellite peuvent subir certaines corrections des effets d'éclairement dues au relief grâce à l'apport d'un MNT, cela ne peut se concevoir malgré tout sans l'emploi d'un SIG (LORTIC, 1989).

Ainsi, de nombreuses modifications radiométriques ne sont pas liées à des transformations d'occupation du sol mais à des problèmes de recalage géométrique et/ou à des facteurs "environnementaux" (IBM-IAURIF, 1983). La confrontation de scènes prises à des dates différentes doit donc être effectuée avec une certaine prudence et l'on aura intérêt à s'entourer du maximum de garanties, comme privilégier des conditions de prises de vue homologues (angles d'acquisition à peu près identiques et proches de la verticale) et choisir des dates équivalentes (même mois, ou au moins même saison) lors de l'acquisition des images. Il est ainsi possible de réduire les sources de confusion posées par la qualité du recalage géométrique et celle de la calibration radiométrique qu'il est souvent très difficile de réaliser. Les données auxiliaires sont en effet souvent insuffisantes et les surfaces invariantes assez étendues pour être utilisées dans les modèles simples sont généralement introuvables en milieu urbain. Une même période d'acquisition peut donc permettre une comparaison suffisamment réaliste, même si on ne peut être certain qu'une avance ou un retard dans le stade phénologique de la végétation ou tout autre facteur (humidité, poussières, ...) ne perturbent pas une partie des résultats. Dans ce cas, une grande partie des erreurs d'identification pourra toutefois être corrigée grâce aux connaissances exogènes que l'on peut avoir par ailleurs de la ville.

Ne perdons pas de vue également que les évolutions que nous cherchons à visualiser et à quantifier sont souvent très tranchées et concernent souvent des périmètres assez importants. Le développement d'un nouveau secteur urbanisé se traduit ainsi généralement par des défrichements et l'apparition de toits de tôles (neuves) très réfléchissants. Les contrastes "radiométriques" seront donc souvent nets. Les surfaces touchées se comptent également en plusieurs dizaines ou centaines de pixels contigus. Si les variations des radiométries ne sont donc pas toutes significatives (surtout s'il s'agit de pixels isolés), les changements majeurs dans l'occupation du sol seront quoi qu'il en soit généralement bien identifiés.

### *b - les méthodes de détection des changements*

Une fois encore, des techniques très variées peuvent être employées pour mettre en évidence au niveau des pixels de l'image le maximum des changements intervenus entre deux dates. Elles ont toutes aussi leurs avantages et leurs inconvénients (AUDRAIN, 1989; DONNAY, 1990; GREEN *et al.*, 1994).

La plus simple consiste en une comparaison visuelle des deux images. On peut utiliser pour cela des canaux bruts, des combinaisons plus ou moins élaborées, des compositions colorées réalisées pour une étude des types d'occupation du sol urbain. Cette méthode est souvent qualifiée de lente et peu efficace. Malgré ce, elle demeure quelquefois la seule méthode valable permettant de discerner les véritables évolutions, comme nous le verrons en étudiant Ouagadougou.

En interprétation visuelle, des compositions colorées "multidates" combinant l'information des deux images diachroniques sont également utilisées. Les canaux choisis sont souvent les deux panchromatiques (pour leur résolution spatiale) ou bien encore les canaux XS 2 (rouge) et XS 3 (infrarouge) et l'on se base alors sur l'hypothèse que la dynamique spatiale se traduit dans l'ensemble par le remplacement du couvert végétal par des surfaces beaucoup plus minéralisées. Dans ce cas en effet, pour chaque pixel d'une RVB du type : rouge "2<sup>e</sup> année", infrarouge "1<sup>e</sup> année", rouge "1<sup>e</sup> année", un accroissement de la luminance dans le rouge reflète la disparition de la végétation (qui n'absorbe plus cette longueur d'onde) et donc apparition d'une surface bâtie. Selon les images, et la nature de la mutation, les contrastes pourront être alors renforcés ou atténués par les réponses du canal infrarouge qui est très sensible aux variations. Ils seront renforcés si la nouvelle surface est une terre sèche, du sable ou du ciment, atténués si l'on se trouve maintenant en présence de goudron qui absorbe fortement les infrarouges (IAURIF, 1990; LAFFLY, 1993).

Des recherches sont également menées pour visualiser la dynamique au moyen d'ACP "multidates". En traitant les deux images en une seule fois, on espère parvenir à individualiser au moins une composante "évolution" qui prenne en compte les modifications de toutes sortes

qui sont intervenues. Cette technique encore exploratoire donne toutefois des résultats trop variables pour être utilisée de manière courante (RIMBERT, 1985).

A l'inverse, les méthodes de "différence d'images" sont très souvent utilisées car elles sont dans l'ensemble assez efficaces tout en permettant la quantification très rapide des surfaces modifiées. Il faut toutefois là encore choisir le canal ou la combinaison de canaux qui offriront la meilleure discrimination.

Les soustractions pixel à pixel des comptes numériques peuvent être effectuées sur deux canaux panchromatiques; deux XS 2 - le canal rouge autorise généralement de bonnes discriminations en milieu urbain ce qui explique pourquoi il sera bientôt porté à 10 m en remplacement du panchromatique -; ou bien encore deux composantes d'ACP (ce qui permet d'intégrer plus d'informations) ou toute autre combinaison possible.

Quels que soient les canaux retenus, on doit veiller à ajouter une constante à la différence qui sera calculée afin de pouvoir prendre en compte les différences négatives qui sont elles aussi représentatives d'une évolution dans le domaine urbain (ce peut être par exemple le retour de la végétation sur des terrains lotis et dénudés quelque temps auparavant). Si cette constante a été fixée à 100, tous les pixels invariants prendront cette valeur, toutes les autres valeurs indiquant au contraire un changement dans "l'état" de ces pixels. On conçoit qu'à moins d'être parvenu à une calibration parfaite (et assez improbable) entre les deux scènes, cette valeur 100 sera peu fréquente, même pour la majorité des objets invariants. Les deux images n'ayant généralement pas la même dynamique, on devra donc décider, arbitrairement, d'un seuil "significatif" dans le changement de la réflectance. Seules les différences supérieures à ce seuil seront alors considérées comme représentatives d'un changement notable dans l'occupation du sol. La nécessité de fixer arbitrairement une telle limite montre bien une fois encore que les résultats devront être pris avec prudence, la méthode permettant toutefois de mettre en évidence les grandes lignes de la dynamique urbaine (BALLUT, NGUYEN, 1985; CUSHNIE *et al.*, 1988).

Il est également à signaler que les résultats pourront changer notablement selon les villes. Dans toutes les villes "sèches" caractérisées par l'abondance des sols dénudés, en particulier dans les périphéries en voie de constitution, il sera plus difficile de visualiser la

présence de toutes les surfaces nouvellement construites. Le bâti est en effet généralement de petite dimension et assez rapidement recouvert de poussière (surtout durant la saison sèche propice à l'acquisition des images). Les confusions entre ce qui est réellement construit et les sols simplement dénudés ou en voie de l'être seront donc assez fréquentes. Néanmoins, la visualisation et la quantification des nouvelles surfaces de sols nus sur lesquelles on observe la présence de forte luminances (certains toits) demeurent là encore de bons indicateurs de la croissance urbaine (CHAMPAUD *et al.*, 1992, et *infra*).

Nous terminerons ce paragraphe consacré aux techniques de détection des changements en évoquant brièvement le cas un peu particulier d'une différence d'images effectuée sur deux images classées. Chaque classe ayant été préalablement codée sur les deux scènes, la valeur calculée après soustraction permet d'identifier les divers changements (PEDRON *et al.*, 1988; FOTSING, 1994). A l'évidence, la mise en oeuvre de cette méthode dépend de la qualité des deux classifications dont les nomenclatures doivent être équivalentes pour les deux dates. Mais il est difficile d'obtenir des classes stables d'une date à l'autre et nous avons rappelé également les nombreuses difficultés qui rendent très incertaines les classifications en milieu urbain. Cette technique est donc généralement jugée trop peu fiable pour être utilisée actuellement dans le domaine urbain.

### *c - disponibilité des images*

L'orbite parcourue par le satellite Spot l'amène à survoler une même zone géographique tous les 26 jours. En ajoutant à cette répétitivité "nominale" les possibilités de programmation de visées obliques, l'enregistrement d'une scène tous les trois à quatre jours est possible, nous l'avons vu, en zone intertropicale. Les opportunités de prise de vue d'une même agglomération paraissent donc multiples et l'acquisition d'un couple d'images XS + panchromatique tous les trois ou quatre ans ne semble devoir présenter dès lors aucune difficulté. Pourtant, les contraintes climatiques, ou plus exactement les contraintes de nébulosité, rendent difficile, en visible comme en infrarouge (la télédétection par radar échappe à ce genre de problème), l'observation régulière de certaines villes.

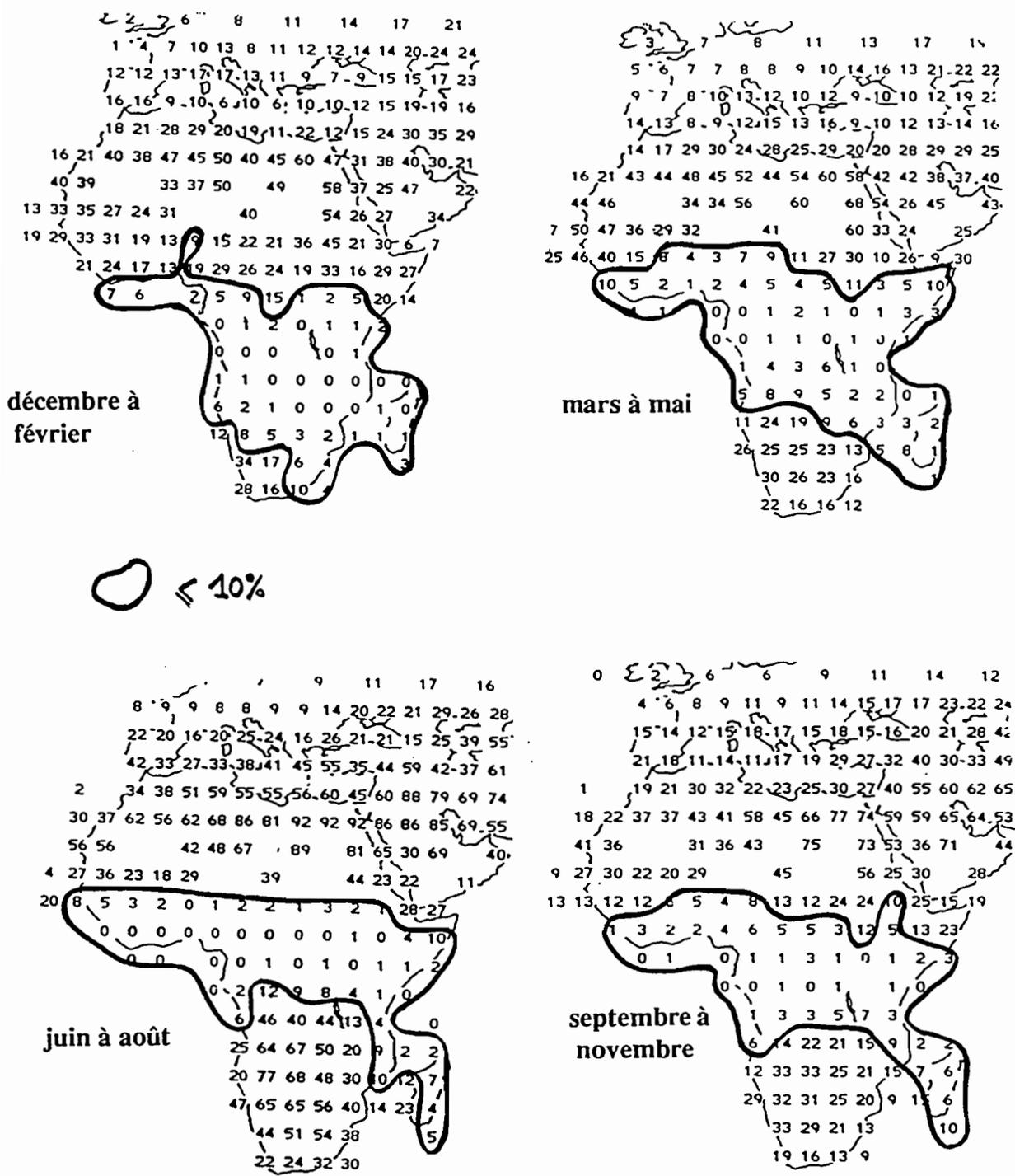
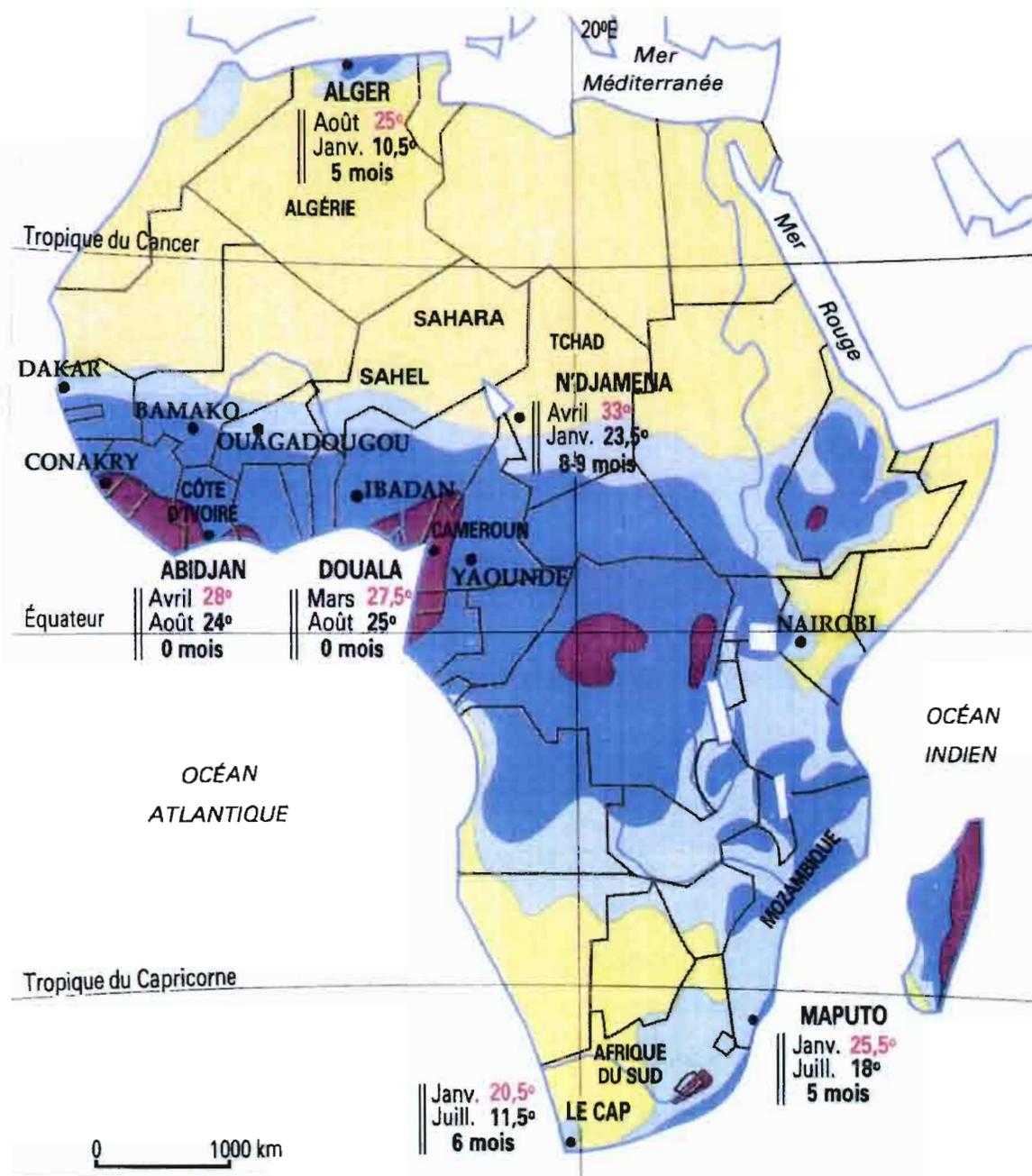


Figure 14. Cartes de fréquences saisonnières de ciels complètement dégagés entre 6 h et 18 h (fréquences en %)

statistiques de 1971 à 1981, sur zones de 5° sur 5° entre ± 50° de latitude  
 source : SPOT IMAGE



**Températures**

- 25° Température du mois le plus chaud
- 10,5° Température du mois le plus froid
- 5 Nombre de mois secs

**Précipitations annuelles**

- Plus de 2000 mm
- 1000-2000 mm

500-1000 mm

250-500 mm

Moins de 250 mm

Figure 15.

L'environnement climatique de quelques grandes villes africaines

source : d'après Histoire - Géographie, Belin, 1987



A partir de données recueillies par des stations météorologiques au sol pendant 11 ans pour le compte du "National Center for Atmospheric Research" américain, une étude effectuée par SPOT IMAGE a permis de dresser une cartographie des fréquences de ciel dégagé pour l'ensemble des continents dont l'Afrique (figure 14). Cette étude statistique qui donne de bonnes indications *moyennes* sur les "facilités" saisonnières d'acquisition d'images Spot sur telle ou telle zone met bien en évidence les battements climatiques saisonniers du domaine inter-tropical africain et les fortes contraintes météorologiques qui caractérisent la zone équatoriale (chiffres proches de 0 sur les cartes). Il faut toutefois bien garder à l'esprit que ces données ne sont pas directement corrélables avec la problématique de Spot qui est l'acquisition d'images sans nuages *à l'heure de passage* du satellite (soit environ 10h 30mn à l'équateur en heure locale). Or l'on sait que les nuages, ou les brumes, sont souvent présents en début de matinée à cause de l'humidité de la nuit. Leur dissipation n'est donc pas toujours réalisée quand Spot survole la région.

Pour étayer un peu plus notre propos, nous avons utilisé quelques statistiques - tirées du Catalogue mondial des images Spot - qui nous ont été aimablement fournies par SPOT IMAGE. Elles nous ont permis d'élaborer le tableau 5 de la page suivante basé sur l'exemple de quelques grandes villes africaines assez représentatives car appartenant aux principaux domaines climatiques (figure 15). Bien évidemment, ces données n'ont qu'un caractère indicatif et en fonction des conditions climatiques d'une année donnée, elles pourront changer assez nettement. De fait comme l'indiquent les cartes statistiques qui ont été également dressées par SPOT IMAGE sur les variations inter-annuelles des fréquences de ciel dégagé, les climats tropicaux (hormis la zone équatoriale) se caractérisent par leur grande irrégularité (MAHE, 1992).

Il ressort toutefois très nettement de ces quelques observations que l'acquisition d'images Spot sur des villes "tropicales" est relativement aisé, surtout à l'échelle de temps escomptée, soit tous les deux à quatre ans. A l'inverse, les pays de la zone équatoriale se trouvent souvent désavantagés par leur forte nébulosité qui contraint à envisager un important effort de programmation d'enregistrements.

<b>villes / paramètres d'acquisition</b>	<b>périodes favorables</b>	<b>périodes défavorables</b>	<b>Probabilité d'acquisition d'une scène XS ayant moins de 10 % de nuages. De + 27° à - 27 ° et sans conflits de programmation</b>
<b>Ouagadougou</b>	octobre à mai	juillet et août	probabilité de 1 de novembre à mars
<b>Bamako</b>	octobre à mai	juillet et août	probabilité de 1 de novembre à janvier
<b>Conakry</b>	décembre à mars	juin à octobre	probabilité de 1 de décembre à mai
<b>Dakar</b>	octobre à mai	août et septembre	probabilité de 1 de octobre à décembre et de janvier à mars
<b>Maputo</b>	avril à octobre	décembre à février	probabilité de 1 de avril à juillet et de août à octobre
<b>Nairobi</b>	janvier à mars sept. à octobre	mai à août	probabilité de 0.9 de janvier à avril
<b>Ibadan</b>	décembre à février	avril à octobre	probabilité de 0.87 de décembre à mars
<b>Abidjan</b>	décembre à mars	mai à octobre	probabilité de 0.85 de décembre à mars
<b>Yaoundé</b>	aucune	mai à octobre	probabilité de 0.36 de décembre à avril

Source : SPOT IMAGE

**Tableau 5. Poids des contraintes climatiques sur l'acquisition d'une image Spot**

Une étude plus fine réalisée par SPOT IMAGE (1989 <sup>2</sup>) sur la ville d'Abidjan (Côte-d'Ivoire) permet en effet de situer encore un peu plus la difficulté d'acquisition des images sur une agglomération de la zone équatoriale. Il apparaît ainsi que le nombre moyen de tentatives de prises de vue nécessaires pour obtenir - avec une probabilité de 0,9 - une scène Spot dont la couverture nuageuse serait inférieure à 10 %, est de 5 à 35 tentatives pour les mois de novembre à mai. Ce nombre s'envole toutefois à 602 tentatives pour le mois de juin, 423 en juillet, 409 en août, 363 en septembre, et encore 89 pour un mois d'octobre!

Ces probabilités sont d'autre part établies pour des scènes ayant jusqu'à 10 % de couvert nuageux. L'obtention de scènes absolument dépourvues de nuages, brumes ou vent de sable est d'une toute autre difficulté. C'est pourtant le type d'images qu'il est important de pouvoir acquérir car les villes étudiées couvrent généralement plus du tiers de la surface d'une

scène Spot. La présence de quelques nuages (plus leurs ombres) ou de brumes de chaleur sur la ville et ses périphéries est de fait assez gênante comme nous avons pu nous même en faire l'expérience lors de notre étude sur les villes de Yaoundé, Conakry et Nairobi (CHAMPAUD *et al.*, 1992; et *infra*).

Le paramètre "sans conflit" est également clairement mis en évidence dans les statistiques qui nous ont été fournies. Il va de soi qu'en fonction de conflits locaux, et donc de disponibilité du satellite, les probabilités d'acquisition seront encore différentes. A ce titre, le choix du service de programmation (Bleu ou Rouge) s'avère primordial si l'on désire obtenir une image en temps voulu. La programmation ne peut cependant résoudre toutes les difficultés comme le montre un dernier exemple précis de programmation effectuée pour le compte de l'Unité de Télédétection et de Traitement d'Image de l'ORSTOM dans le cadre d'un autre programme de recherche.

Ainsi, pour cette étude couvrant une zone proche de Yaoundé (Cameroun), 148 enregistrements ont été réalisés de février 1986 (date de lancement de Spot) à mars 1992. Du mois d'avril 1989 à mars 1992, trois programmations successives pour les périodes les plus favorables ont été demandées. Sur 135 scènes acquises (41 panchromatiques et 94 multispectrales), 108 sont totalement nuageuses (34 P, 74 XS), 27 ne sont pas totalement couvertes (7 P, 20 XS), et 4 seulement sont sans nuages (1 P, 3 XS) prises entre le 16/12/91 et le 11/01/92. Sur les 23 scènes partiellement nuageuses, dix ont 75 % de nuages sur les 3/4 de l'image; neuf ont plus de 20 % de nuages sur l'ensemble, et seulement quatre ont au moins 10 % sur les 3/4 de l'image...

Il est évident que ces problèmes d'acquisition sont très importants et devront être pris en compte pour une étude répétitive de certaines villes africaines. Il ne faut pas en effet oublier qu'une étude diachronique "réaliste" nécessite certaines exigences. Ainsi que nous l'avons précédemment indiqué, les deux scènes à comparer doivent être acquises à la même période de l'année (état de la végétation, élévation et azimut du soleil, ...) mais aussi sous un angle d'incidence voisin et assez proche de la verticale (ceci afin de faciliter le recalage géométrique).

Ces exigences introduisent à l'évidence une nouvelle contrainte pour l'observation des grandes villes du domaine équatorial.

## **D - vers un juste emploi des images Spot ?**

Dans le contexte de grave déficit d'informations actualisées concernant des données urbaines de base, telles l'extension et le type des surfaces bâties ou l'estimation des populations, les images Spot paraissent encore largement sous-employées en Afrique subsaharienne malgré leur intérêt certain. Il est vrai que le milieu urbain en général (et celui-ci en particulier) semble multiplier les obstacles à la mise en oeuvre efficace des traitements d'images les plus courants (qui donnent souvent des résultats très intéressants dans d'autres domaines d'utilisation), ce qui fait que beaucoup d'études conservent en ville un caractère exploratoire. Une autre raison de ce "sous-emploi" paraît également provenir du fait que les images-satellites sont avant tout utilisés dans les pays occidentaux, pays dans lesquels les moyens traditionnels de suivi et de connaissance du milieu urbain sont toujours largement exploitées. Face à ces derniers, l'image-satellite montre ses propres limites et se voit donc souvent "affecter" à des domaines d'études (détection automatique des changements, identification de textures urbaines, etc...) dont les résultats ne sont pas toujours aussi convaincants qu'on pourrait l'espérer; d'où de nouvelles recherches sur les traitements d'image, d'intégration des données-satellite dans des SIG, etc.

Cet aspect non véritablement "opérationnel" de la télédétection urbaine ne doit pas cependant faire oublier que les données issues des images Spot - même celles provenant des traitements les plus simples, et à l'échelle du 1/25 000<sup>e</sup> ou même à celle du 1/50 000<sup>e</sup> - peuvent être déjà une mine d'informations pour beaucoup d'urbanistes des pays en développement. Nous avons pu nous-même nous en rendre compte à Conakry comme à Yaoundé, Nairobi, Ibadan ou Ouagadougou!

Pour illustrer cet apport concret des images Spot à la connaissance des grandes villes de l'Afrique subsaharienne, nous avons choisi d'en présenter quelques applications effectuées sur les villes de Nairobi et de Ouagadougou. Parmi les cinq grandes agglomérations que nous

avons étudiées dans le cadre du projet d'étude réalisé pour le compte des Communautés Européennes, plusieurs raisons nous ont conduit à choisir ces deux capitales.

En premier lieu, Nairobi et Ouagadougou sont les deux seules métropoles pour lesquelles il a été possible de disposer (dans les temps impartis) des quatre scènes permettant la constitution des deux couples d'images "XS + panchromatique". La pleine exploitation des ressources de l'imagerie-satellite a donc été ici totale. D'autre part, ces deux villes se complètent fort bien pour notre étude. Nairobi, capitale du Kenya et l'une des cités africaines les plus dynamiques et occidentalisées, nous permettra d'aborder une grande ville (probablement 1,7 million d'habitants au début des années 1990) dans laquelle s'opposent les quartiers résidentiels les plus riches et les bidonvilles surpeuplés les plus misérables. Les tensions sociales de plus en plus perceptibles dans cette ville illustrent le malaise de ces grandes métropoles, comme Lagos, Dakar ou Abidjan, trop vite grandies et mal maîtrisées. A l'opposé, Ouagadougou, la capitale du Burkina Faso, nous permettra de nous intéresser à une capitale qui par sa taille et ses modes de vie fait encore presque figure de ville "provinciale" malgré ses 700 000 habitants (estimation au début des années 1990. Elle est en cela typique des "grandes" agglomérations de la bande sahélienne. L'organisation spatiale et les problèmes sociaux sont ici très différents comme nous pourrons le constater.

Enfin, ces deux villes sont situées dans deux domaines climatiques bien tranchés. Il sera ainsi possible de mesurer l'influence que peut avoir le milieu environnant (type de végétation, de sols, etc.) sur l'utilisation et l'adéquation des différents traitements d'images utilisés pour parvenir à une différenciation du tissu urbain et à la mise en valeur de la dynamique urbaine.



**- TROISIÈME PARTIE -**

---

**Etude de cas : l'apport des images  
Spot au suivi de Nairobi et de  
Ouagadougou**

---



## CHAPITRE 1. NAIROBI

### 1. NAIROBI, UNE CAPITALE DE LA CONQUÊTE DU "FAR EAST" AFRICAIN

#### A - un site dans l'ensemble privilégié

En bordure du grand fossé d'effondrement que constitue la Rift Valley, la capitale du Kenya s'étale entre environ 1 650 m et 1 800 m d'altitude sur un site contrasté. Accompagnés de nombreux épanchements volcaniques récents, le soulèvement et la fracturation du socle aux abords du Rift - 3 906 m dans les Aberdare Range situées plus au nord, 2 460 m au sommet du Ngong voisin - donnent en effet une physionomie particulière aux quartiers situés sur les collines du nord et de l'ouest de la ville. Si les interfluves sont plats, les nombreuses rivières : Nairobi, Mathare, Karura, Ngong, ..., qui coulent ici vers le sud-est avant de s'infléchir plus loin dans la plaine vers le nord-est pour rejoindre la rivière Athi, s'enfoncent de fait dans des vallées profondes, étroites, aux bords escarpés. La situation est bien différente dans le sud et l'est de la capitale. Cette partie de Nairobi se déploie en effet sur les vastes étendues de la plaine de l'Athi qui se caractérise par des sols plutôt pauvres et des possibilités de drainage réduites.

Grâce à l'altitude du lieu, le climat équatorial (nous ne sommes qu'à 80 km au sud de l'Équateur) est ici largement atténué. Les fortes températures disparaissent et les variations diurnes et saisonnières sont plus accentuées. La température moyenne annuelle est ainsi de 17,8°, alors qu'elle est de 26,7° sur la côte à Mombasa.

Le territoire du Kenya faisant partie de la zone d'alternance des flux atmosphériques originaires de l'Asie des moussons, le climat subit l'influence de la mousson indienne. Deux saisons des pluies et deux saisons sèches marquent le climat de la capitale :

- la mousson du nord-est englobe les mois de janvier et de février; c'est une saison chaude et sèche, particulièrement éprouvante dans ses dernières semaines;
- la saison des pluies principale s'étend de mars à mai. Les périodes de pluies et d'orages sont entrecoupées de périodes sèches; le temps est généralement chaud

(21° en mars) et couvert;

- la mousson du sud-est dure de juin à octobre. Le temps est nuageux, frais (17,5° en moyenne au mois de juillet) et couvert, la persistance de strato-cumulus donnant souvent un ciel voilé durant les mois de juin et de juillet;

- la seconde saison des pluies des mois de novembre et décembre est chaude, ensoleillée et pluvieuse.

Si le total moyen des précipitations s'établit aux alentours de 907 mm par an à Nairobi, les pluies sont en général très irrégulières d'une année à l'autre. Cette irrégularité constitue une menace très sérieuse sur l'agriculture qui se voit menacée de sécheresse une année sur cinq. Les pluies tropicales peuvent être très violentes. Les pluies diluviennes ne sont de fait pas inconnues à Nairobi où l'on relève une pluie de 50 mm en 24 heures au moins 2 fois par an, et une pluie de 25 mm en 15 minutes en moyenne tous les 5 ans. Des précipitations de 75 mm à 100 mm en 24 heures ne sont pas non plus exceptionnelles. Il n'est pas difficile d'imaginer quelles érosions et inondations catastrophiques peuvent être causées lors de tels événements.

Tributaire des conditions du milieu, la végétation naturelle du site de la ville reprend le découpage géomorphologique précédemment cité. Ainsi, les riches sols volcaniques du nord et de l'ouest de Nairobi sont-ils le domaine d'une forêt sèche, semi-décidue. Cette dernière a toutefois été largement défrichée pour faire place, notamment vers le nord - dans les grands districts agricoles de Kiambu et Thika - aux grandes et riches plantations de café et de thé. Il en subsiste néanmoins quelques lambeaux dont la "Karura Forest", la "Ngong Road Forest", ou une partie du "Nairobi National Park". Vers le sud et l'est, sur des sols moins fertiles et plus secs, elle fait place à une prairie naturelle, très proche de la savane à acacias, aujourd'hui largement remplacée par des champs de sisal (MORGAN, 1987; SURVEY OF KENYA, 1970).

## **B - Une ville créée de toute pièce**

A la conférence de Berlin de 1884-1885, la Grande-Bretagne obtient la reconnaissance de ses prétentions sur de vastes territoires de l'Est africain. Après en avoir confié dans un

premier temps le développement et l'administration à l'"Imperial British East Africa Company", le gouvernement britannique met en place, en 1894, l'"Uganda Protectorate" autour du lac Victoria, puis, l'année suivante, l'"East Africa Protectorate" sur la région de l'actuel Kenya.

Les Britanniques sont avant tout intéressés par le protectorat de l'Ouganda (le royaume Buganda du nord-ouest du lac Victoria est le plus riche et le plus puissant de la région des grands lacs) et par la zone du lac Victoria lui-même qui permet un contrôle stratégique du Haut-Nil. De fait, en dehors de la région côtière, l'intérieur du territoire kenyan est alors considéré comme une région désolée, impropre à toute mise en valeur, et qu'il s'agit de traverser au plus vite pour relier le lac Victoria à l'océan Indien. A cette fin, le gouvernement britannique commande, en 1895, la construction d'une voie ferrée reliant Mombasa, la grande ville côtière, à Kisumu, située loin vers le nord-ouest sur la rive orientale du grand lac.

Partie de Mombasa en 1896, la ligne progresse rapidement, près d'un mile (environ 1,6 km) par jour quand le terrain s'y prête. L'"Uganda Railway Company", qui a obtenu la concession des travaux, a fait appel pour cela à une importante main-d'oeuvre de coolies indiens (ils seront plus de 31 000 à venir au Kenya) pour compenser le faible nombre des indigènes recrutés sur place.

En juin 1899, la ligne s'est enfoncée loin dans les Hautes Terres, à plus de 500 km de la côte. Il reste toutefois encore près de 400 km de voie à poser pour rejoindre Kisumu. Se présente également devant les hommes l'obstacle constitué par la "Rift Valley" qu'il faut franchir avant d'aborder le "gros morceau" que représentera l'escarpement Mau. Entre les hauteurs de "Aberdare Range" au nord et celles des collines du "Ngong" au sud, un site que les pasteurs Masaï voisins nomment "enkare nairobi" ("eau fraîche") semble propice à l'entreprise. La descente dans le rift y est plus facile, l'eau y paraît abondante et l'endroit dispose également, grâce à la plaine Athi, de vastes étendues planes et désertes permettant d'entreposer les grandes quantités de matériel qui seront nécessaires à la poursuite des opérations. Le climat plus tempéré des collines boisées et proches qui le bordent au nord et à l'ouest est d'autre part très avantageux pour y établir une implantation européenne de qualité.

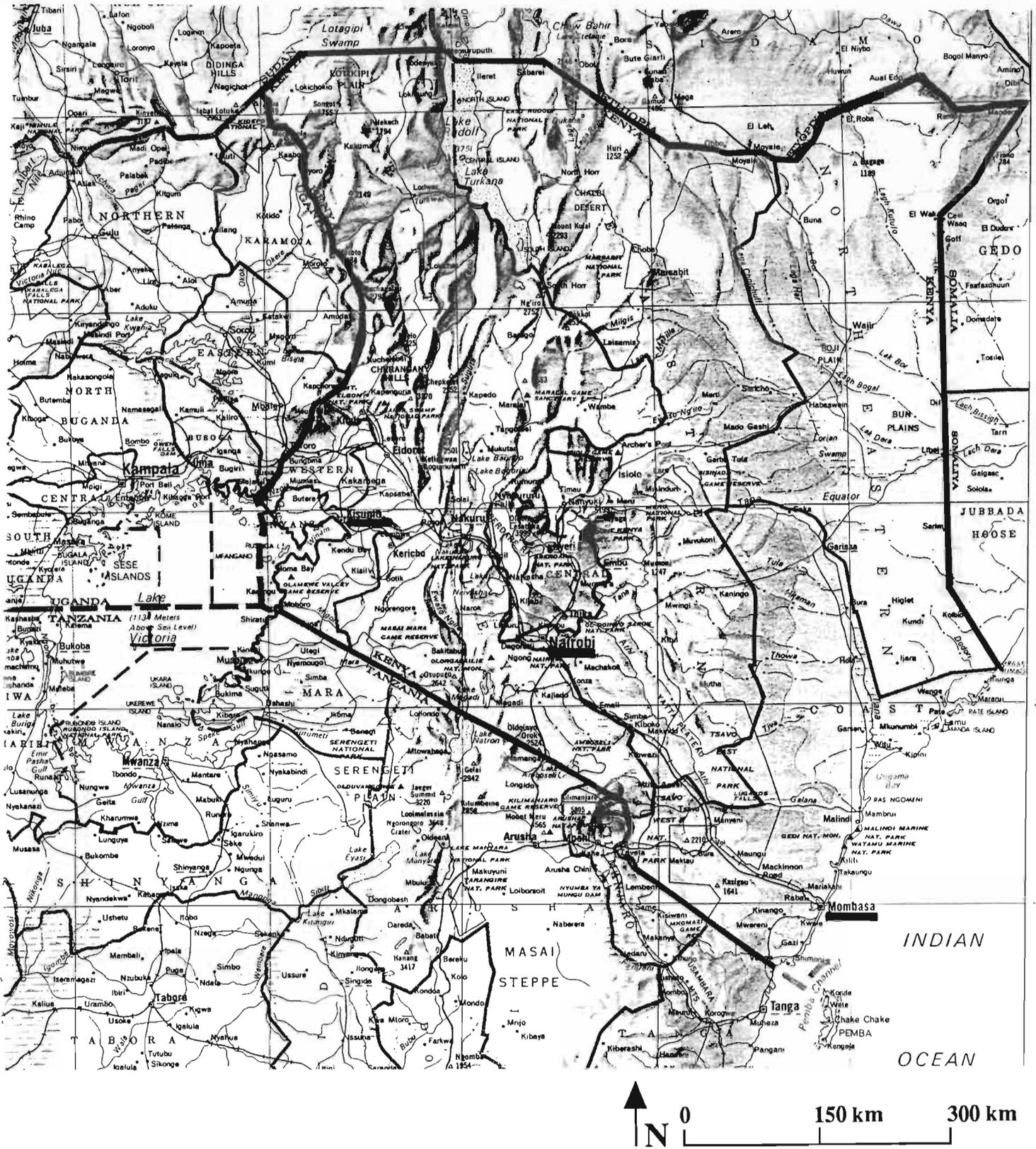


Figure 16. Le Kenya, pays de l'Est africain

source : Grand Atlas de Géographie. Encyclopaedia Universalis, 1985

Ces nombreux avantages poussent la compagnie ferroviaire, en juillet 1899, à faire de l'endroit un gros dépôt de ligne et à y transférer son quartier général de Mombasa. Le gouvernement provincial d'Ukamba, qui était jusqu'alors installé à une soixantaine de kilomètres de là vers le sud-est, à Machakos et qui entend profiter de la liaison ferroviaire, la rejoint bientôt (cette arrivée sera d'ailleurs très mal acceptée par la Compagnie). Dès le mois suivant, avec l'ouverture au trafic de la ligne, c'est le gouvernement colonial lui-même qui se "délocalise" à Nairobi, nom que porte désormais ce lieu autrefois désert, et sur lequel s'édifie rapidement une ville que se "disputent" la compagnie de chemin de fer et le gouvernement colonial.

## **2. LES REDOUTABLES CONSÉQUENCES D'UNE SÉGRÉGATION URBAINE JAMAIS DÉMENTIE**

### **A - La période coloniale**

#### *a - le délicat passage du statut de dépôt de ligne à celui de capitale*

Les premières années d'existence de Nairobi ne se passent pas en effet sans de nombreuses frictions entre les deux parties en présence. L'"Uganda Railway Company" est très puissante et jalouse de son autonomie. Elle jouit de fait de grands privilèges. Ainsi, une bande de terrain de 1 mile, située de part et d'autre du tracé de la voie, lui revient de droit et se trouve placée sous sa juridiction (la compagnie dispose de ses propres magistrats et de sa police jusqu'en 1905). Spéculatrice, elle n'a pas non plus hésité à se constituer d'importantes réserves foncières en limite de son domaine. Afin d'être à même de s'installer, l'administration coloniale a donc du négocier la cession de terrains appartenant à l'entreprise ferroviaire. La rive nord de la rivière Nairobi, quelques parcelles sur la rive sud et le nord-ouest de Nairobi Hill lui sont attribuées, loin du nouveau quartier général de la Compagnie (figure 17)...

Très rapidement, à partir de ce noyau initial et des campements de toile des premiers arrivants, s'ébauchent et s'ordonnent le long des premières rues nouvellement tracées (Victoria

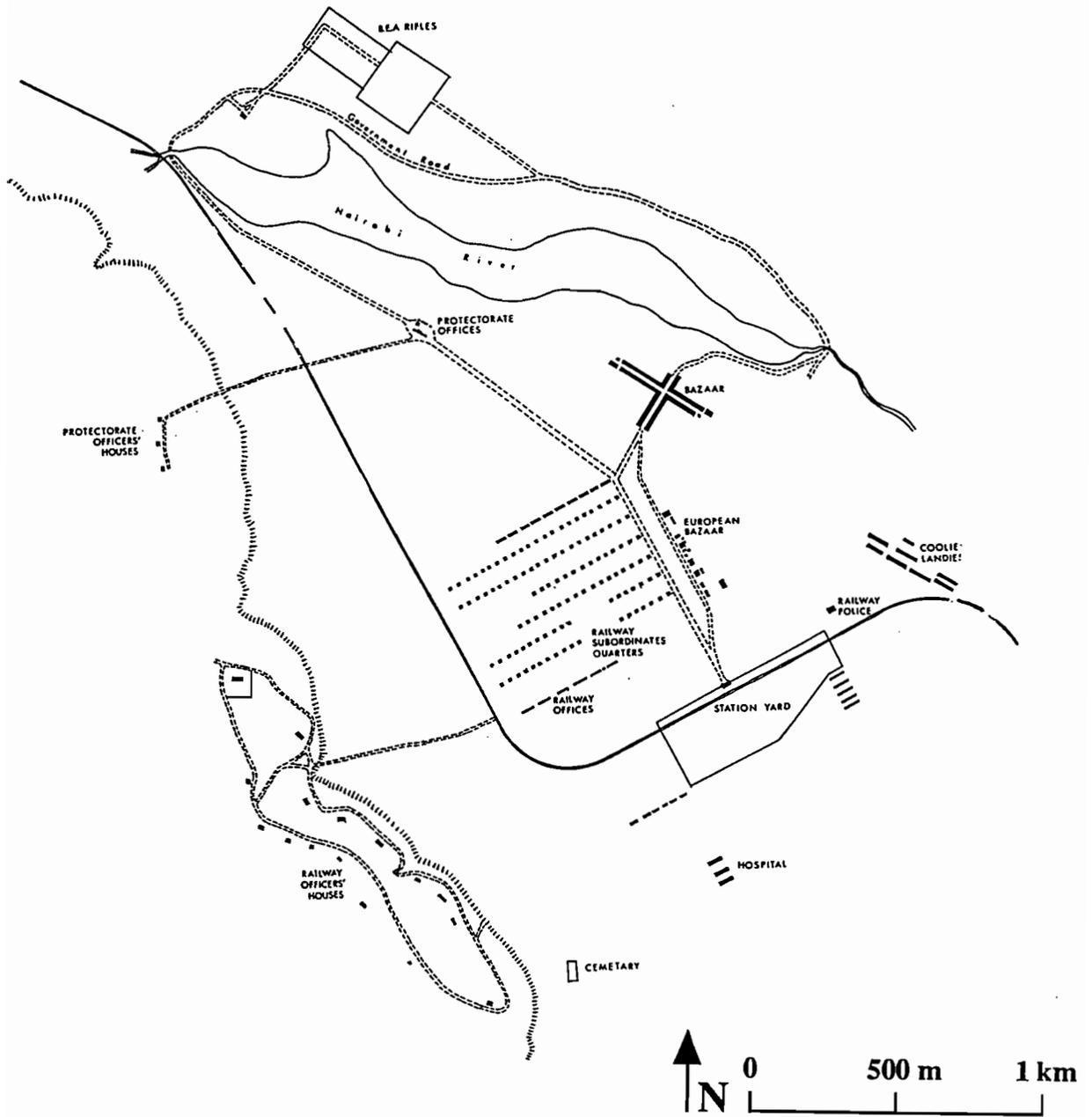


Figure 17. Nairobi, ville du Far East africain

source : MORGAN, 1967

Street, Government Road), ..., les premiers quartiers : le quartier des coolies et le bazar indiens situés à proximité de la gare, la zone commerciale européenne (un hôtel, la poste, la banque, quelques magasins), les quartiers administratifs et résidentiels largement dispersés sur les collines du nord et de l'ouest, le camp militaire. Les cadres de la riche et puissante compagnie ferroviaire sont alors nettement mieux lotis que leurs homologues de l'administration coloniale. Ceux-ci ne cessent d'ailleurs de se plaindre du mauvais état de leurs modestes bungalows ; les structures de bois pourrissent et les toits de tôle ondulée sont de véritables passoires...

Mais l'Uganda Railway Company gère son important patrimoine foncier au détriment du développement équilibré de la ville qui s'apparente alors dans son aspect et ses "libertés", aux cités pionnières du Far West américain. A la faveur des rétrocessions de terrains qu'elle concède souvent lors de ventes aux enchères, se développe de fait chez les Européens (les seuls susceptibles de posséder des terres) une importante spéculation foncière.

Pour mettre fin à de telles pratiques, le gouvernement colonial est très rapidement amené à mettre en place une municipalité qui lui permettrait de contrer sa puissante rivale. Ainsi, dès le 16 avril 1900, Nairobi se voit-elle dotée d'un conseil municipal et d'une première limite territoriale marquant la prééminence de l'autorité publique : c'est un cercle, totalement arbitraire, d'un mile et demi de rayon (soit environ 4,8 km de diamètre et 18 km<sup>2</sup> de surface) dont le point central est ostensiblement constitué par l'office du gouvernement provincial d'Ukamba.

Le conseil municipal d'alors est composé de membres choisis parmi les notables, Européens et Indiens, et les officiels du gouvernement provincial et de la compagnie ferroviaire (la communauté africaine devra attendre 1946 pour être représentée). Ce conseil a, toutefois, des pouvoirs législatifs et exécutifs fort limités et il se contente pour l'essentiel de percevoir impôts et taxes afin d'assurer les simples tâches de police et d'entretien de la ville. Néanmoins, le conseil est parfois en mesure de "peser" sur le gouvernement local afin de parvenir à la rétrocession de terrains déclarés d'utilité publique, ou à la reconstitution de réserves foncières et à la redéfinition de leur gestion. Ces mesures n'empêchent cependant pas Nairobi de connaître d'assez graves difficultés durant ces premières années d'existence. De fait, au delà de ces problèmes de planification de l'espace urbain, le site même sur lequel se bâtit cette grande cité

se révèle beaucoup moins propice qu'il n'y paraissait à l'établissement d'un important peuplement. Ceci est d'autant plus fâcheux que Nairobi connaît un essor très rapide.

La liaison ferroviaire Kisumu - Mombasa est en effet opérationnelle dès 1901. Mais les données ont évolué depuis l'ouverture des travaux et la région des grands lacs a perdu beaucoup de ses intérêts stratégiques. La construction de la ligne a cependant englouti beaucoup d'argent que l'on s'efforce de rentabiliser. Fort heureusement, le territoire kenyan n'est pas aussi "stérile" qu'il n'avait d'abord semblé. La région des Hautes Terres (les "Highlands"), quasiment inhabitée, a révélé un très riche potentiel agricole lorsque la ligne l'a traversée. Ses sols fertiles et son climat sain et tempéré paraissent très favorables au développement d'une agriculture "européenne" capable d'assurer la prospérité économique du protectorat. Aussi, dès 1902, le gouvernement britannique s'engage-t-il dans une politique de peuplement des vastes territoires de l'intérieur par des colons-fermiers britanniques, mais aussi danois (dont la fameuse romancière Karen Blixen), suédois ou sud-africains, ... Le rêve du "White Man's Country", du "Pays de l'Homme Blanc", prend ainsi corps au Kenya.

L'administration coloniale n'a pas hésité pour cela à superbement ignorer les droits coutumiers africains qui pouvaient exister sur les sols. Dès 1899, et durant la plus grande partie de la période coloniale, une distinction sera établie entre les terres sur lesquelles la mise en valeur par les "indigènes" était avérée et celles qui étaient apparemment vacantes au moment de leur "découverte". Les premières seront réservées aux Africains sous le nom de "Native Reserves", les autres, qui constituent l'essentiel des Hautes-Terres, font l'objet d'une appropriation par l'État colonial et deviennent terres de la Couronne Britannique, ou "Crown Land". À quelques exceptions près, la politique foncière coloniale sera de louer à bail les terres de la Couronne aux colons européens, les baux emphytéotiques étant pour la plupart de 999 ans dans les zones rurales et de 99 ans dans les zones urbaines comme Nairobi. La vente définitive des terrains est cependant autorisée par la "Crown Land Ordinance", votée en 1902, si la superficie du terrain ne dépasse pas les 400 hectares (PICON-LOIZILLON, 1985; COQUERY 1988). Au cœur des Hautes-Terres, Nairobi devient dès lors le point de ralliement de nombreux migrants venus en Afrique tenter leur chance.

*b - faut-il déplacer la capitale ?*

Le site initial de la ville, choisi, ne l'oublions pas, par les ingénieurs de la compagnie ferroviaire sur des considérations avant tout techniques, présente en effet quelques grosses contraintes. Les problèmes liés à l'eau (malgré l'origine du nom de la ville) constituent un des écueils les plus importants. L'approvisionnement en eau, qui se fait depuis la rivière Nairobi ainsi qu'à partir d'une source de la rivière située à une trentaine de kilomètres de la ville, est de fait insuffisant. Les débits sont irréguliers et restent limités pour une ville en pleine croissance. Notons à ce propos que ces menaces de pénurie d'eau potable ne cesseront pas de ressurgir tout au long de l'histoire de la ville. La situation actuelle est d'ailleurs de ce point de vue particulièrement délicate (ANGOT, 1990).

Peut-être encore plus critique à l'époque est le fait que la ville "basse", la partie "populaire et commerciale" des quartiers sud et est, s'étend sur la vaste plaine Athi au sous-bassement basaltique peu perméable. Le drainage et l'évacuation des eaux de pluies et des eaux usées se révèlent dès lors difficiles. Les rives de la rivière Nairobi sont ainsi marécageuses (elles seront drainées à partir de 1906 par des maraîchers indiens) tandis que la zone du quartier ferroviaire se voit généralement transformée en marécage à la saison des pluies. Rien d'étonnant dès lors à ce que les bureaux des ingénieurs et les logements des employés de la Compagnie, situés dans la plaine, soient construits sur des pilotis de plus de 90 cm de haut (PICON-LOIZILLON, 1985).

Ces handicaps liés à l'alimentation en eau potable et à l'assainissement de la ville, associés à des normes insuffisantes de construction et d'habitat dans les quartiers "populaires", conduisent assez rapidement à l'apparition d'un phénomène de taudification. Les mauvaises conditions sanitaires favorisant la propagation des maladies (les eaux stagnantes du marécage sont déjà à l'origine de certains cas de malaria), une première épidémie de peste éclate dès 1902 dans le bazar indien.

La communauté indienne de Nairobi est, de fait, dans ces premières années, un élément

de poids dans la cité. La ville ira jusqu'à être surnommée la "Bombay de l'Afrique", tandis que la roupie constitue la monnaie locale. Parmi les nombreux travailleurs indiens qui ont gagné le Kenya, plus de 6 500 ont en effet choisi de s'y établir avec leur familles. Ils y sont toutefois considérés comme des gens de couleur ce qui leur interdit tout achat de terres, la loi foncière de 1902 réservant le marché foncier des Highlands au profit des Européens. Dès lors, le secteur de la construction et surtout celui du commerce (moyen et de détail) vont devenir très vite leurs quasi monopoles. Mais les commerçants indiens résidant généralement avec toute leur famille, et parfois des employés à l'arrière ou au dessus des boutiques, le quartier du bazar est manifestement surpeuplé. Promiscuité, graves insuffisances dans le domaine de l'assainissement du quartier, présence de rats inévitable dans ce type d'environnement, toutes les conditions étaient donc réunies pour que se déclare cette première épidémie de peste.

L'épidémie provoque la mort de 50 à 60 personnes parmi les communautés indiennes et africaines. Les autorités décident alors, et plutôt brutalement, d'incendier le bazar et d'imposer un nouveau site. Ces mesures n'empêcheront toutefois pas la peste de réapparaître dans le nouveau bazar en 1905 (4 morts) puis en 1911 (22 morts).

A la suite de l'épidémie de 1902, et encore davantage après celle de 1905, certains responsables politiques et membres des services de santé envisagent très sérieusement le transfert rapide de la capitale (avant qu'elle ne soit trop importante) vers un site plus apte à accueillir de fortes concentrations humaines. Un déplacement vers les collines du nord ou de l'ouest est ainsi envisagé. L'idée, bien entendu, est fortement combattue par la compagnie ferroviaire.

En 1905, Nairobi devient la capitale du Protectorat, même si la question de son transfert agite toujours les esprits. Elle les agitera d'ailleurs jusqu'à l'année suivante, date à laquelle une commission chargée de statuer sur ce projet conviendra que celui-ci est devenu financièrement, matériellement et politiquement irréaliste.

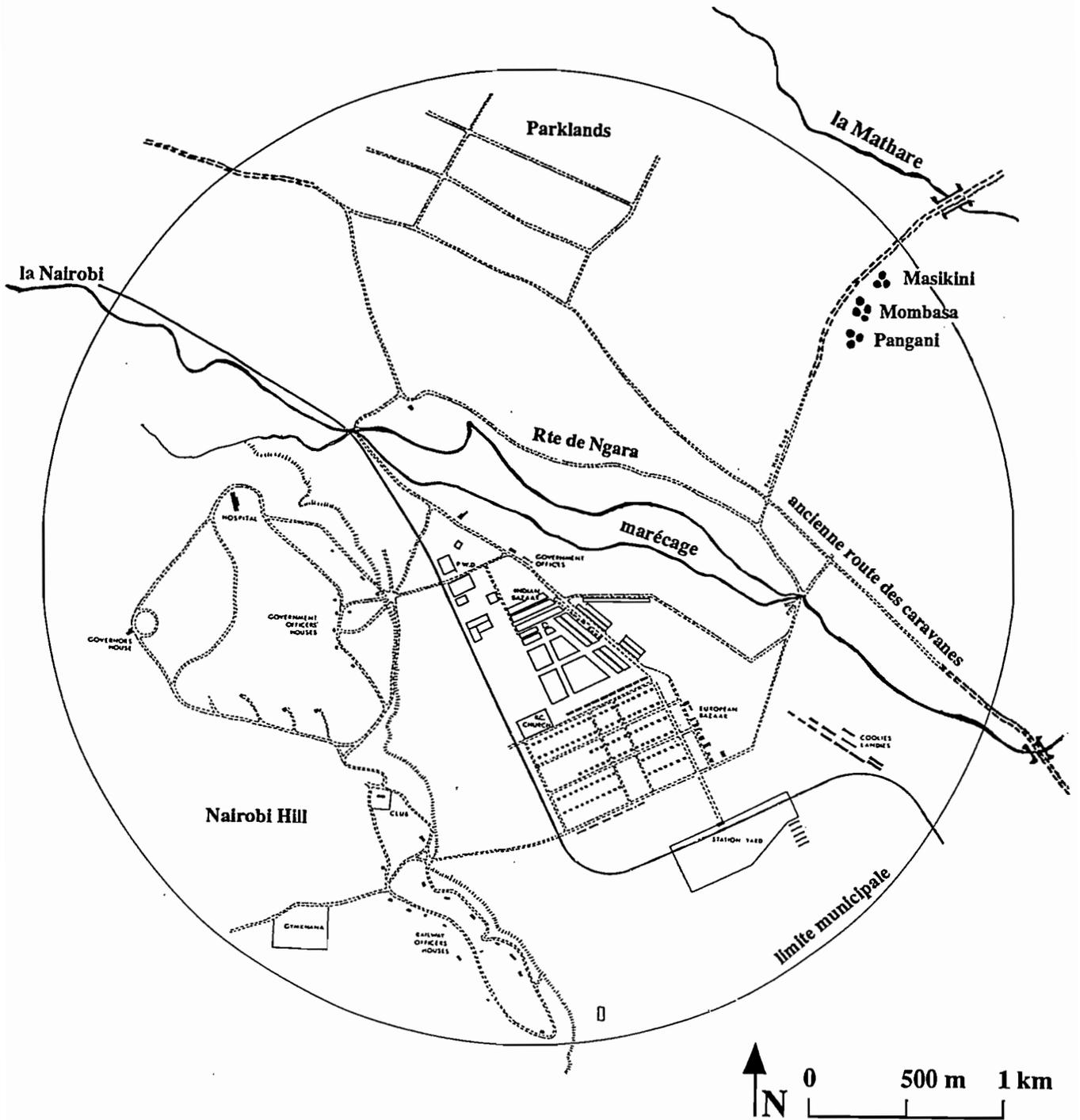


Figure 18. La ville de Nairobi en 1904-1905

source : d'après MORGAN, 1987 et KAHIMBAARA, 1986

*c - un espace urbain d'abord conçu pour sa minorité blanche*

A cette date, la physionomie de Nairobi a quelque peu changé et la ville semble véritablement "s'installer". Le siège de l'administration coloniale a ainsi été recentré et il se situe maintenant au sud de la rivière Nairobi. Le centre de gravité du quartier (européen) du commerce et des affaires s'est quant à lui déplacé vers le nord-est, le long de la nouvelle Government Road (l'ancienne prenant le nom de Ngara Road). Le bazar indien reconstruit, mais toujours aussi densément peuplé, est maintenant situé au sud du siège de l'administration coloniale. Quant aux quartiers résidentiels européens, ils sont toujours aussi dispersés sur les premiers contreforts des collines. Le nouveau quartier de Parklands a été toutefois édifié au nord de la rivière, les baraquements militaires ayant été transférés vers le sud-ouest, au delà des limites de la ville (figure 18).

Ce dessin établi, le processus d'urbanisation s'accélère. La trame urbaine que le Département des Travaux Publics dessine alors, marque encore aujourd'hui la structure spatiale de la ville.

Nairobi va être avant tout conçue comme une "cité-jardin". Les zones résidentielles, commerciales et industrielles doivent donc être clairement dissociées et l'ensemble du tissu urbain largement aéré grâce à la multiplication des grands axes verdoyants et à la création de vastes espaces verts (dont la réserve forestière de Karura Forest au nord et le National Park au sud). Mais cette ségrégation spatiale se double d'une évidente ségrégation raciale, à l'image de celle déjà pratiquée en Afrique du Sud (les plans d'urbanisme de 1926 et 1946 seront d'ailleurs confiés à des architectes sud-africains). N'oublions pas en effet que le Kenya doit alors devenir le pays de l'Homme Blanc, ce qui signifie que sa capitale doit présenter tous les traits d'une véritable ville européenne même si la population blanche y reste numériquement très minoritaire. En 1911, la population de Nairobi ne compte que 995 Européens, mais 3 273 Indiens, 401 Somalis et 11 126 Africains.

Comme dans la plupart des autres villes coloniales, les considérations d'ordre sanitaire sont avant tout invoquées pour "isoler", si possible par des "zones tampon", les quartiers

résidentiels européens des autres quartiers. Les différentes épidémies qui ont éclaté dans le bazar constituent de fait l'argument principal qui "justifie" la ségrégation des diverses communautés qui sont amenées à cohabiter dans la capitale.

D'autre part, l'administration coloniale maintient l'idée que Nairobi n'est pas faite pour les Africains. Ils seront donc légalement classés comme non résidents. Sont de ce fait exclus de la capitale, tous ceux dont la présence n'y est pas requise (la main-d'oeuvre africaine, essentiellement masculine, est en principe logée dans le bâtiment des domestiques ou des employés chez les Européens, ou dans le bazar indien). Toutefois, et malgré les dispositions prises par la puissance coloniale pour entraver la venue en ville des Africains, comme la création de "réserves africaines" ("Natives Reserves" et "Natives Land Units"), les tentatives d'instauration de cartes de séjour en ville (l'"Urban System Pass"), l'absence d'efforts pour intégrer la communauté noire (très peu d'hôpitaux et d'écoles leur sont destinés), le développement de la capitale attire de nombreux Africains intéressés par les emplois disponibles.

Ce sont pour l'essentiel des hommes seuls qui ont temporairement quitté leur famille restée au village afin d'obtenir un emploi salarié durant la morte saison agricole. "Interdits de séjour" dans Nairobi, ils s'installent au delà de la rivière, à l'est de la ville, dans des villages périphériques "spontanés" qui portent le nom de villes de la côte : Mombasa, Unguja ("Zanzibar" en langue swahili), Pangani, ou un qualificatif : Masikini ("pauvres") (figure 18). Les conditions de vie y sont en général déplorables car l'administration coloniale se garde bien d'y réaliser le moindre aménagement (ce qui ne l'empêche pas de lever des impôts ...). Le regroupement de ces villages de squatters (qui sont donc apparus dès les origines de la ville), en un seul quartier africain est cependant recommandé dès 1907. Il faudra toutefois attendre de longues années et la fin de la première guerre mondiale pour que cette idée se concrétise.

Aux limites du périmètre urbain, toujours constitué par ce cercle totalement arbitraire, les Africains ne sont pas les seuls à poser quelques sérieux problèmes. De vastes surfaces de la périphérie sont en effet acquises par des intérêts privés et cela, sans que les autorités ne semblent vraiment se préoccuper des futurs développements de la capitale, ni du contrôle de

l'utilisation des sols. A l'origine de ces achats de terres, véritables spéculations foncières qui n'ont depuis lors jamais cessé, se retrouvent :

- la compagnie ferroviaire qui cherche à se tailler un vaste domaine foncier au sud-est et à l'ouest de la gare;
- de nombreux Européens qui anticipent sur la croissance de la ville. Beaucoup de ces terrains ont été cédés à l'origine par le gouvernement pour un usage agricole, la production de lait et les cultures maraîchères étant encouragées autour de la capitale. Mais ils sont souvent rachetés (avant la première guerre mondiale) par des compagnies privées, telle l'"Upper Nairobi Township and Estate Company", qui s'empresse de lotir et de revendre des parcelles constructibles. Cela donnera notamment naissance à quelques quartiers résidentiels très aisés, véritables municipalités autonomes privées (les "Private Townships") qui profitent de tous les avantages (sans les inconvénients dus à la présence de la municipalité) d'une telle localisation périphérique.

A la fin du premier conflit mondial, les Asiatiques, dont une grande majorité d'Indiens, sont invités à venir s'établir dans le nouveau quartier périphérique d'Eastleigh qui vient d'être aménagé à l'est de la ville sur plus de 200 ha. Des villages africains, dont Maskini et Mombasa, ont d'ailleurs été déguerpis à cette occasion. Il s'agit, pour les pouvoirs publics, de décongestionner et d'assainir le bazar central après l'épidémie de peste de 1911. Mais la communauté indienne boude dans un premier temps ce quartier résidentiel qui lui est réservé. Elle conteste en effet la domination totale de la minorité européenne sur tout ce qui touche aux affaires et aux questions politiques (dont la politique urbaine menée par la municipalité). Elle s'ingurge notamment contre la loi qui vient d'être votée et qui interdit la vente de terrains privés à tout individu n'appartenant pas à la communauté à laquelle la zone est concédée. Cette véritable loi de ségrégation raciale est en effet très favorable aux intérêts européens car elle "verrouille" à leur avantage l'aménagement de la ville. Bien qu'officiellement abolie en 1923, cette disposition ségrégationniste aura cependant de profondes répercussions dans le développement de Nairobi, les pratiques discriminatoires subsistant largement dans la pratique.

En 1919, le conseil municipal de Nairobi s'étoffe (il compte à présent 16 membres, les notables Indiens restant nommés) et procède dès l'année suivante, à l'extension du périmètre urbain. Le cercle originel a montré ses limites et il s'agit maintenant d'intégrer dans un nouvel espace municipal les derniers quartiers périphériques (comme les extensions de Parklands), mais également, les terrains attribués à certains particuliers (récupération de rentes fiscales). Cela permettra également de clarifier le cadastre en distinguant les terrains de la Couronne des terres privées. De fait, le statut foncier de Nairobi et de ses abords est depuis les origines de la ville, réparti entre le domaine de l'État et la propriété privée. Selon l'endroit et le type d'utilisation (quartier commercial, zones résidentielles ou maraîchères), une parcelle peut être acquise en toute propriété ou selon un bail de 25, 50 ou 99 ans (PICON-LOIZILLON, 1985).

Le nouveau territoire municipal n'englobe cependant pas les "Private Townships" qui demeurent autonomes. C'est le cas de la commune de Muthaiga située au nord-est de Parklands et dont les 301 ha ont été lotis à partir de 1912 sur les terrains d'une ancienne ferme laitière. Plus encore que Upper Parklands (500 ha) ou Kilimani (située au sud-ouest de la ville, sur 115 ha), Muthaiga représente la plus huppée et la plus "fermée" des zones résidentielles européennes.

Mais la municipalité doit également se préoccuper de mettre en oeuvre une politique d'habitat à destination de la communauté "indigène" qui ne cesse de croître. Les villages spontanés de l'est et du nord-est de la ville ayant été rasés et incendiés à l'exception de Pangani, le premier quartier résidentiel africain est édifié en 1921, à l'est de la gare. Situé à proximité de la zone industrielle et de la gare (assez loin du centre ville), Pumwani est le seul quartier dans lequel les Africains sont autorisés à résider. Construit par des entrepreneurs privés pour le compte de la municipalité, le quartier est en fait le prototype des quartiers-dortoir africains, uniquement conçus pour une population "tournante" de travailleurs célibataires. Le logement se limite ainsi le plus souvent à une seule pièce dans un des nombreux baraquements en dur. Le niveau des rémunérations ne peut, de toute manière, permettre à une famille entière de subsister en ville. De fait, jusqu'en 1946, le ratio homme/femme dans la population noire de Nairobi sera en moyenne de 8 hommes pour 1 femme, avec tous les problèmes sociaux qu'une telle

disproportion peut provoquer.

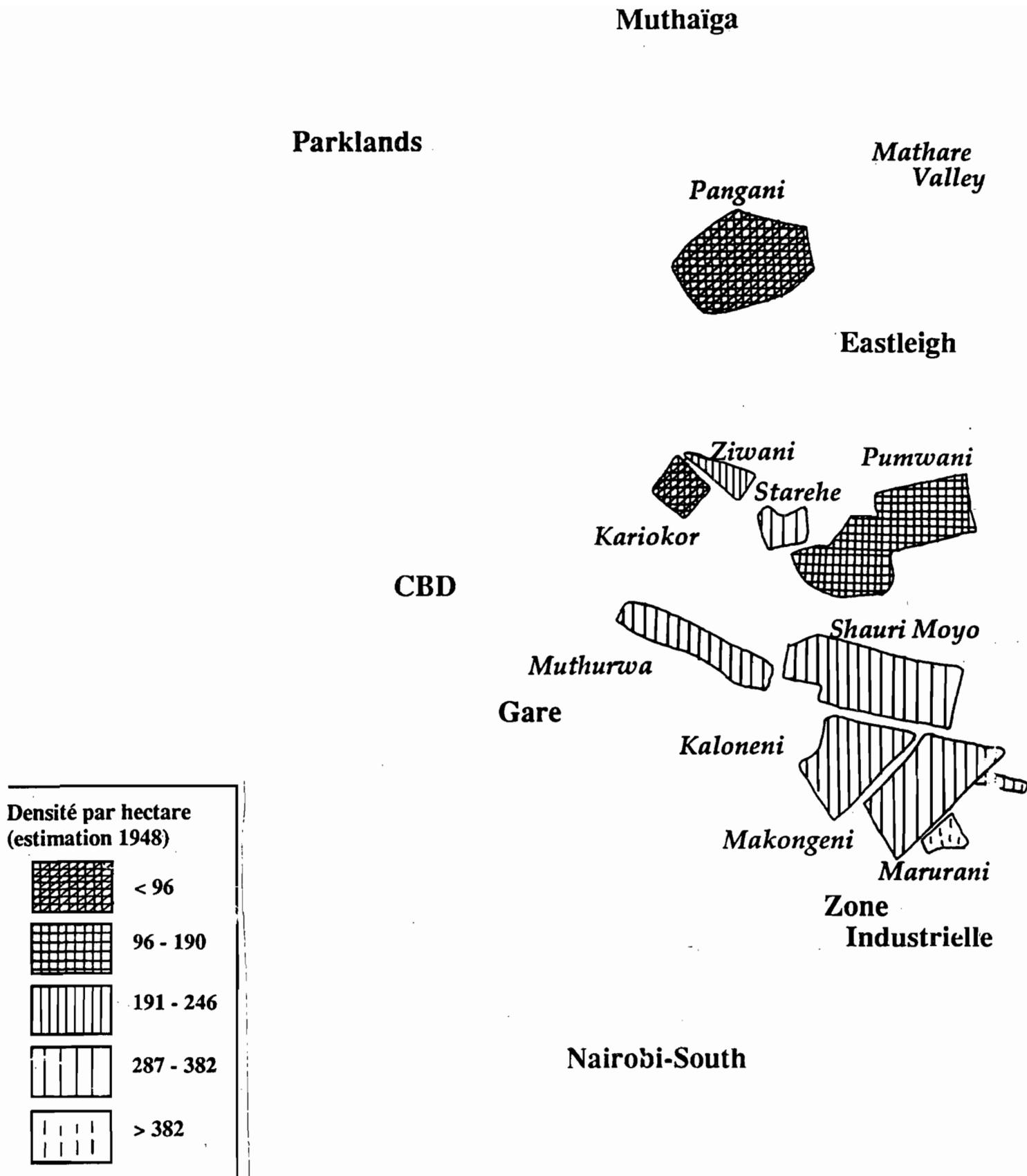
*d - l'émergence de la cité noire*

En 1925, le nouveau gouverneur du Kenya (qui est officiellement une colonie de la Couronne Britannique depuis 1920) décide de donner à Nairobi un véritable visage de capitale. Le bâti est de fait encore médiocre et la ville, toujours aussi poussiéreuse en saison sèche et boueuse en saison des pluies, continue de s'agrandir de manière assez peu planifiée.

Trois ans plus tard, à la suite des recommandations formulées par la Commission Urbaine pour la ville de Nairobi (nommée en 1926 et placée sous la direction d'un ancien fonctionnaire d'Afrique du sud), le territoire municipal fait l'objet d'une nouvelle et très conséquente extension. Celle ci, qui ne sera plus modifiée jusqu'à l'indépendance, permet à la municipalité de gagner plus de 6 000 ha supplémentaires (la surface passe à 91 km<sup>2</sup>) mais aussi d'intégrer les communes périphériques privées et ce, en dépit de l'opposition manifeste des quelques 900 "privilegiés".

La capitale ne cessant de se développer (la population approche les 30 000 habitants en 1926, dont seulement 3 600 Européens), le besoin de main-d'oeuvre africaine augmente également. Cependant, face au dynamisme démographique de la communauté noire, l'offre de logements reste constamment en deça de ses besoins qui ne sont en partie satisfaits que par une multiplication des constructions illégales. Afin de stopper cette recrudescence de l'habitat spontané, le gouvernement colonial promulgue en 1929 une loi qui oblige les employeurs, publics ou privés, à loger leurs employés.

Les quartiers africains de Kariokor, construit par la municipalité, et de Kaloleni, réservé aux personnels africains de la compagnie de chemin de fer, inaugurent cette nouvelle politique de logement. Situés dans les deux cas à l'est de la ville, à proximité de Pumwani, ce sont, comme lui, des "quartiers-dortoir" pour hommes qui doivent se satisfaire d'une unique pièce de vie et de cuisines et de sanitaires collectifs. En 1933, la municipalité décide de raser le vieux quartier spontané de Pangani. Les raisons invoquées sont avant tout d'ordre sanitaire, et il est vrai que les conditions de vie y sont toujours aussi mauvaises, les services municipaux



**Figure 19. Localisation et densité de population des quartiers africains en 1948**

source : COQUERY, 1988 (d'après D.W. THROUP, Economic & social origins of Mau Mau, 1987)

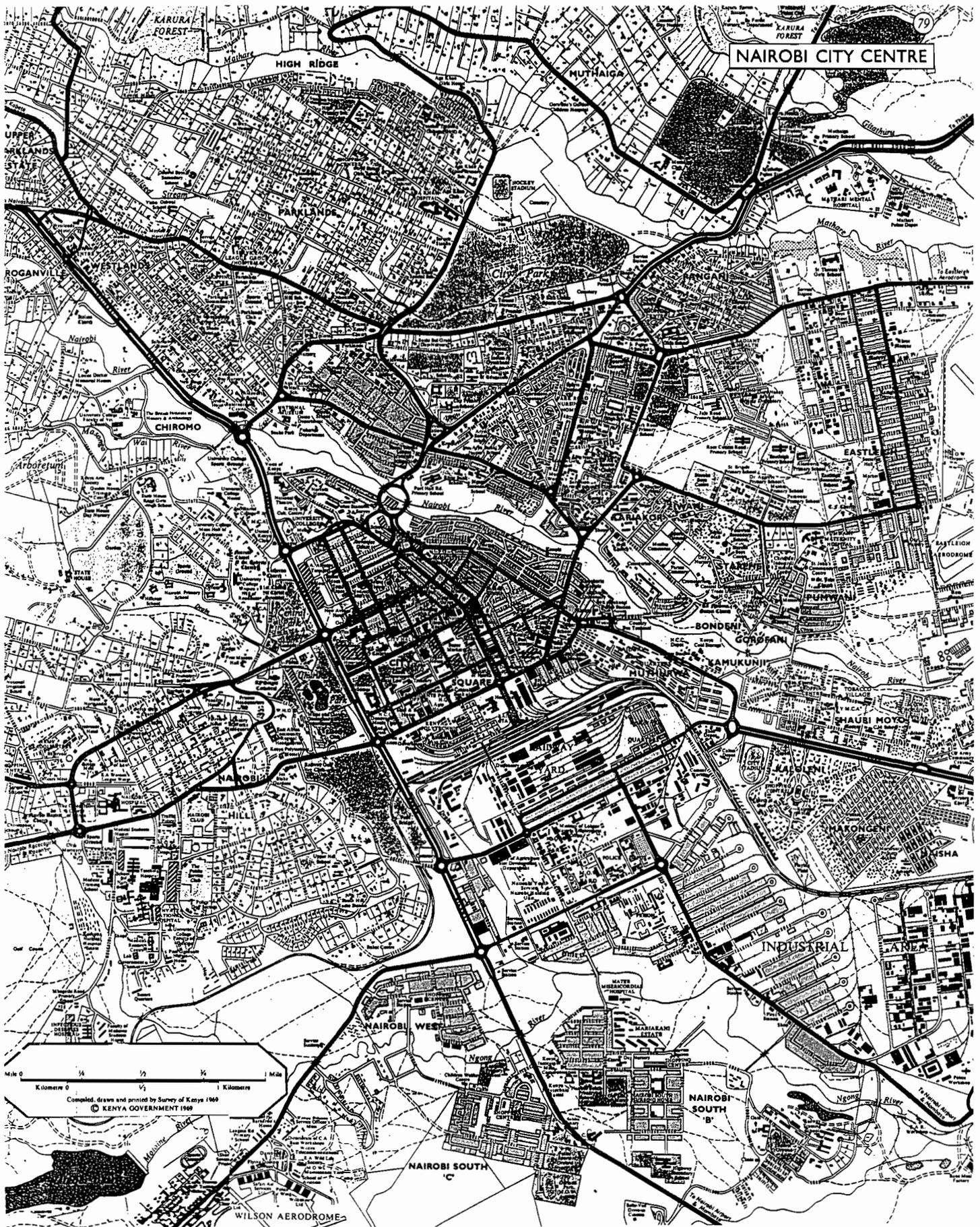


Figure 20. La zone centrale de Nairobi vers 1965

source : MORGAN, 1967

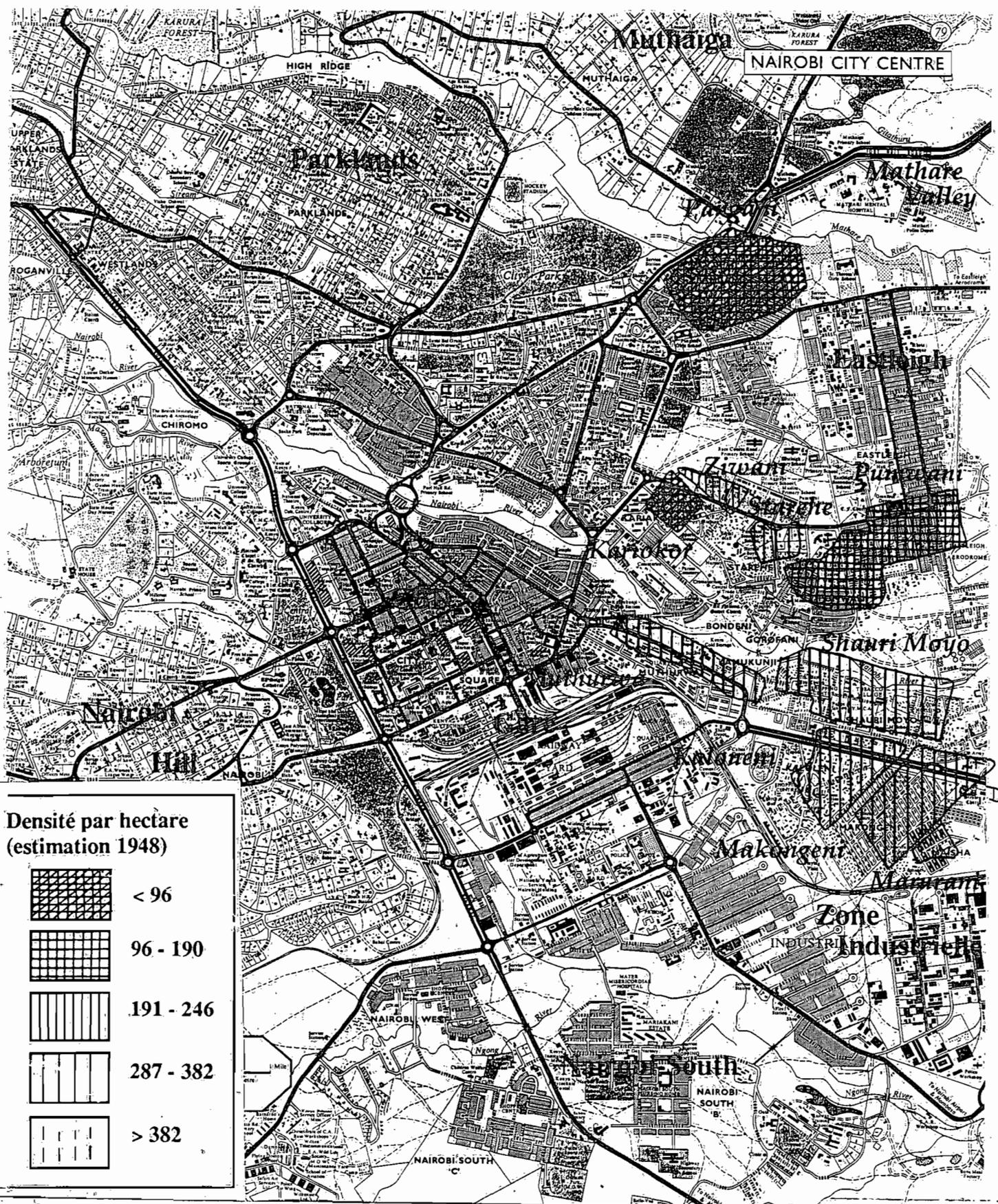


Figure 19. Localisation et densité de population des quartiers africains en 1948

source : COQUERY, 1988 (d'après D.W. THROUP, Economic & social origins of Mau Mau, 1987)

n'intervenant pratiquement pas dans la restructuration et l'entretien de ce quartier en voie de saturation. Cependant, ces raisons dissimulent mal le désir de la municipalité de voir disparaître cette "verruce" pour y construire à la place un nouveau quartier résidentiel destiné aux Asiatiques. celui-ci prolongerait celui de Eastleigh qui leur est déjà réservé. La destruction du quartier africain n'interviendra toutefois qu'en 1938, les occupants, environ 3 000 personnes, étant déplacées vers le nouveau quartier municipal de Shauri Moyo, construit entre Pumwani et Kaloleni, au coeur du "périmètre africain".

Durant la seconde guerre mondiale, le Kenya joue un rôle important dans l'ensemble du dispositif militaire allié. Les emplois disponibles à Nairobi sont nombreux, notamment à la suite de la construction de l'aérodrome d'Eastleigh (aujourd'hui base aérienne). La population de la capitale va ainsi plus que doubler en quelques années, passant d'environ 50 000 personnes en 1936, à près de 110 000 en 1944. Les diverses mesures restreignant la migration urbaine africaine ont de fait été levées, ce qui permet enfin à cette communauté de résider librement dans la capitale. Toutefois, en 1946, sur les quelques 60 000 Africains qui vivent à Nairobi (dont environ 40 000 employés), 50 000 seulement disposent d'un logement légal, les autres devant continuer à recourir aux squatts (COQUERY, 1988).

### *e - le legs des dernières années de la colonie*

Au premier recensement général de la population en 1948, la population de la capitale s'établit à 118 976 personnes (contre environ 84 000 à Mombasa et 17 000 à Nakuru), sur un total de 5,4 millions d'habitants, dont près de 11 000 Européens, 44 000 Asiatiques et 64 000 Africains. Cette croissance démographique se heurte toutefois, et une nouvelle fois, à l'absence de politiques d'aménagement et d'habitat clairement définies. La nécessité de disposer d'un véritable Plan Directeur se fait donc de plus en plus pressante, les précédents plans d'urbanisme réalisés ayant eu peu d'influence sur le développement de la ville qui souffre toujours autant, principalement dans sa périphérie, de l'absence d'une réelle maîtrise foncière.

Le "Nairobi Master Plan" qui est élaboré en 1948 et qui reprend l'idée maîtresse d'un "zonage" (véritable ségrégation) de la ville, se limite toutefois à l'aménagement des quartiers

centraux. Il recommande ainsi que les vieux bâtiments officiels excentrés sur les collines, au nord de Government road, soient abandonnés au profit d'un nouveau complexe à édifier au coeur même de la ville, sur les anciens emplacements du tout premier quartier des employés de la compagnie ferroviaire. Autour de City Square, le "Central Business District" (CBD) de Nairobi est donc amené à s'élever, dominé par le siège de la municipalité : City Hall et l'ensemble des nouveaux locaux de l'administration coloniale que complètent banques, hôtels et grands magasins. Le plan recommande également qu'une vaste zone industrielle soit édifiée à proximité de l'ancienne et de la gare. L'amélioration des conditions d'habitat des nombreux Africains qui vivent dans les quartiers en constante expansion de l'est de la ville ne paraît pas en revanche constituer une grande priorité...

Pourtant, l'exode rural vers les villes, et Nairobi en particulier, s'accélère encore, la vie dans les "Natives Reserves", ou sur les plantations européennes, devenant très difficile. On assiste d'autre part au sein de la communauté noire, à la rapide montée en puissance de sentiments nationalistes et de mouvements de résistance à la colonisation. Les Kikuyus, qui ont été les plus spoliés par la politique foncière coloniale, sont les plus actifs. Dès lors, les contrôles policiers vont se renforcer à l'intérieur des quartiers africains.

La crise qui couve depuis plusieurs années éclate au mois d'octobre 1952. L'État d'Urgence est proclamé sur tout le pays dès le début de l'insurrection Mau-Mau menée par de jeunes nationalistes radicaux (les "Combattants de la Liberté"). L'état d'urgence ne sera levé qu'en 1959, non sans que cette période troublée et sanglante de l'histoire du Kenya ne se soit soldée par la mort de plus de 10 000 personnes (parmi lesquelles on ne décompte que 58 Européens et Asiatiques...) et l'arrestation ou le déplacement forcé, vers des camps situés dans les régions rurales, de plusieurs dizaines de milliers de personnes "suspectes" dont une majorité de Kikuyus.

Les troubles ont provoqué d'importants mouvements de population, et nombreux sont ceux qui ont cherché refuge (et emplois) dans la capitale. Le recensement général de 1962 confirme de fait la très forte croissance démographique de Nairobi qui a plus que doublé en 14 ans et qui compte maintenant près de 267 000 habitants dont environ 21 500 Européens,

86 500 Indiens et 156 000 Africains. Son taux de croissance s'établit donc à près de 6 % par an depuis 1948, contre 3,3 % pour l'ensemble du pays dont la population totale avoisine alors les 8,6 millions de personnes (FOUCHER, 1984).

Les années et les bouleversements politiques n'ont cependant pas beaucoup marqué la physionomie générale de la ville. A la veille de l'indépendance, Nairobi présente un visage toujours aussi tranché :

- hormis Muthaiga, fréquenté par les diplomates et la haute-bourgeoisie, et qui continue de représenter le "must" des quartiers résidentiels, la zone résidentielle européenne de Upper Nairobi demeure la plus vaste et la plus enviable des zones résidentielles. 82 % des quelques 21 500 Européens résident dans cet ensemble de quartiers, en compagnie de leurs nombreux domestiques africains ainsi que d'un petit nombre d'Africains et d'Indiens de la classe aisée. Les grandes villas, ainsi que les parcs aux arbres magnifiques qui les entourent, constituent un cadre de vie des plus agréables. Le relief de cette zone collinaire, que découpe de profondes vallées boisées, gêne toutefois les communications;
- les quartiers de Parklands et d'Eastleigh abritent pour leur part environ 80 % des 86 500 Asiatiques (dont une très grande majorité d'Indiens et de Pakistanais). Cette zone nord ne peut plus cependant s'étendre car elle se trouve maintenant coincée entre les quartiers résidentiels européens situés au nord et à l'ouest, et l'ensemble des quartiers-dortoirs africains de Eastlands, à l'est. La population asiatique de Nairobi connaissant une forte croissance, les pouvoirs publics ont donc été amenés au cours des années cinquante à édifier une nouvelle zone résidentielle qui leur serait destinée : c'est l'origine de Nairobi-South qui se construit peu à peu au sud de la ville (comme son nom l'indique) en limite du Parc National;
- 71 % des 155 000 Africains de la capitale vivent pour leur part dans la zone de Eastlands, dans un de ces lotissements construits par la municipalité ou les principaux employeurs. Les quartiers de Pumwani, Kariakor et Kaloneni sont les plus anciens, Makadara et Ofafa, les plus récents. Ces derniers, conçus pour loger

des familles africaines, ont de fait été édifiés dans les années précédentes, lorsque la communauté européenne a réalisé qu'elle n'obtiendrait jamais (à son avantage) l'autonomie de la colonie. Cette zone de Eastlands constitue de loin la plus peuplée des zones résidentielles, la densité moyenne atteignant ici une moyenne de 314 hab/ha, contre moins de 16 hab/ha dans les quartiers européens;

- enfin, littéralement "enveloppé" par cet ensemble de grandes zones résidentielles très différenciées et le "bloc" constitué par la gare et la zone industrielle réalisée conformément au plan de 1948, le centre-ville est devenu le coeur politique, économique et commercial qui était envisagé. Un des aménagements majeurs a été le déplacement, à sa sortie de la gare en direction de l'Ouganda, du tracé de la voie de chemin de fer. Les emprises libérées ont permis la mise en place d'un grand axe routier (la voie rapide Uhuru) qui augmente grandement les possibilités de circulation.

## **B - Les politiques nationales menées depuis 1963**

### *a - le défi de l'emballement démographique de la capitale*

Le Kenya accède à l'indépendance le 12 décembre 1963. A l'image de ce qui se déroule dans la majorité des colonies qui s'affranchissent de leur métropole, cette période charnière de l'histoire du pays s'accompagne d'une nouvelle et brutale poussée démographique dans la capitale qui finit de se détacher du reste du tissu urbain. De fait, dès 1963, celle ci compte plus de 343 000 citadins (devant Mombasa, 179 000 habitants et Nakuru, 38 000 habitants). En 1969, ce sont plus de 509 000 personnes qui sont recensées dans la capitale. Ainsi, 7 années seulement auront suffi pour que sa population double une nouvelle fois, le taux de croissance démographique de Nairobi s'établissant à près de 8 % par an, soit un chiffre nettement plus élevé que celui de l'accroissement naturel du pays qui est de 3,24 % par an (FOUCHER, 1984; KUPFER *et al.*, 1987).

Toutefois, si l'on assiste à cette occasion à une très nette "africanisation" de la capitale (la communauté noire y constitue maintenant 83 % des effectifs, contre 64,5 % en 1962),

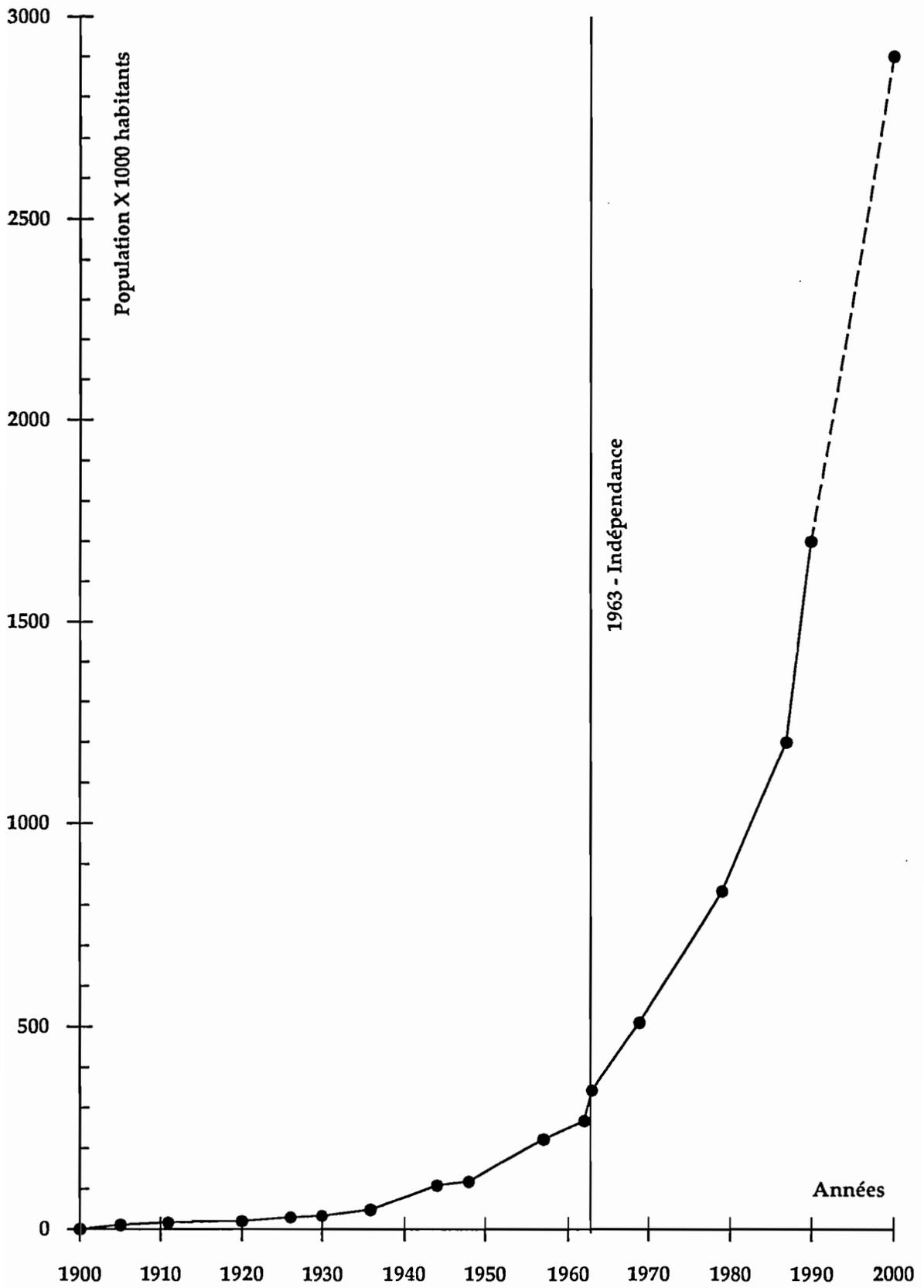


Figure 21. La croissance démographique de Nairobi

FERRARO (1978) montre également que cette population reste encore très "masculine", avec 158,6 hommes présents pour seulement 100 femmes. Cela s'explique, semble-t-il, par la persistance d'importants facteurs sociologiques et économiques qui limitent l'installation des ménages en ville, quand bien même les restrictions aux migrations ville-campagne n'existent plus depuis longtemps. Ces freins se maintiendront de nombreuses années, KAHIMBAARA (1978) notant encore qu'à la fin des années soixante-dix, la plupart des migrants hommes ne considèrent Nairobi que comme un second, et temporaire, lieu de résidence. La ville n'est vue que comme un moyen d'accès à des ressources financières complémentaires susceptibles de faciliter la vie au village.

De fait, nombreux sont les facteurs qui ne poussent pas à la recherche d'une installation définitive. Se mêlent en effet l'insécurité de l'emploi, la pénurie de logements, le coût de la vie d'une famille de citadins, la difficulté d'y élever des enfants, mais aussi la peur du désœuvrement des femmes (qui restent sous-représentées, peuvent être tentées par l'infidélité ou la prostitution...). Le séjour dans la capitale des différents membres de la famille est donc généralement provisoire, le va-et-vient continu entre la ville et le village, ce qui n'est pas sans poser certaines difficultés en ce qui concerne la rigueur des recensements.

En se basant sur le rythme de croissance des années soixante, des estimations faites en 1973 prévoyaient de 2 à 2,2 millions d'habitants dans la capitale en 1990 et entre 2,9 et 4,2 millions en l'an 2000! Toutefois, ces perspectives quelque peu alarmistes ne semblent pas devoir se concrétiser totalement. Le recensement de 1979 dénombrait en effet environ 827 000 personnes, soit un chiffre inférieur à la prévision la plus faible. La capitale n'en représentait cependant pas moins de 38,8 % des 2,3 millions de citadins que comptait le pays, contre 16 % à Mombasa et 7,2 % à Kisumu (qui, avec plus de 150 000 personnes, a supplanté Nakuru et ses 92 000 habitants). Ce ralentissement bien venu de l'essor démographique de la ville phare du pays est d'autant plus à noter qu'il est intervenu à une époque où le Kenya connaissait un emballement considérable de son accroissement naturel qui grimpait au taux record de 4,04 % par an! Avec un tel chiffre, la population kényane était amenée à passer de 15 millions d'individus en 1979 à près de 35 millions en l'an 2000... (I.L.T.A., 1984).

FOUCHER (1984) indique de fait que de 1969 à 1979, les 3/4 du croît naturel se sont accumulés dans les campagnes (les ruraux représentant encore 86,7 % de la population en 1979, contre 90,9 % dix ans plus tôt). Cette donnée est sans aucun doute possible à mettre au bénéfice de la priorité qui fut donnée, dès les premières années de l'indépendance, à une politique nationale de développement rural. De très gros efforts furent en effet entrepris par l'État pour gérer au mieux l'héritage foncier colonial et asseoir économiquement le pouvoir, la richesse du pays étant alors avant tout agricole. Diverses mesures très importantes furent donc prises, comme la redistribution d'une partie des terres, la mise en place de projets intégrés de développement agricole et de coopératives ou la diffusion des cultures de rente comme le café, le thé ou le sisal.

Toutefois, le morcellement traditionnel et constant des exploitations familiales agricoles qui a permis cette "rétention" des populations rurales paraît être parvenu aujourd'hui à son terme. Les densités rurales atteintes sont en effet très élevées et les parcelles deviennent trop petites pour être à même de supporter le maintien d'une très forte croissance démographique, même si les récentes données du recensement national de 1990 révèlent une baisse substantielle du taux d'accroissement naturel qui est passé de 4,04 à 3,1 % par an (moyenne 91-93). Ce chiffre reste toutefois très élevé. Nombreux sont donc aujourd'hui les paysans sans terre, et la migration définitive vers la ville devient de plus en plus une nécessité incontournable. Les ruraux ne représenteraient ainsi plus que 82,7 % de la population en 1990 (sur environ 23 millions de Kényans) et moins de 75 % en l'an 2000 (sur une population estimée à plus de 30 millions, donc en baisse sensible par rapport aux anciennes estimations). Le chiffre de 3,7 millions de citadins en 1990 cité par ONYANGO (1991) devrait donc connaître une forte augmentation.

Aussi, est-il à craindre que le redémarrage de l'exode rural n'entraîne à l'avenir un nouvel afflux de population dans la capitale, et ce, malgré les efforts des pouvoirs publics kényans qui ont développé depuis des années une stratégie générale de décentralisation (OBUDHO, 1984). La création de centres de service locaux a certes permis de peser sur le type d'urbanisation du pays et de détourner une partie des flux migratoires qui convergeaient vers les villes principales. Toutefois cette politique a ses limites et la métropole devrait encore attirer

de nombreux migrants. En 1987, la population de Nairobi était estimée à environ 1,2 million de personnes, en augmentation moyenne de 5,5 % par an. A la fin du siècle, c'est 2,5 à 3 millions d'habitants qui devraient être dès lors recensés dans la capitale (KUPFER *et al.*, 1987).

Ainsi, bien que la suprématie de Nairobi, en termes de taille, ait légèrement diminué ces dernières années par rapport aux autres villes du Kenya, elle reste cependant la métropole dominante du pays. La deuxième ville, Mombasa, compte bien moins de la moitié de la population de Nairobi, et la troisième, Kisumu, n'en compte guère que le sixième. La croissance de la population de Nairobi est cependant, et depuis des décennies, beaucoup plus rapide que son développement économique (les Anglais avaient fait de Nairobi une cité avant tout commerciale). Et cela, même si la capitale détenait 37 % des emplois industriels et 53 % des emplois salariés en 1979 et s'il existe une "stratégie de concentration sélective" en faveur de cette dernière et de Mombasa, en raison de l'efficacité supposée qu'il y aurait à concentrer sur ces 2 pôles certaines industries et services nationaux.

La migration vers la capitale a de ce fait toujours plus tenu en l'espoir de trouver un emploi que de la réalité de ces derniers. Aussi Nairobi compte-t-elle, comme beaucoup d'autres grandes cités des pays en développement, un très grand nombre de chômeurs ou de personnes sous-employées. Pour tous ceux-là, la recherche d'un toit n'est pas le moindre des combats.

### *b - des politiques urbaines constamment inadaptées*

#### *les années 1960*

A l'indépendance, la poussée démographique que connaît Nairobi intervient alors que la ville traverse, depuis 1956, une grave crise financière assortie de nombreuses faillites. Une considérable baisse des investissements en est à l'origine, les colons européens s'étant progressivement dégagés économiquement du Kenya dès lors qu'ils en ont pressenti l'indépendance. Cependant, comme nous venons de le voir, la capitale ne constitue pas un objectif véritablement prioritaire de la nouvelle politique nationale. Cette attitude des pouvoirs publics va entraîner d'importants retards dans l'élaboration, le financement et la réalisation

d'une stratégie d'aménagement réaliste.

La spécificité des problèmes que pose la capitale a toutefois été prise en compte. Ainsi, dès janvier 1962, lors de la conférence constitutionnelle qui prépare l'indépendance, on a choisi de dissocier l'aire métropolitaine de Nairobi, la "Nairobi Area", des 6 nouvelles provinces qui sont destinées à voir le jour. Une nouvelle délimitation du territoire sur lequel est amené à s'exercer le contrôle de la municipalité doit en effet répondre à plusieurs objectifs :

- inclure de nouveaux espaces permettant la planification des futures extensions résidentielles et commerciales de la capitale. Il faut de fait, s'efforcer de préserver les riches terres agricoles du nord et de l'ouest de la ville. Les terrains sont à rechercher de préférence vers le sud et l'est de la capitale, sur la plaine Athi qui offre de vastes espaces libres ou simplement utilisés pour l'élevage extensif;
- englober les derniers "villages-dortoirs" qui ont continué à se créer dans la proche périphérie. Plusieurs zones résidentielles très aisées, de très faibles densités, se sont en effet encore édifiées en l'absence d'un contrôle suffisant de l'occupation du sol. Après la seconde guerre mondiale, les "cités-jardins" de Karen, de Langata et de Woodley Estates à l'extrême sud-ouest (près de la Ngong Road Forest) ou de Spring Valley au nord-ouest, ont ainsi vu le jour. Leur multiplication ne peut qu'entraver toute future croissance spatiale planifiée de la capitale;
- s'efforcer de recouper l'aire péri-urbaine dans laquelle se fait fortement ressentir l'influence de la ville.

Le nouvel espace de la capitale tenant compte de ces impératifs est délimité en mars 1963. Le périmètre de la municipalité (qui n'avait pratiquement pas évolué depuis 1928) en est profondément bouleversé car les extensions sont considérables. La superficie se trouve en effet portée à près de 688 km<sup>2</sup>, soit 7,5 fois plus que la précédente surface. Les espaces libres de constructions toujours disponibles dans le "noyau central" de la ville représentant encore environ la moitié du domaine foncier de la zone, les marges de manoeuvre de la municipalité paraissent suffisantes pour répondre aux besoins futurs (MORGAN, 1967).

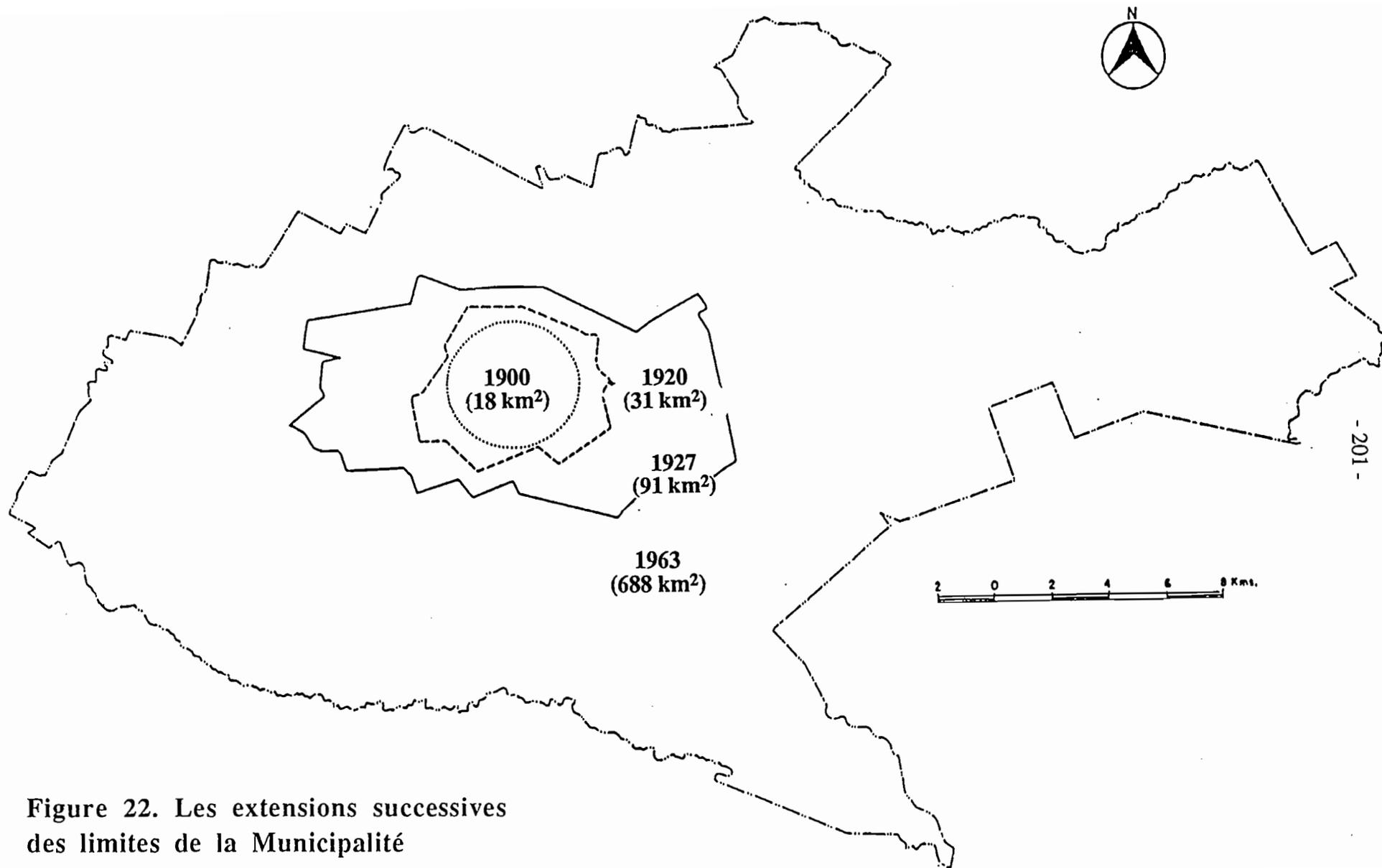


Figure 22. Les extensions successives des limites de la Municipalité

Face à l'urgence des besoins nés du brutal afflux de population dans la capitale, les nouvelles autorités s'engagent dès les premières années de l'indépendance, à améliorer le sort de la majorité africaine. L'État affirme ainsi sa volonté de voir tout un chacun disposer d'un logement décent. Dans ce but, le gouvernement intervient directement par l'intermédiaire de la "National Housing Corporation" (Conseil National du Logement) et plus indirectement par l'entremise du Conseil Municipal de Nairobi ou par les aides financières au logement, grâce à la "Housing Finance Company of Kenya" (Compagnie Kényane de Financement du Logement).

Mais cette politique souffre beaucoup de l'absence d'une stratégie de développement clairement définie. Dans les années soixante, quelques problèmes sectoriels, comme le problème de collecte des ordures, la distribution de l'eau, le transport dans le centre ville sont bien étudiés par des commissions municipales, mais le manque de coordination des services et une vision étroite des sujets limitent considérablement la portée de ces études.

Dans le domaine si crucial de l'habitat, l'État et la municipalité tentent de répondre aux besoins de la masse des plus démunis en poursuivant deux grands types d'opérations :

- restructuration des quartiers spontanés qui n'ont cessé de s'étendre;
- renforcement de la politique de construction de logements sociaux bon marché.

Mais une fois encore, c'est une approche traditionnelle, quasiment coloniale, de lotissement qui est menée. La politique publique de l'habitat se révèle rigide et les standards minimum de constructions de la municipalité s'avèrent être supérieurs à ceux jadis exigés par le pouvoir colonial : au moins 2 pièces d'habitation; cuisine et/ou équipements de cuisine; eau courante et W.C. internes (KABAGAMBE, MOUGHTIN, 1983).

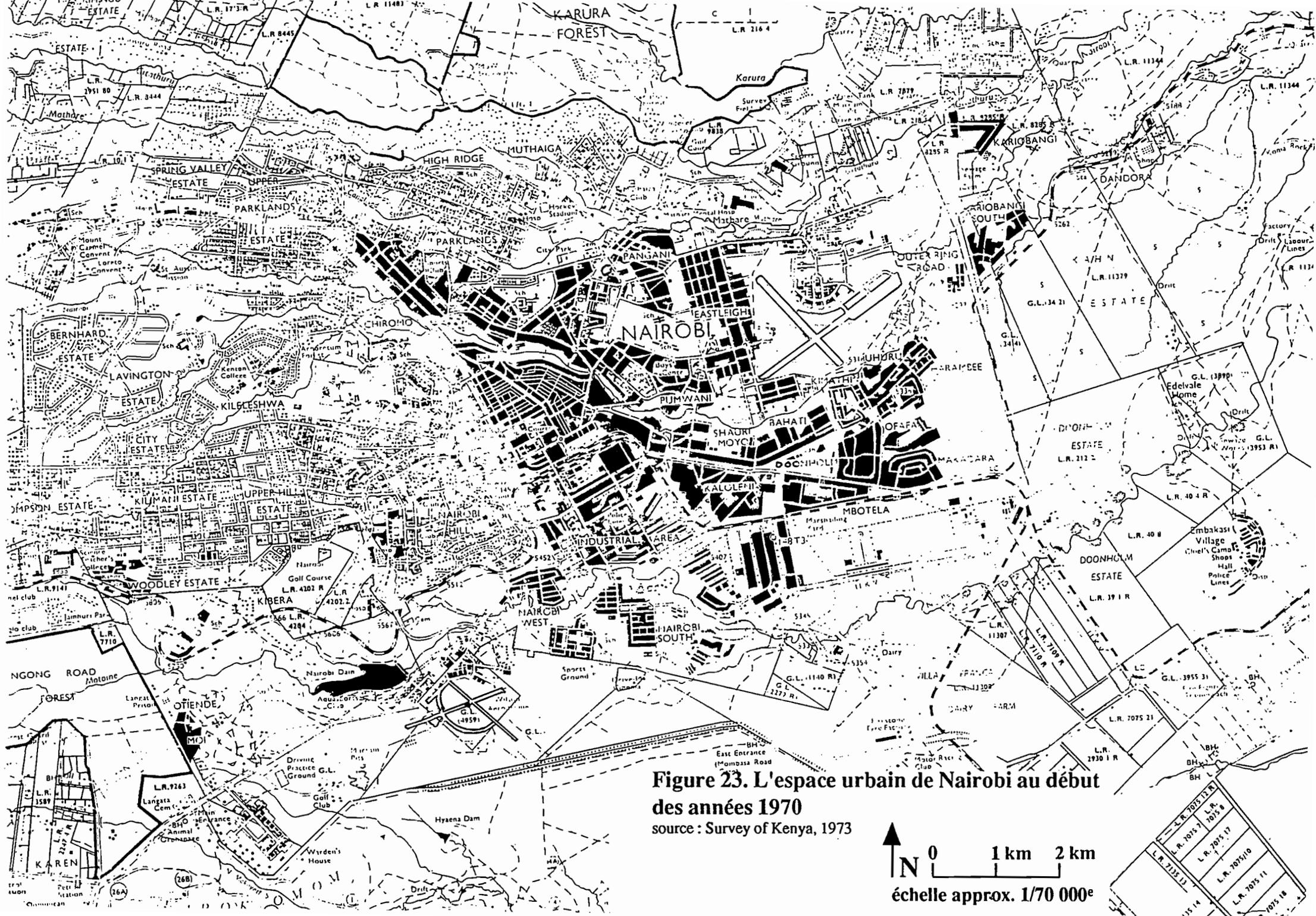
La municipalité de Nairobi a ainsi adopté dans un premier temps des programmes d'habitat de type "core housing". Dans ce modèle d'aménagement, la municipalité se charge de fournir les infrastructures de base du quartier ainsi qu'un équipement minimum sur chacune des parcelles : une cuisine; un sanitaire; parfois une pièce d'habitation. Mais les plus pauvres ont été ensuite bien incapables de compléter ce "noyau de base" pour répondre aux normes standards imposées par la municipalité. Les reventes de parcelles au bénéfice de ceux qui en possèdent les

moyens financiers sont donc nombreuses, ce qui dénature complètement l'esprit de ces projets.

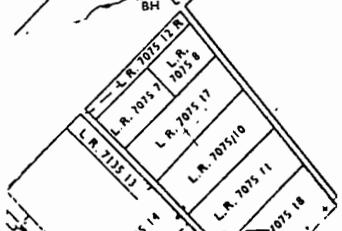
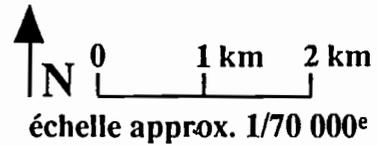
La municipalité a alors cherché à minimiser les investissements publics et à favoriser l'autoconstruction grâce aux programmes de "sites and services" (les trames d'accueil). Les dépenses par parcelle sont inférieures à celles engagées pour les projets précédents et l'autoconstruction des logements par les bénéficiaires de l'opération doit en être en mesure de les mettre à la portée des populations à faibles revenus. En 1964-1965, un premier essai est ainsi tenté : c'est le "Kariobangi Site and Service Scheme" qui prévoit le lotissement de 723 parcelles de 167 m<sup>2</sup> chacune sur un quartier spontané situé au nord-est de la ville. Mais la municipalité impose des limites de temps (6 semaines pour achever une structure temporaire) et un choix des matériaux (pas de carton ou autre matériaux de récupération pour les murs, ni de matériaux combustibles pour les toitures). Beaucoup ne parviennent donc pas une fois encore à respecter ces conditions d'octroi et se voient contraints de céder leur lots. D'autres enfin choisissent de revendre leur parcelle pour bâtir illégalement à proximité d'une zone d'emploi. Ce genre de problème se retrouvera dans l'ensemble des projets de ce type qui seront par la suite entrepris, aussi bien lors de la rénovation en 1964 du véritable bidonville qu'est devenu Pumwani, que lors de l'aménagement par la municipalité du quartier de Uhuru Estate, toujours dans la périphérie est de la ville.

### *les années 1970 : les tentatives d'interventions des grands organismes internationaux*

Ainsi, les politiques municipales et nationales poursuivies sont loin de satisfaire, en termes d'autorisation légales de constructions ou d'infrastructures, une demande en constante augmentation. La politique d'habitat ne parvient pas à résorber le fossé qui va croissant entre l'offre publique et la demande, même si certaines réalisations ont contribué à améliorer les conditions de vie dans certains quartiers illégaux. En 1972, alors que la population de Nairobi est estimée à plus de 600 000 personnes, le déficit de logements "planifiés" atteint pour sa part près de 60 000 unités (KABAGAMBE, MOUGHTIN, 1983). Cela entraîne obligatoirement une envolée des prix des logements et des loyers que n'accompagne aucune hausse comparable des revenus des citoyens. La frange la plus pauvre (en constant gonflement) de la population voit de



**Figure 23. L'espace urbain de Nairobi au début des années 1970**  
 source : Survey of Kenya, 1973



ce fait les programmes de lotissement qui lui sont destinés lui échapper toujours davantage. Cela est d'autant plus dur pour eux qu'il a été mis un terme, en 1970, à l'obligation pour les employeurs de loger leurs personnels.

Face à cette situation, les grands organismes internationaux de financement ou de coopération bilatérale ou multilatérale, qui n'étaient impliqués jusque là que dans des programmes de développement rural, se décident à intervenir dans le domaine urbain.

L'absence d'un cadre d'action concerté, d'une véritable politique globale d'aménagement, se fait ainsi particulièrement ressentir dans la capitale. De fait, le Plan Directeur réalisé en 1948 sert encore de référence, mais il ne traite que des problèmes du centre ville, alors que la municipalité doit maintenant gérer un territoire et une population qui ont été dans les deux cas multiplié par 6 ou 7 depuis l'après-guerre!

Sous l'égide de la Banque mondiale et du PNUD, une nouvelle tentative de planification, la Stratégie de Croissance Métropolitaine pour Nairobi ("Nairobi Metropolitan Growth Strategy" ou "NMGS") est alors entreprise par un groupe de travail international. Achevée en 1973, l'étude sur la NMGS préconise plusieurs grands objectifs, dont une densification et une amélioration de l'existant, notamment au niveau des équipements qui sont très en retard sur la croissance démographique, une déconcentration du CBD par création de zones d'emplois satellites et une urbanisation périphérique en corridor de développement le long de grands axes de circulation.

Mais les organismes internationaux entendent également peser sur les stratégies de construction ou de rénovation de l'habitat, notamment la Banque mondiale qui est en mesure d'influencer fortement le gouvernement central kényan et la municipalité de Nairobi dans la définition d'une politique du logement réaliste en faveur des populations à faibles revenus qui constituent une part de plus en plus prépondérante de l'ensemble des habitants de la capitale. Deux grandes opérations de lotissement sont ainsi lancées vers le milieu des années soixante-dix : ce sont les projets de Dandora, financé par la Banque mondiale, puis de Umoja que l'on doit à l'USAID.

Le grand projet de la Banque mondiale à Dandora, situé à une dizaine de kilomètres au nord-est de la ville, constitue une étape supplémentaire dans la résolution du problème de l'accès au logement par les plus démunis. Cette opération d'aménagement qui débute en 1973 et qui fait partie des plus grands projets de parcelles assainies ou trames d'accueil financés par la Banque mondiale, conduit au lotissement et à la réalisation d'infrastructures minimum sur une zone précédemment occupée par un habitat illégal. Mais le projet de la Banque va très rapidement se heurter au manque de "souplesse" des autorités qui rechignent à modifier les normes standards imposées dans la construction. Dès lors, Dandora connaît les mêmes mésaventures que les opérations d'habitat menées jusque là : reventes illégales des parcelles; spéculation sur les lots; détournement d'une grande partie du projet initial au bénéfice de la classe moyenne qui trouve là un bon moyen de se loger à moindre frais (KABAGAMBE, MOUGHTIN, 1983).

L'opération d'habitat Umoja 1, localisé à 10 km à l'est du centre ville, est conçue dans le cadre du second projet urbain mené au Kenya et financé grâce à l'USAID. Le projet, destiné aux ménages à revenus faibles ou moyens susceptibles de devenir propriétaires, démarre en 1975 et se termine trois ans plus tard; 3 000 lots d'une superficie moyenne de 100 à 120 m<sup>2</sup> ont été cadastrés. Une fois encore, les standards requis pour les infrastructures sont élevés : voirie goudronnée; réseau d'assainissement (eau de pluies et eaux usées); électrification de l'ensemble du quartier. Les logements sont à un seul étage et peuvent être livrés complets ou partiellement équipés suivant les moyens financiers des ménages. Dans tous les cas, la construction (souvent achevée par le futur propriétaire) doit comporter une fois terminée : 3 pièces principales; une cuisine; une douche et un W.C. (LUSUGGA KIRONDE, 1992). Comme on peut l'imaginer, les conditions imposées vont une nouvelle fois considérablement limiter la portée et l'efficacité de cette nouvelle opération d'aménagement qui se révèle toujours aussi peu appropriée face aux très faibles possibilités financières de la plus grande partie de la population.

D'inspiration nationale ou internationale, les politiques d'habitat qui sont successivement menées sont donc bien loin de constituer une réponse satisfaisante au dramatique problème de logement des plus pauvres qui connaissent toujours autant de

difficultés pour accéder légalement à une parcelle ou à un toit. Leur contribution reste faible eu égard au volume de la demande et elles sont de plus très souvent détournées de leur objectif prioritaire par la revente des titres de propriété, le phénomène de sous-location et l'appropriation massive de lots par des spéculateurs sans scrupules.

D'autre part, malgré la création au sein du Conseil Municipal d'un Département d'Architecture et d'Urbanisme pour gérer son fonctionnement, la Nairobi Metropolitan Growth Strategy ne sera jamais officiellement adoptée. Ses effets sur la manière dont la ville se développe seront donc très limités. Le schéma général de ségrégation socio-spatiale est maintenu et la croissance de la ville continue de s'effectuer sans véritable planification d'ensemble ni cohésion. Elle s'accomplit plus ou moins spontanément et de plus en plus souvent, loin du centre ville (MEMON, 1982).

### *les années 1980 : l'omniprésence de l'habitat illégal*

#### - l'échec consommé des politiques d'habitat publiques

Avec les années, la situation générale du secteur immobilier a continué à se dégrader dans la capitale, le fossé s'élargissant encore davantage entre le stock légal de logements disponibles et les besoins croissants exprimés par la population. En 1983, KABAGAMBE et MOUGHTIN estiment ainsi à 12 000 unités par an le nombre de constructions qui seraient nécessaires pour satisfaire la demande (dont 60 % destinés aux classes à faibles revenus). Or, ce sont seulement 1 200 à 1 300 logements "légaux" qui sont alors proposés chaque année et ce, depuis le début des années soixante...

60 à 70 % de la population ne peut donc accéder à la politique d'habitat menée par l'État ou la municipalité, et les prêts de la Compagnie Kényane de Financement du Logement ne sont abordables que par les personnes ayant un niveau de vie relativement confortable. Même les programmes de parcelles assainies conduits par la Banque mondiale et les autres organismes internationaux s'avèrent, nous venons de le voir, hors de portée du plus grand nombre.

Cet échec constant des politiques officielles du logement et le maintien de standards

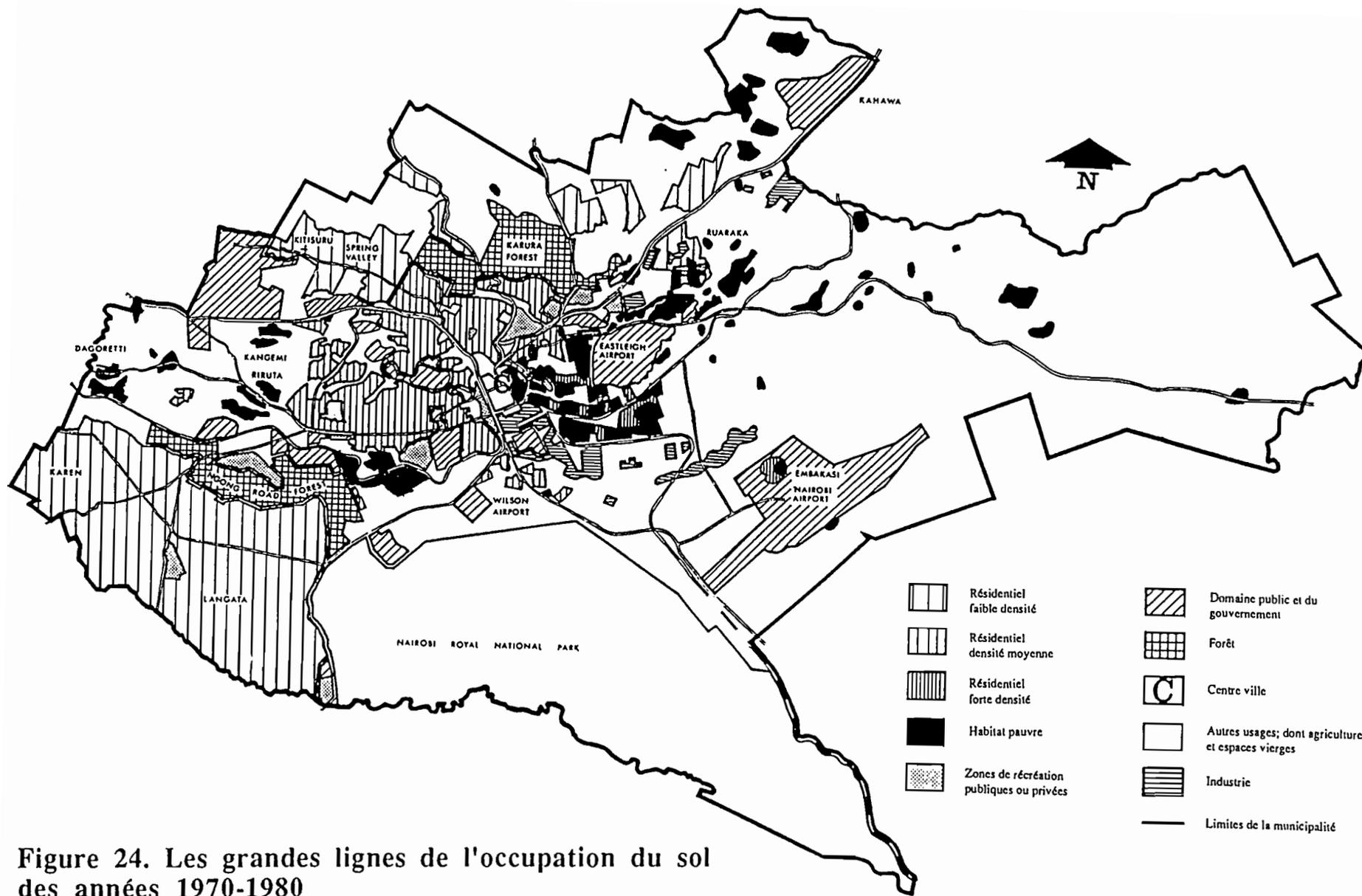


Figure 24. Les grandes lignes de l'occupation du sol des années 1970-1980

source : MORGAN, 1967; MEMON, 1982

inappropriés et rigides ont inévitablement conduit à une multiplication des implantations illégales, mais aussi au développement considérable du secteur privé de la location, et de la sous-location, qui est devenu avec les années une véritable "industrie" contrôlée par tous ceux qui possèdent le capital et l'organisation nécessaires pour se lancer dans cette activité bien souvent informelle. Le "marché parallèle" de l'immobilier et du foncier prend de fait de multiples formes car l'illégalité de la situation dans laquelle se trouvent plongés les individus à la recherche d'un toit est plus ou moins critique suivant le statut foncier du sol, l'"envergure" des acteurs et le type des aménagements.

L'occupation légale du sol reste de fait soumis à l'attribution d'un titre de propriété remis par la Commission des Sols ("Lands Commission"). Lors de l'indépendance, le statut foncier de Nairobi ne fut pas bouleversé, les nouvelles autorités nationales s'étant engagées à ne pas remettre en cause cette part de l'"héritage colonial". Les titres privés et les baux emphytéotiques contractés avant 1963 furent dès lors respectés, les terrains de la Couronne Britannique étant pour leur part versés dans le domaine foncier national sous le nom de "Government Land". En 1976, sur l'ensemble du territoire de la municipalité, 549 km<sup>2</sup> appartenaient encore au domaine de l'État, le reste, soit 135 km<sup>2</sup>, étant constitué de terrains privés (FOUCHER, 1984).

Mais disposer d'un titre foncier ne suffit pas bien entendu, pour se lancer dans la construction d'une habitation personnelle ou destinée à être louée. Tout aménagement d'une parcelle par un promoteur privé reste en effet régi par les normes et réglementations d'urbanisme et de construction de la municipalité. Pourtant en 1983, près de 30 % de l'habitat de Nairobi était classé comme illégal et se situait en dessous des normes standards légales imposées dans la construction et dans la définition du cadre de vie (densités, adduction d'eau, assainissement, ...). On peut noter ici que la distribution de l'eau constitue de ce point de vue une des plus graves et constantes préoccupations des pouvoirs publics, l'alimentation en eau potable se révélant précaire sinon dangereuse pour une majorité de citoyens (ANGOT, 1990).

En 1987, la moitié de la population de la capitale (estimée alors à 1,2 million

d'habitants) se trouvait au niveau du seuil de subsistance, et cette proportion semble condamnée à s'accroître davantage (KUPFER *et al.*, 1987). On comprend dès lors que la municipalité "accepte" bien souvent de fermer les yeux sur nombre de pratiques illégales, car elles constituent une véritable soupape de sécurité au problème gigantesque et toujours non résolu, du logement des plus pauvres. De ce fait, si le taux de croissance de la ville entière s'établit aujourd'hui aux alentours de 6 % par an, la ville "spontanée" gonfle, elle, près de deux fois plus vite, avec des taux qui avoisinent 12 % par an. Passées de 10 % du parc des logements en 1960, à près de 40 % en 1985, les implantations non autorisées pourraient donc atteindre les 80 % à la fin du siècle (CHAMPAUD *et al.*, 1993).

#### - les "extensions" des quartiers planifiés

Une grande partie de la population de la capitale ne peut aujourd'hui éviter d'avoir recours au marché privé de la location. Mais les "loueurs" sont loin de toujours détenir les autorisations (titres fonciers, permis de construire) qui leur permettraient d'aménager légalement. Ils n'en construisent pas moins des "modules d'habitation" plus ou moins "élémentaires" qu'ils proposent ensuite à la location. Les risques de voir alors leurs investissements brusquement détruits lors d'une action "intempestive" de la municipalité existent. Toutefois, ces interventions publiques sont suffisamment rares, et les retours d'investissement rapides (de 2 à 4 ans) pour expliquer l'explosion de ce secteur. L'exemple de ce qui se passe à Umoja 1, lotissement financé par l'USAID et dont nous avons déjà parlé, peut être ici étudié.

Le terme d'*extensions* est utilisé à Nairobi pour désigner les constructions, généralement destinées à la location, qui ont été rajoutées par les propriétaires sur leur lot en supplément du bâti légal originel. Ce procédé, la plupart du temps illégal, connaît un développement constant aussi bien dans les quartiers planifiés destinés aux classes moyennes et pauvres comme Umoja, mais aussi Dandora et Buru Buru, que dans des lotissements réalisés pour la classe moyenne supérieure, tels Plainview, Ngumo et Golf Course, tous trois situés au sud de la ville près du Parc National. De fait, et contrairement à ce qui était prévu à l'origine, 70 % des résidents de Umoja 1 étaient en 1983 locataires, ce qui ne semble pas constituer une

exception mais plutôt une règle dans les zones de "sites and services". Dandora 1 (financé, comme nous l'avons vu, par la Banque mondiale) comptait pour sa part près de 75 % de locataires à la même date.

L'étude réalisée en 1991 par LUSUGGA KIRONDE (1992) dans le lotissement de Umoja 1 montre que plus de 39 % des lots présentent aujourd'hui des constructions supplémentaires. La plupart de ces logements, construits à côté ou au dessus de la maison d'origine, offrent deux pièces principales, une cuisine et un sanitaire. Pour le propriétaire de la parcelle, qui rembourse lui-même 280 Kshs (l'équivalent de 10 dollars US) à la municipalité et qui vit parfois dans un autre quartier, la location se révèle très lucrative. La demande locative ne faiblit pas en effet, surtout de la part de célibataires, de couples ou de petits ménages. Les loyers se situent en effet entre 1 500 et 2 500 Kshs par mois en 1991 (soit environ 54 à 89 dollars US) ce qui permet de très substantielles rentrées d'argent une fois que l'investissement a été amorti, généralement en moins de 4 ans.

Dans ce type de quartier planifié, les constructions illégales, bien que de bonne qualité et réalisées avec des matériaux durables, conduisent malgré tout à une élévation des densités contraires aux lois et à une dégradation de l'environnement du quartier dont les équipements et les infrastructures se révèlent assez rapidement sous-dimensionnés. Les extensions de Umoja avaient ainsi porté à près de 4 200 le nombre de logements disponibles dans le quartier d'Umoja 1, soit environ 1 200 de plus que ce qui avait été prévu à l'origine. Les problèmes posés par cette croissance "anarchique" n'ont bien sûr pas échappé à la municipalité. A ce propos, LUSUGGA KIRONDE indique qu'elle a commencé à s'en préoccuper dès 1983 et qu'elle a cherché à y mettre un terme. En juillet 1987, elle exigeait ainsi que toutes les extensions illégales soient démolies dans les 48 heures. Cet ultimatum ne fut évidemment pas respecté, sans que la municipalité ne se décide alors à intervenir pour faire appliquer sa décision... Cet aveu d'impuissance ne tarda d'ailleurs pas à entraîner une recrudescence des constructions illégales, les propriétaires n'hésitant plus dorénavant à surélever leur habitation d'un ou deux étages supplémentaires, convaincus qu'ils étaient de leur relative "impunité".

- le "chaos" des quartiers spontanés

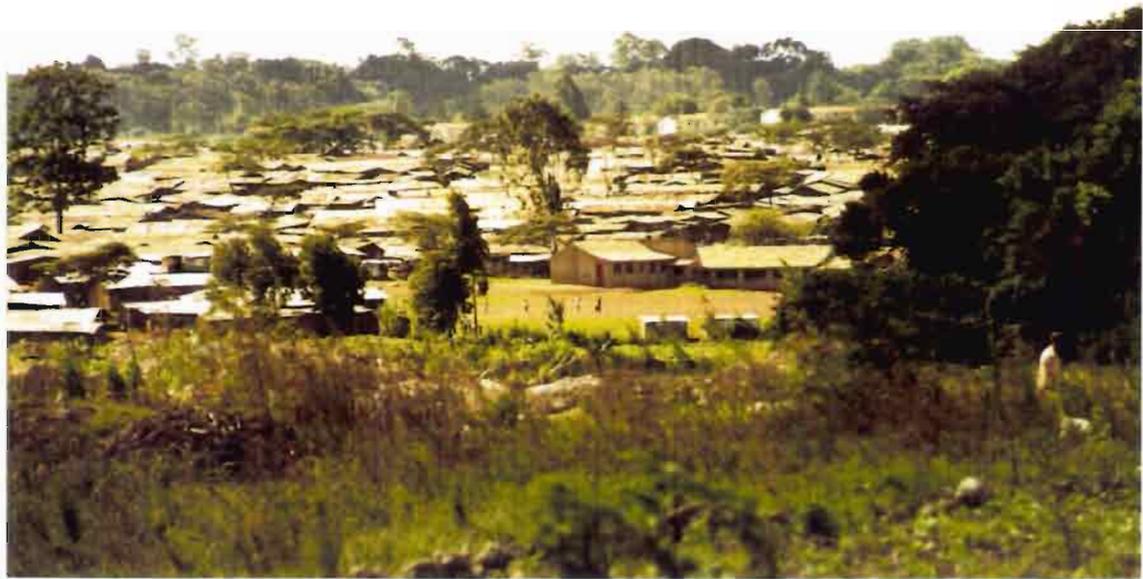
Le phénomène d'extension de l'habitat "irrégulier" se retrouve également dans les secteurs très peu ou pas du tout aménagés de la ville. Trois grandes zones de Nairobi sont principalement concernées : les "quartiers" de Dagoretti et de Kibera à l'ouest du centre ville, Mathare Valley à l'est. D'autres petites cités spontanées, disséminées dans le tissu urbain, existent également mais les problèmes qu'elles soulèvent ne sont pas aussi redoutables.

En 1978, 13,5 % des 800 000 habitants de la capitale résidaient dans l'un de ces quartiers non planifiés qui s'étaient étalés sur près de 362 ha. La densité moyenne se situait alors aux environs de 300 pers/ha. En 1987, c'est près de 20 % des 1,2 million d'habitants qui étaient contraints de vivre dans ces quartiers. La superficie de ces zones atteignait dorénavant 462 ha (soit environ 8 % de l'ensemble des zones résidentielles de Nairobi) et la densité grimpeait jusqu'au seuil inquiétant de 500 pers/ha, avec des pointes à 1 000, voire 1 500 pers/ha. (KUPFER *et al.*, 1987).

Ces trois zones de Kibera, Dagoretti et Mathare Valley illustrent de manière éclatante les insuffisances, les contradictions et les faiblesses des politiques d'habitat qui ont été menées depuis des décennies. Elles prouvent également que certains ont su tirer profit de ce "vide politique" et ont cherché, et souvent réussi, à s'implanter sur le marché toujours en expansion du logement des plus démunis qui, plus que jamais, restent les grandes victimes d'une politique du logement qui les ignore. Chacun de ces trois quartiers d'origine très diverse donnant un éclairage complémentaire sur l'étendue des problèmes, nous avons choisi de les présenter tour à tour.

*Kibera*

Situé au sud-ouest de la ville, à environ 4 km du centre d'affaires, Kibera est un très ancien quartier fondé en 1912 dans un endroit alors désert et dont l'emplacement originel (un peu moins de 2 ha) fut concédé par l'État à des soldats soudanais que l'armée venait de démobiliser. Jusqu'en 1928, date à laquelle le conseil municipal de Nairobi prend en charge l'administration de Kibera qui vient d'être intégré au territoire de la municipalité, celui-ci sera



a - un habitat très pauvre : Kibera



b - un quartier pour la classe moyenne : Nairobi-South

**Planche photographique 4. Deux visages de Nairobi**



directement géré par les autorités militaires qui réservent cette zone aux anciens soldats africains. Un peu excentrée aux limites de la municipalité, la zone connaît une extension quelque peu anarchique que les autorités publiques tentent, sans grands résultats, de maîtriser. De fait, dès 1933, une destruction graduelle de Kibera est préconisée. Cependant la "répression" tarde à venir et en 1948, on dresse encore une liste de toutes les habitations et le montant des compensations à verser aux personnes dont les maisons devront être détruites...

Mais durant les années cinquante et soixante, les terrains de cultures situés au sud et au sud-est de ce noyau originel vont être rapidement envahis par de nombreux paysans kikuyus, venus de l'ouest du pays car dépossédés de leurs terres par les bouleversements nés de l'insurrection Mau-Mau. Ne trouvant pas à se loger par les filières publiques, ils se rabattent très souvent sur Kibera où il est possible de louer une pièce à très bas prix. Les "pseudo-propriétaires" soudanais ont en effet très rapidement anticipé et développé le marché de la location "privée".

A partir de 1963, les nouvelles et vastes extensions de Kibera sont incorporées à la nouvelle Nairobi Area. Les terrains sont propriété de l'État, mais peu d'actions sont réellement engagées pour s'opposer à la poursuite du développement incontrôlé du quartier. Menant une politique de rénovation, la National Housing Corporation se lance néanmoins dans l'aménagement de quelques lotissements, ce qui se traduit par la destruction d'une partie de l'ancien bâti en banco. Parallèlement, la municipalité interdit toute nouvelle construction utilisant ce matériau. En 1970, elle tentera également, mais sans réel succès, d'imposer de nouvelles normes plus strictes de construction et d'aménagement, le quartier souffrant de multiples dysfonctionnements (CLARK, 1979).

En 1966, la population de Kibera est estimée à près de 10 000 personnes. En 1987, elle atteint 70 000 personnes, soit un taux d'accroissement proche de 11 % par an, presque le double de celui de la ville (KUPFER *et al.*, 1987). Toute cette population s'entasse désormais dans des milliers de pièces de location regroupées sur environ 160 ha. Mais le quartier ne semble toutefois plus être en mesure de s'étendre davantage car l'ensemble des terrains périphériques ont déjà fait l'objet d'un aménagement quelconque : des lotissements au sud; une retenue d'eau

(le Nairobi Dam) au sud-est; des lotissements destinés à la classe moyenne au nord-est; un terrain de golf, la voie de chemin de fer et des quartiers aisés au nord et enfin la forêt de la route du Ngong à l'ouest. La place encore disponible est donc très limitée et il y a plus que jamais urgence à y améliorer des conditions de vie qui se révèlent désastreuses. A la fin des années quatre-vingt, le département en charge de la planification au sein de la municipalité fut chargé d'étudier une restructuration du quartier. Cependant, il paraît évident que les démolitions du bâti devront être limitées si l'on veut que ce projet soit financièrement viable et accepté par les très influents "propriétaires", généralement absentéistes, qui travaillent la plupart du temps pour le gouvernement ou dans le secteur privé. Leur patrimoine immobilier y est de fait souvent constitué de baraques construites en bois et en tôle ondulée, et dans lesquelles ils proposent une dizaine de pièces de 10 m<sup>2</sup> à la location. Les réseaux d'eau potable, d'assainissement, la voirie, sont bien entendu insuffisants sinon inexistants. Cela est d'autant plus préjudiciable que l'environnement physique du quartier est mauvais, Kibera étant situé sur une pente et traversé ou longé par plusieurs cours d'eau qui gonflent et débordent en saison des pluies.

### *Dagoretti*

Ce deuxième grand quartier spontané de Nairobi commence, en ce qui le concerne, à une dizaine de kilomètres à l'ouest du centre ville et s'étend au delà des quartiers résidentiels aisés dispersés dans les collines. Jusque dans les années cinquante, Dagoretti, qui fait alors partie du district de Kiambu, est une zone à forte dominante rurale du territoire "réservé" des Kikuyus. Mais en 1952, à la suite de l'instauration de l'état d'urgence et de la mise en place d'une politique de déplacement et de contrôle des populations kikuyus, plusieurs "emergency villages" comme Riruta, Dagoretti et Kangemi, sont construits à cet effet dans ce secteur. Comme cela était prévisible, un phénomène d'urbanisation spontanée va rapidement se développer à la périphérie de ces premiers noyaux sous l'afflux des ruraux qui recherchent un emploi dans la capitale (MEMON, 1982).

La municipalité de Nairobi est d'autant plus opposée à une telle croissance qu'elle s'effectue aux portes de la ville et à proximité (menaçante) des quartiers résidentiels européens de Lavington et de Bernard Estate. Le conseil municipal ne parvient cependant pas à imposer

son projet de constitution d'une zone verte "tampon" ceinturant la ville sur une profondeur de 3 miles (environ 4,8 km).

En 1959, Dagoretti connaît de profonds bouleversements consécutifs à la réforme foncière qui précède l'indépendance du pays. De fait, si la "réserve" kikuyu dont fait partie Dagoretti est dans un premier temps transférée dans la catégorie des "Trust Lands" (espaces agricoles sur lesquels sont préservés les droits coutumiers), la mise en place de la politique de développement rural modifie très vite cette situation, la zone bénéficiant d'un haut potentiel agricole. Les droits coutumiers sont alors purgés lors de processus d'arbitrage ce qui autorise la division de l'espace agricole en lopins de terre privés. Ce développement de la propriété foncière individuelle va coïncider avec la très forte croissance démographique de Nairobi qui marque l'accession du pays à l'indépendance. Les facilités offertes par Dagoretti : relative proximité du centre ville; faibles densités humaines de cette zone agricole; bonne desserte et infrastructures; salubrité de l'environnement physique, rendent très vite le "quartier" très attractif aux yeux de tous ceux qui sont à la recherche d'un logement dans, ou autour, de la capitale. L'offre publique étant toujours en crise, surtout quand il s'agit de loger les pauvres, les propriétaires fonciers ne vont pas hésiter ici non plus à abandonner l'agriculture pour se reconvertir dans l'"industrie" nettement plus lucrative de la location.

Ils se lancent dès lors sur les parcelles qu'ils continueront toujours d'occuper (à la différence de Kibera) dans la construction de véritables "cages à lapin", baraques aux murs de bois ou de banco et aux toits de tôle ondulée. Chacune comprend de 5 à 9 pièces de 10 à 12 m<sup>2</sup>, une famille pouvant occuper 1 à 2 pièces. Les investissements, comme les loyers, sont peu élevés; l'amortissement, lui, est rapide : 1 à 2 ans maximum... Presque toutes ces constructions sont bien entendu illégales, les normes de construction n'étant pas respectées et les terrains n'étant que sommairement ou pas du tout aménagés (1 seul poste d'eau courante et une latrine par parcelle).

En janvier 1964, le quartier se retrouve inclus dans le nouveau périmètre de la municipalité (il obtient toutefois à cette occasion un statut particulier qui lui assurera une certaine indépendance jusqu'en 1974). Le conseil municipal tente alors d'imposer ici aussi ses projets d'aménagement de la zone qui est pensée selon le modèle anglais des cités-jardins. En

1970, elle s'efforce de même de fixer des normes d'habitat minimum : choix des matériaux de construction; adduction d'eau; présence de sanitaires sur chacune des parcelles... Mais ces résolutions ont toujours aussi peu d'effets. De multiples obstacles entravent de fait l'action des pouvoirs publics; au premier rang desquels on trouve notamment des luttes d'influence entre la municipalité et le conseil local; de nombreuses "complicités politiques" (dont celles de quelques membres influents des hautes sphères de l'État); la fragmentation des responsabilités et l'absence d'une réelle volonté. Les ressources financières sont également notoirement insuffisantes, la municipalité ne parvenant même pas à récupérer les taxes foncières. Dès lors, Dagoretti ne tarde pas à devenir l'une des plus vastes cités-dortoirs pauvres et incontrôlée de la capitale et sa population, qui ne comptait que 6 821 personnes en 1958, passe à près de 26 000 habitants en 1969, puis à 45 000 en 1974, et peut-être 175 000 à 200 000 personnes en 1990 (MEMON, 1982). La zone compte toutefois près de 2 500 hectares, ce qui permet une assez large dispersion de l'habitat. Aussi, seuls les noyaux villageois originels proches de la capitale sont réellement "surpeuplés" ; les densités (une moyenne de 552 pers/ha en 1982) y étant de 2 à 4 fois supérieures aux normes légales. Certains propriétaires n'hésitant pas à offrir jusqu'à 30 pièces sur leur parcelle (d'une superficie moyenne de 900 m<sup>2</sup>) sans que les aménagements soient dimensionnés en conséquence, on comprend que les besoins en équipements et en infrastructures soient énormes. Pourtant, ici aussi, les opérations de rénovation entreprises jusqu'à présent par les pouvoirs publics ou l'aide internationale ont été dans l'ensemble fragmentaires et bien insuffisants (KUPFER *et al.*, 1987).

### *Mathare Valley*

La dernière de ces grandes zones où prédomine l'habitat non aménagé se situe, pour sa partie la plus ancienne, au nord immédiat de l'aéroport d'Eastleigh, à environ 4 à 6 km du nord-est du centre-ville. Illégalement occupée à partir de 1961 par des immigrants pauvres qui gagnent la capitale à la suite de la levée de l'état d'urgence, elle n'a depuis lors pas cessé de s'étendre vers le nord-est sur près de 10 kilomètres, le long des rives de la Mathare et de la Githaturu. Les premiers noyaux villageois ont en effet très rapidement gonflé sous l'afflux des nombreux squatters, les premiers arrivants n'hésitant pas, malgré leur absence de titres fonciers

et leur non-respect des normes de construction en vigueur, à se lancer dans l'édification de baraques de pièces à louer, semblables à celles que nous avons décrites précédemment.

Mais le statut foncier de Mathare est aujourd'hui beaucoup plus confus que celui des autres zones spontanées; l'État, la municipalité, des privés ou même des "compagnies" se partageant l'ensemble de terrains de la zone. Ces dernières, qui n'ont aucun statut officiel car elles appartiennent totalement au "secteur privé", sont ici très présentes et leur "production immobilière" tend à devenir majoritaire dans le quartier. Les transactions de terrains sont de fait fréquentes, les compagnies achetant (légalement) un grand nombre de lots qui sont ensuite subdivisés entre les "actionnaires-loueurs". A la fin des années soixante, 7 628 pièces (de 6 à 8 m<sup>2</sup> et occupées en moyenne par 3 personnes) avaient été ainsi mises sur le marché de la location en moins de 16 mois par ces "sociétés immobilières" qui construisent toutefois sans que les logements, les infrastructures ou les équipements répondent aux normes exigées par les pouvoirs publics.

Principales victimes de cette appropriation des terrains par les compagnies ou les privés (la spéculation a été en grande partie encouragée par les pouvoirs publics), les squatters les plus pauvres sont constamment repoussés aux limites de la ville, vers d'autres squatts comme Korokocho et Kariobangi situés quelques kilomètres plus loin vers le nord-est. Ils y louent une nouvelle fois leur logement ou construisent eux-même leur habitation avec les matériaux de récupération dont ils peuvent disposer : plaques de tôle; cartons; morceaux de plastique; ..., ce qui fait de ces zones périphériques de véritables bidonvilles dans lesquels les conditions de vie sont désastreuses. KABAGAMBE et MOUGHTIN (1983) décrivent ainsi Korokocho que le Département d'Aménagement Urbain et Régional de l'Université de Nairobi avait choisi comme terrain d'étude pour un projet de restructuration d'un quartier spontané.

Sur cette zone d'étude de 3,53 ha située sur des terrains de la municipalité (une opération de déguerpissement est de ce fait envisageable à tout moment), 2 800 personnes (soit 793 pers/ha) avait été décomptés. L'habitat y est décrit comme pauvre à très pauvre, la population s'entassant le plus souvent, dans les 702 "logements" recensés sur les 132 parcelles de la zone, à 4 personnes par pièce de 10 m<sup>2</sup>. Comme dans les autres quartiers spontanés de

Nairobi, les locataires, qui louent leur unique pièce à des "propriétaires" qui résident sur place, sont ici aussi majoritaires. Ils appartiennent cependant pour la plupart à la frange la plus démunie de la population qui vit en dessous du seuil de pauvreté. En ce qui concerne les équipements et les infrastructures, ils sont d'un niveau tout à fait insuffisant. Les "points d'eau" sont peu nombreux et l'eau doit être la plupart du temps payée au "propriétaire" du lot. De surcroît, il n'existe généralement qu'une fosse d'aisance pour les 4 ou 5 familles qui vivent sur une même parcelle, la rivière servant d'égout. Enfin, les déplacements sont rendus très difficiles à cause du mauvais état général de la voirie, les rues étant rares, étroites, tortueuses et non goudronnées ce qui les rend pratiquement impraticables en saison des pluies.

La situation générale des conditions de vie dans la zone de Mathare Valley est aujourd'hui, et plus que jamais, très critique. Le périmètre paraît en effet en voie de saturation rapide, 70 à 80 % du sol étant déjà construit. De fait, avec un taux de croissance démographique proche de 12 % par an, et ce pendant plus de 20 ans, la population de Mathare est passée d'environ 5 000 personnes en 1965 à plus de 60 000 à la fin des années quatre-vingt (KUPFER, 1987). Les densités sont par conséquent très fortes, MEMON (1982) citant déjà le chiffre de 1 600 pers/ha pour le tout début des années quatre-vingt. Malgré l'urgence de la situation, la restructuration de Mathare Valley paraît devoir se réaliser aussi lentement que celle des autres quartiers spontanés. De fait, les hautes densités atteintes dans de nombreux endroits constituent un premier obstacle de taille car il faut prévoir de reloger un grand nombre d'habitants, le déguerpissement effectué sans préavis et sans que soit prévu le moindre emplacement de recasement même sommaire ne constituant plus aujourd'hui une option "réaliste". De plus, et malgré leur désir toujours présent de voir disparaître ce type de quartier, les pouvoirs publics semblent rechigner à entreprendre de telles actions, de peur qu'elles n'encouragent et ne relancent le mouvement des implantations sauvages si les personnes en situation irrégulière se mettent à espérer qu'une reconnaissance "de fait" de l'occupation du sol se produise un jour ou l'autre. Ces mêmes pouvoirs publics paraissent craindre également que toute politique d'amélioration des conditions de vie dans ces quartiers ne se traduisent très rapidement par des augmentations de loyers qui profiteraient bien entendu aux "propriétaires" et

obligerait bon nombre de locataires à chercher ailleurs un hypothétique logement. Il n'est donc pas étonnant de constater que les projets de réhabilitation du quartier de Mathare entrepris par la Banque mondiale en 1980 aient été, face à cette somme de "contraintes", rapidement abandonnés.

*les années 1990 : quelles solutions pour stopper la dérive ?*

Ainsi, le problème posé par l'accession au logement des plus pauvres n'a pas été résolu, les réponses des pouvoirs publics n'ayant été que partielles et réalisées par à coup. Lors de notre passage à Nairobi, en 1991, un seul programme d'aménagement d'un quartier pauvre était en cours, et encore ne s'agissait-il que d'une aide à la Coopérative de Logement de Kariobangi sur l'initiative de l'USAID. En ce qui le concerne, le dernier programme urbain de la Banque mondiale visant à appliquer une approche plus large aux problèmes de l'aide au logement des populations défavorisées et de l'amélioration du logement n'avait pas été terminé. Des négociations ont été cependant menées pour lancer un nouveau programme centré spécifiquement sur l'amélioration des conditions de vie dans les quartiers spontanés pauvres.

Toutefois il semble plus que probable que les pouvoirs publics ne pourront faire l'économie de trois grandes décisions à même de modifier favorablement le développement du secteur de l'habitat pour tous dans la capitale :

- la plus importante de ces décisions serait probablement de donner la sécurité foncière à la masse des "pseudo-propriétaires" afin de les encourager à une amélioration significative du niveau de l'habitat. Les densités très élevées atteintes dans la plupart des quartiers illégaux doivent en effet pousser à une reconnaissance "de fait" de l'occupation du sol. Comme des opérations de restructuration seront par ailleurs inévitables, il serait bien venu que les pouvoirs publics reconnaissent ainsi un certain "droit au relogement" pour les déguerpis;
- dès le moment où ils ont choisi de ne plus prendre en charge l'habitat social, les pouvoirs publics ont également tout intérêt à soutenir le développement du secteur informel de la construction et de la location. L'action des "spéculateurs" (petits ou

gros promoteurs immobilier et foncier) devrait bien entendu être encadrée afin de limiter au maximum les "dérives" (aménagements anarchiques, corruption, fortunes rapidement bâties, ...) de tous ceux qui chercheraient à tirer une nouvelle fois profit d'une telle réforme en l'absence d'un contrôle suffisant;

- enfin, les autorités doivent adopter des attitudes beaucoup plus libérales et flexibles envers les normes standards et la mise en pratique de l'aménagement (même si quelques progrès ont été enregistré en ce qui concerne les normes des permis de construire et les délais d'obtention). De fait, on peut se demander parfois si les planificateurs comprennent vraiment le marché urbain sur lequel ils sont amenés à intervenir. Ainsi, ces derniers s'obstinent-ils à ne pas reconnaître les constructions qui ne répondent pas aux normes (ce qu'ils seront amenés à faire le plus souvent un jour ou l'autre, mais trop tard pour éviter certains dommages), sans se donner aujourd'hui les moyens de les combattre. Ils seraient donc plus avisés de soumettre les promoteurs à une "taxe" quelconque afin de se donner les moyens d'une mise à niveau des infrastructures et des équipements, problème qu'ils sont à l'heure actuelle bien incapables de résoudre correctement.

Dans l'attente d'un tel changement de mentalité, Nairobi demeure une ville dans laquelle la ségrégation résidentielle reste très marquée. *Raciale* pendant la période coloniale, la ségrégation est devenue *socio-économique* depuis l'indépendance. De fait, seule l'"élite" a véritablement changé, les notables africains ayant remplacé la minorité blanche. Ainsi, la structure spatiale de la ville coloniale a été conservé dans ces grandes lignes et on assiste au maintien très net de véritables "ghettos" renfermés sur eux-même. On voit donc coexister dans la ville des quartiers résidentiels très aisés et de misérables bidonvilles. Dans les quartiers de l'ouest, cette coexistence est même très "rapprochée" si l'on songe à la proximité de Kibera et de Dagoretti qui touchent littéralement les quartiers traditionnellement très aisés de cette zone.

De fait, Nairobi continue de subir les conséquences négatives qu'entraîne, depuis des décennies, l'absence d'une stratégie urbaine clairement définie et des instruments de sa réussite. Le seul plan existant, réalisé dans le cadre de la Stratégie de Croissance Métropolitaine de

Nairobi, date de 20 ans et n'a jamais été officiellement adopté. Privés d'un tel cadre stratégique, les interventions des pouvoirs publics sont dès lors souvent incohérentes et bien peu "imaginatives" (MANASSEH, 1983). Cette situation est d'autant plus préjudiciable que la grande échelle sur laquelle se produit le développement illégal rendra très délicate toute nouvelle tentative d'application d'une politique cohérente d'occupation des sols.

Dans un futur envisageable, la croissance de Nairobi se concentrera sur la grande périphérie, les zones urbanisées du "centre-ville" approchant de la saturation. Déjà, un développement considérable a eu lieu aux limites de la ville, et en particulier vers Athi River au sud-est, Limura au nord-ouest et surtout vers Thika au nord-est, ce qui donne naissance à des couloirs d'expansion (résidentiels et industriels) incontrôlés le long des routes qui mènent à ces villes, notamment dans le secteur de Ruaraka et de Roysambu sur la route de Thika. Bien qu'ils soient dans l'ensemble de faible densité, ces aménagements prennent graduellement plus d'ampleur et ils ont un effet substantiel sur le paysage et sur la demande en ressources et en infrastructures. Les défis à relever par les pouvoirs publics sont donc multiples et l'on peut raisonnablement se demander si ces derniers possèdent l'organisation et les armes pour pouvoir y répondre de manière adéquate.

### **3. LES ACTEURS DE LA POLITIQUE URBAINE**

A l'Indépendance, la Constitution qui fut adoptée instaurait un système parlementaire libéral et prévoyait une large autonomie des provinces nouvellement constituées. Toutefois, le régime politique évolua très rapidement vers un système beaucoup plus centralisé qui vit la consécration du parti unique et l'abandon du régionalisme (MARTIN, MARTIN, 1988). La capitale n'a pas échappé, bien entendu, à cette centralisation des pouvoirs de décisions.

En l'absence d'une mobilisation suffisante des ressources locales, les investissements publics qui représentent une part essentielle des moyens financiers, et donc d'action des collectivités locales, sont ainsi entièrement contrôlés par les divers (et nombreux) ministères centraux. Nairobi reste toutefois une ville doublement privilégiée du point de vue financier, comme capitale nationale bien sûr, mais également comme "capitale territoriale" des Kikuyus.

De fait, le territoire de l'ethnie dominante du pays (numériquement, et politiquement depuis 1963) commence aux portes même de Nairobi. Jomo KENYATTA, originaire de Kiambu à une vingtaine de kilomètres au nord de la ville, a ainsi systématiquement favorisé la capitale durant ses 16 années passées à la tête de l'État. Le Président ARAP MOI qui lui a succédé en 1978, et qui est lui originaire du nord de la Rift Valley, a cherché à mener, semble-t-il, une politique moins "déséquilibrée". La municipalité de Nairobi n'en recevait pas moins au début des années 1980, de 60 à 70 % des subventions gouvernementales, tout en représentant 60 à 65 % des dépenses municipales (FOUCHER, 1984).

## **A - Le rôle de la "Nairobi City Commission"**

Jusqu'en 1983, la municipalité de Nairobi (le "Nairobi City Council") était restée une instance élue par ses concitoyens. Mais le conseil municipal d'alors fut accusé d'avoir détourné des fonds (dépensés en "frais de fonctionnement") consentis par la Banque mondiale pour rattraper les retards pris depuis 1963 dans le financement et la réalisation des équipements urbains. Le gouvernement kényan, qui avait garanti l'emprunt, décida de ce fait de dissoudre la municipalité pour incompétence et corruption. Depuis lors, la capitale est directement administrée par l'État, via la nouvelle "Nairobi City Commission". Les commissaires municipaux étant directement nommés par le gouvernement central, toute véritable autonomie municipale disparaît.

La "Nairobi City Commission" qui a repris les principales fonctions de la municipalité dissoute est globalement responsable de la direction de l'urbanisme et de la gestion du fonctionnement journalier de la ville. Elle est notamment chargée de fournir l'infrastructure de base et les services tels que la voirie, l'approvisionnement en eau, l'assainissement et le ramassage des ordures.

Pour mener à bien ces différents objectifs, la nouvelle municipalité dispose de huit Départements, dont 4 ont des missions directement liées à la planification : le Département d'Urbanisme et d'Architecture; le Département du Lotissement de Dandora; celui de l'Eau et de l'Assainissement et enfin; le Département de l'Équipement.

Le Département d'Urbanisme et d'Architecture fut créé en 1973 pour mener à bien l'étude de la NMGS. Bien que l'étude n'ait jamais été adoptée, une carte d'occupation des sols par secteurs a été réalisée. Elle est depuis lors utilisée comme guide pour les grandes lignes d'aménagement qui sont du ressort du Département et sert de base à la structuration des activités des Sections de Planification et de Contrôle du Développement. La Section de Planification assigne à cet effet des utilisations spécifiques à des parcelles individuelles ou à de plus grandes étendues de terrain. Si un découpage en parcelles s'avère nécessaire, la Section de Topographie effectue une étude de la partie concernée et en dresse le cadastre. Celui-ci est alors soumis à l'approbation de la Commission des Sols du Ministère des Sols et du Logement, suite à quoi des titres fonciers sont émis. L'aménagement est alors réalisé par, ou pour, le propriétaire foncier sous réserve de l'obtention de permis de construire et, après réalisation, d'un permis d'occupation.

La couverture cartographique de Nairobi est toutefois tout à fait périmée car si le Département a la charge de produire les plans globaux pour la ville, en pratique, il n'existe pas de plans globaux, qu'ils soient de structure ou d'action. La Section de Topographie n'en est pas moins chargée de faire figurer, sur une série de cartes au 1/2 500<sup>e</sup> réalisée en 1972 par la Section d'Urbanisme et d'Architecture, tout nouvel aménagement ayant reçu un permis d'occupation. Cependant, comme nous l'avons déjà indiqué, une importante fraction des aménagements n'est pas conforme aux plans de la municipalité. La structure du développement même "officiel" de l'industrie, du commerce ou du logement prend de fait souvent une forme extrêmement désordonnée, particulièrement à l'est de la ville. De plus, la Section de Topographie a pris beaucoup de retard dans l'actualisation du cadastre, ce qui a pour principale conséquence qu'un nombre considérable des nouveaux aménagements n'a pas été répertorié. L'on peut donc s'attendre à ce que les constructions réelles soient en flagrante contradiction avec le plan par secteurs. Concrètement, cela signifie que la Section de Topographie fait souvent un travail inutile, étudiant la planification possible d'un terrain qui, en pratique, est déjà occupé.

Une remise à jour de la NMGS par le Département d'Urbanisme et d'Architecture de la

municipalité serait actuellement à l'étude. Ceci se ferait dans le cadre beaucoup plus large (bien que la mise à jour de la NMGS en soit un des objectifs principaux) du "Projet National d'Infrastructure des Transports Urbains ("National Urban Transport Infrastructure Project") qui serait financé par la Banque mondiale et supervisé par le Département d'Urbanisme du Ministère du Gouvernement local. L'obtention d'une cartographie de base récente est de ce fait une condition préliminaire manifeste.

Mais la municipalité de Nairobi souffre, comme beaucoup d'autres municipalités des pays en développement, d'un manque de communication et de coordination entre ses différents services. On peut à ce propos mentionner l'exemple du Département de l'Eau et de l'Assainissement qui a pu disposer, dans le cadre du projet de plan directeur des ressources en eau de Nairobi (financé par la Banque mondiale) d'une couverture aérienne de la ville prise en 1984-1985. Mais cette étude s'est faite sans que le Département d'Urbanisme et d'Architecture ne soit consulté, et sans que les cartes des zones urbanisées qui avaient été alors dressées ne soient mises à la disposition des autres Départements. A cela s'ajoute le manque de personnel et de ressources financières car bien que Nairobi bénéficie de nombreuses subventions gouvernementales, les montants des financements publics restent insuffisants pour mener à bien une véritable politique de logement et d'équipement. Le Département du Lotissement de Dandora qui est ainsi chargé de la création de logements dans la ville se trouve sans moyens d'actions. De ce fait, très peu de travaux substantiels ont pu être réalisés. Il n'est donc pas étonnant que les interventions de la municipalité sur l'urbanisme soient dans l'ensemble principalement "passives".

## **B - Les interventions des services gouvernementaux**

Dans l'exécution de ses diverses attributions, la municipalité est également assistée par différents services ministériels du gouvernement central.

Le Département de la planification physique ("Department of Physical Planning" ou DPP) du Ministère des Sols et du Logement, qui fut créé en 1966 et dont les fonctions étaient

jusqu'en 1989 rattachées au Département d'Urbanisme du Ministère du Gouvernement Local, est ainsi assez largement impliqué dans le développement de la capitale. Chargé de l'application de la planification, il est amené à réaliser des plans de "structure et d'action" pour l'ensemble des pouvoirs locaux du Kenya. Il produit ainsi des plans d'occupation des sols urbains à tous les niveaux, des grandes villes comme Nairobi ou Mombasa aux plus petits villages. Si le Département d'Urbanisme et d'Architecture de la municipalité reste chargé de réaliser les plans globaux pour la ville, le plan d'occupation des terrains publics de Nairobi demeure à la charge du DPP. Les directeurs des départements concernés de la municipalité participent de fait régulièrement aux réunions mensuelles organisées par ce Département.

Depuis que le DPP a été détaché du Département d'Urbanisme du Ministère du Gouvernement Local, ce ministère (en cours de réorganisation) qui supervise toutes les activités des agences de gouvernement locales ne joue plus qu'un rôle très limité vis à vis de Nairobi. Il n'en reste pas moins chargé d'approuver le budget de la municipalité bien qu'il ne soit pas responsable de son financement. De plus, suite à leur séparation, la démarcation entre les compétences et activités du Ministère du Gouvernement Local d'une part, et celles du Ministère des Sols et du Logement d'autre part, n'a toujours pas été entièrement clarifiée. La nature et le degré de leur collaboration ne sont donc pas clairs non plus, ce qui ne peut qu'affaiblir l'efficacité de leurs actions respectives.

Les conditions de logement de la majorité de la population de Nairobi et, en particulier, l'extension des quartiers spontanés pauvres posent d'autre part un problème permanent qui a récemment suscité la création d'un comité interministériel, le Comité Présidentiel sur l'Occupation des Sols ("Presidential Committee on Land Use"). Il est le résultat de conversations entre le Gouvernement du Kenya et les organismes de coopération sur un possible financement des améliorations à porter dans le domaine du logement. Les échanges n'en étant encore qu'à un stade préliminaire (au moment de notre étude, le comité ne s'était pas encore réuni) on ne sait pas encore quel service (ou services) sera (ou seront) responsable(s) de la mise en oeuvre des travaux d'amélioration du logement. Il est par contre évident qu'un tel programme ne peut commencer sans que soit réalisé un inventaire satisfaisant des logements

déjà existants, ce qui implique, là aussi, qu'une cartographie adéquate soit réalisée.

Les différents services qui ont en charge l'aménagement de la capitale se trouvent, nous l'avons vu, malheureusement confrontés à une absence de cartographie de base récente qui se révèle dramatique pour une cité de cette importance. De fait, les cartes actuellement disponibles sont en effet vieilles d'au moins 15 ans. Il n'est donc pas étonnant que plupart des personnes que nous ayons contactées lors de notre séjour sur place nous aient affirmé qu'une simple cartographie au 1/50 000<sup>e</sup> serait déjà extrêmement utile, pourvu qu'elle soit actualisée!

Face à un tel besoin, les images Spot sont-elles à même de répondre à cette attente ?

#### **4. L'OUTIL SPOT**

##### **A - images et moyens de traitements utilisés**

###### *a - les images*

Nairobi se situant dans une zone climatique qui voit l'alternance de périodes sèches et pluvieuses bien tranchées, l'acquisition régulière d'images-satellite dépourvues de couvertures nuageuses est *a priori* facilitée. Les données statistiques fournies par SPOT IMAGE confirment cet état de fait. Elles montrent en effet que 9 fois sur 10 - du mois de janvier au mois avril (tableau 5) - il sera possible de disposer d'une image ayant moins de 10 % de nuages. L'utilisation des images Spot dans le cadre d'un suivi régulier de la capitale kényane paraît donc largement concevable

Les scènes Spot que nous voulions acquérir dans le cadre de l'étude effectuée pour le compte de la CEE - projet qui a servi de base, rappelons-le, à cette thèse - devaient concilier plusieurs impératifs :

- contraintes posées par la constitution de couples d'images : nous voulions constituer des couples d'images (scènes multispectrale et panchromatique) permettant d'allier résolutions radiométrique et spatiale sur l'ensemble de chacune des aires urbaines;
- contraintes de dates : la mise en évidence des évolutions diachroniques d'une

agglomération nécessitait qu'un écart suffisant (au moins deux ans) existe entre les deux couples d'images. L'intervalle de temps était compris entre 1986 (année du lancement de Spot 1) et 1991 (date de l'étude);

- contraintes "techniques" : les images devaient également être dépourvues (autant que possible) de tout nuage sur la zone urbaine; être d'une bonne qualité radiométrique, et enfin, être acquises sous des angles de visée voisins et proches de la verticale afin de faciliter les recalages nécessaires aux différentes nécessités de l'étude.

Après interrogation du catalogue d'archivage des images Spot disponible à Toulouse, les scènes que nous avons choisi d'utiliser ont été les suivantes :

KJ (repérage géographique sur grille Spot)	mode	date	angle de prise de vue	élévation solaire	azimut
139-352	XS	10/02/87	vertical	+60.5°	+118.0°
139-353	Pan	03/03/87	09.4°W	+62.2°	+102.8°
139-353	XS	21/03/91	03.7°E	+65.8°	+87.2°
139-353	Pan	23/01/91	vertical	+59.1°	+127.5°

**Tableau 6. les images Spot utilisées pour l'étude de Nairobi**

Ces quatre scènes Spot sont celles qui répondaient le plus aux exigences que nous venons d'évoquer. L'ensemble des nos demandes n'a pu être toutefois entièrement satisfaite.

On peut ainsi constater que les scènes XS et panchromatique de chaque couple ne sont pas enregistrées le même jour : un peu moins d'un mois d'écart pour le premier couple (10 février et 03 mars); environ deux mois de décalage (23 janvier et 21 mars) pour le second. Dans les deux cas, cela aurait pu avoir une influence sur la "signification radiométrique" d'une intégration des données XS et panchromatique si les conditions climatiques, et donc l'environnement au sol (développement ou disparition de la végétation, etc.) avaient connu des changements conséquents durant cet intervalle de temps. Ce ne fut heureusement pas le cas. Les mois d'acquisition (de janvier à mars) - qui confirment l'existence d'une saison privilégiée pour la prise d'images de Nairobi - correspondent en effet à la période de transition entre un épisode

sec (la mousson du NE) et la saison des pluies principale qui dure jusqu'en mai et qui connaît des périodes sèches dans sa première phase. Les conditions "radiométriques" sont donc voisines d'une date à l'autre. Cette remarque est également valable pour la comparaison des deux couples entre-eux. Ceux-ci ayant été acquis quasiment à la même époque, la signification des comparaisons diachroniques mettant en évidence la dynamique urbaine en sera beaucoup renforcée.

Au delà de ces problèmes de dates, nous avons connu aussi quelques limitations dues aux images elles-mêmes. L'ensemble du tissu urbain de la capitale n'est pas en effet observable sur chacune de ces images.

Ainsi, si la scène XS de 1987 (scène entière de 60 km sur 60 km) compte moins de 5% de nuages sur toute son étendue, plusieurs d'entre-eux (et leurs ombres) ont malheureusement gêné l'observation de certains quartiers du nord-est de la ville.

En ce qui concerne la scène XS de 1991, ce ne sont pas les quelques nuages visibles dans la partie sud-est de l'image qui ont perturbé l'étude; la ville se situe en effet tout au nord de l'image. Trop au nord toutefois, puisque la ville s'en trouve coupée au niveau de Mathare Valley. Cela nous prive des informations (multispectrales) concernant une des zones les plus dynamiques de la capitale.

Les limitations qui nous ont été imposées par les images panchromatiques ont été d'un autre ordre. En effet, pour des raisons financières (5 villes devaient être étudiées), nous avons choisi d'utiliser pour ce type de scènes des mosaïques de 4 imageries fournies par la société AEsImages. Extraites d'une scène entière, ces mosaïques de 20 km sur 20 km nous permettaient de fait de couvrir, à moindre coût pour ce projet de recherche, l'essentiel des extensions urbaines. Nairobi étant une ville très étendue, il n'a pas été possible de couvrir entièrement l'ensemble de l'espace urbain. De fait, nous n'avons pu disposer des informations panchromatiques sur le nord de la ville en 1987, ni sur celle de la périphérie est en 1991.

Rappelons toutefois une fois encore qu'il s'agissait là d'un programme de recherche et que nous avons dû utiliser des scènes Spot déjà disponibles. Pour une véritable étude de la ville, une demande de programmation (pratique de plus en plus courante, sinon systématique)

permettrait d'acquérir des images dans laquelle l'ensemble de la ville serait accessible.

### *b - les outils du traitement d'images*

Le prétraitement de toutes ces images est le niveau 1B, niveau standard de correction assuré par la société SPOT IMAGE. Les corrections de base portées aux images brutes sont d'ordre géométrique (corrections des déformations systématiques introduites par la rotation de la terre, les effets panoramiques, l'angle de visée, etc.) et radiométriques (calibration des détecteurs). A condition de choisir des images suffisamment proches de la verticale, il ne s'avère pas nécessaire de commander des images disposant de niveaux de correction supérieurs.

Pour tous les autres traitements que nous avons nous-mêmes effectués (superposition d'images, réalisation de compositions colorées, calculs d'indices, essais de classifications, etc.), nous avons mis à contribution les moyens informatiques - très complets - de l'Unité de Télédétection et de Traitement d'Images (UTTİM) du centre ORSTOM de Montpellier. Nous décrirons ici brièvement ceux qui ont utilisés dans le cadre de ce travail.

L'essentiel de la visualisation et du traitement des images a été fait sur des stations de travail SUN disposant d'un système d'exploitation Unix, et sur des micro-ordinateurs de type PC pour quelques traitements particuliers. En l'espace de quelques années, les capacités de mémoire et les puissances de calcul, et donc les possibilités, de ces différents matériels sont devenues exceptionnelles.

Les logiciels de traitement d'images que nous avons mis en oeuvre ont été développés pour la plupart par des chercheurs ou des ingénieurs de l'ORSTOM. Le logiciel de visualisation et de traitement d'images "PLANETES" (doté des fonctions les plus courantes) a été ainsi développé par M. RAKOTO (RAKOTO, 1987). M. RAKOTO a également participé (aux cotés de B. LORTIC et de D. REMY) au développement de "CORRVISXY", logiciel de recalage d'images par scintillement. Ce logiciel nous fut particulièrement précieux pour juger de manière visuelle de la qualité des recalages. L'"habillage" de certaines de nos images a été rendu possible, très récemment, grâce au logiciel "OSIRIS" que l'on doit à D. LILLE. Enfin, le programme

"MICROTEIS" de J. NOEL nous a été fort utile pour "piloter" nos impressions d'images réalisées sur une Canon FP 510. Parmi les diverses imprimantes qui étaient à notre disposition, cette dernière offrait en effet la définition de "sortie-papier" qui correspondait le mieux aux besoins de ce travail..

Outre ce choix possible dans les imprimantes, l'Unité de Télédétection et de Traitement d'Images de Montpellier dispose de nombreux autres périphériques qui permettent d'effectuer le traitement d'images dans un "environnement" particulièrement favorable. Il compte de fait un dérouleur de bandes magnétiques; des lecteurs de disques optiques numériques et de CD-Rom pour l'acquisition, le transfert et le stockage des données; et un scanner couleur utilisé pour la numérisation des diverses données cartographiques, photographiques ou graphiques.

## **B - l'apport des images-satellite**

### *a - l'approche globale*

Pour mettre en lumière l'intérêt des images Spot, nous commencerons par présenter ici une composition colorée représentant un gros tiers de la scène multispectrale de mars 1991, soit une surface d'environ 45 km de long et 30 km de large (figure 25). Il s'agit d'une composition colorée standard, les canaux XS 1 (vert), XS 2 (rouge) et XS3 (infrarouge) étant respectivement codés en bleu, vert et rouge.

Sur ce premier document, Nairobi apparaît dans le quart nord-est (le bord de scène tronque les limites nord de la capitale). La ville se distingue grâce à ses teintes bleutées qui caractérisent généralement les zones bâties. L'image ayant été acquise en début de saison des pluies, les contrastes sont encore importants entre les collines boisées (végétation chlorophyllienne en rouge) - aujourd'hui largement colonisées par les zones d'habitat et les plantations de café ou de thé - et les surfaces desséchées, ou dénudées, de la Rift Valley et de la plaine Athi. La savane ou les cultures de sisal de la plaine Athi présentent de fait des teintes généralement plus claires (blanc, jaune ou vert), à l'exception de quelques périmètres presque noirs qui correspondent très probablement à des surfaces récemment incendiées. Sur la plaine Athi, la végétation verte se réfugie le long des différents cours d'eau qui drainent cet espace.

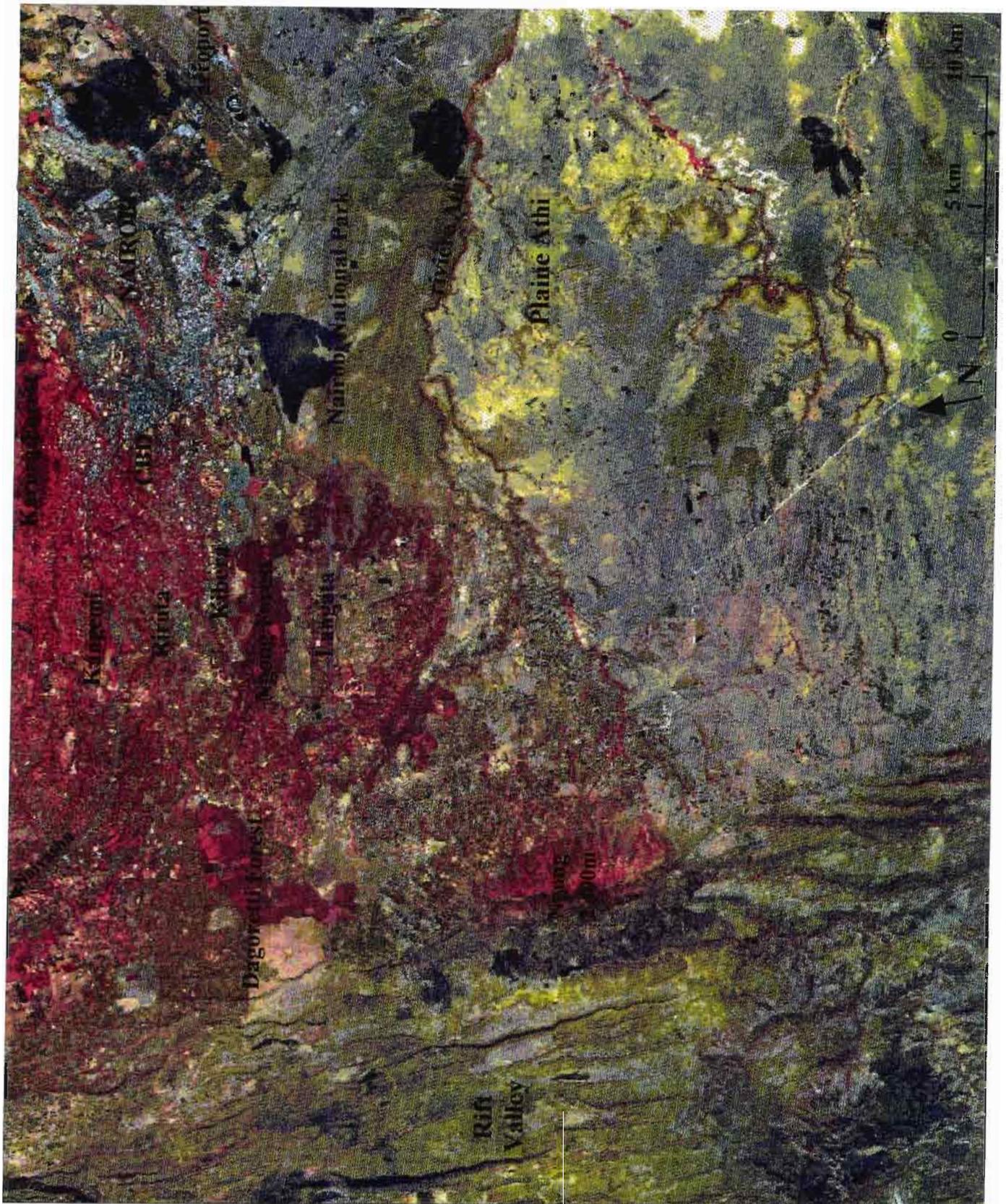


Figure 25. Le site de Nairobi vu par Spot  
composition colorée : XS 1, XS 2, XS 3  
scène du 21/03/91, résolution de 20 m, © CNES



Au vu de cette image, il n'est pas difficile de comprendre l'origine du site "historique" de la ville (à l'emplacement du CBD actuel). En effet, en limite des étendues "désolées" de la plaine, et avant d'aborder la descente dans le Rift encore plus "désertique" (le soleil étant à l'est, les escarpements du fossé d'effondrement sont nettement soulignés par les ombres portées), les vertes collines qui bordent le Rift offraient un site plus que propice à l'installation d'un peuplement européen dans cette partie du Kenya... Les riches quartiers résidentiels européens occupèrent donc naturellement ces collines, tandis que le reste de la cité se développait dans la plaine.

La forêt qui couvrait jadis les collines a largement disparu au profit des zones résidentielles et des terroirs agricoles (exemple de Langata au sud-ouest de la ville où l'on peut distinguer, à cette échelle, quelques traces du parcellaire). Il en subsiste toutefois quelques lambeaux comme Karura Forest et Dagoretti Forest, mais également sur les hauteurs du Ngong (2 460 m) qui est visible au sud-ouest de l'image.

Couvrant de vastes espaces, une scène entière Spot se révèle donc très utile pour étudier l'environnement d'une ville. Dans le cas précis de Nairobi, il serait ainsi possible de suivre l'évolution de la partie la plus précieuse de cet espace : les collines. Continueront-elles à porter une riche agriculture ou seront-elles bientôt grignotées par l'urbanisation que l'on devine ici très dense à Kangemi et Riruta (secteurs de Dagoretti) et le long de la route qui mène à Naivasha ?

### *b - l'espace urbain de Nairobi en 1991*

Pour étudier plus en détail la ville elle-même, nous avons focalisé notre attention sur une nouvelle extraction de la scène XS de 1991 (figure 26). Cette seconde composition colorée standard montre la ville dans sa presque totalité, depuis les zones d'habitat spontané de Kangemi et Riruta à l'ouest, jusqu'à l'aéroport international à l'est. Seule la partie nord de la ville ne peut être ici observée, la ville étant malheureusement située trop au nord de cette scène de mars 1991. Malgré tout, ce document nous permet déjà de nous faire une idée précise du développement récent de Nairobi. L'image amène de fait de nombreux renseignements qui n'existaient pas sur les documents cartographiques dont nous avons pu disposer, ces derniers

datant pour l'essentiel des années soixante-dix (figure 23).

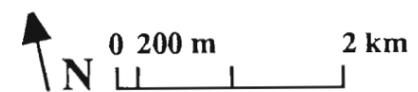
Comme pour toute composition colorée, les tons de couleur de ce document sont un compromis. Il est en effet presque impossible de parvenir à associer (simplement) les détails sur les zones de faibles luminances de l'image (les périmètres boisés par exemple) et ceux des fortes luminances (bâti récent comme à Kayole Estate). Faire ressortir les uns entraîne presque inévitablement l'"effacement" des autres. Ajoutons à cela que les tirages-papier les plus courants, et les plus financièrement abordables, dégradent également une bonne part de l'information accessible sur les écrans vidéo des stations de traitement d'images (ne parlons pas de la nouvelle perte des reproductions couleur...). Cela ne peut d'ailleurs que nous conforter dans l'idée de privilégier une photo-interprétation interactive sur écran, le document papier ne devant servir que de support final aux observations faites sur la station de travail.

Cette seconde composition colorée, qui est à une échelle d'environ 1/63 000<sup>e</sup>, permet de prendre toute la mesure de la ségrégation résidentielle, et sociale, qui marque encore l'organisation de l'espace urbain de la capitale du Kenya. L'opposition est en effet encore flagrante entre l'ouest et l'est de la ville, la "frontière" étant marquée par le centre ville (le CBD), coeur administratif et commercial. Sur les collines boisées de l'ouest, s'étendent les quartiers résidentiels aisés de Muthaiga, Parklands, Westlands et le très vaste ensemble de Upper Nairobi. Dans cette ancienne zone résidentielle de la minorité blanche, les densités du bâti y sont toujours parfois si faibles que les constructions disparaissent pour la plupart dans la végétation des superbes parcs qui les entourent (comme à Muthaiga, la plus "huppée", ou Lavington Estate). Seuls quelques points blancs (bâti) permettent parfois de lever les confusions possibles avec d'autres espaces boisés non résidentiels.

A l'inverse, la partie nord-est de la ville, pour l'essentiel l'ancienne "cité noire", se caractérise par une occupation du sol où les très fortes densité résidentielles s'expriment par des teintes bleu-vert soutenues. On remarque ainsi comme un long cordon continu partant de Kariokor, à l'est du CBD, et qui se prolonge vers le nord-est par Pumwani, Pangani, Mathare Valley et Dandora. De tels secteurs de très fortes densités résidentiels pauvres se distinguent toutefois également aux limites sud et ouest des quartiers résidentiels aisés de l'est.



Figure 26. L'espace urbain de Nairobi en 1991  
 composition colorée : XS 1, XS 2, XS 3  
 scène du 21/03/91, résolution de 20 m, © CNES



échelle approx. : 1/63 000<sup>e</sup>



On discerne ainsi clairement les quartiers spontanés de Kibera, Riruta et Kangemi qui ceinturent Upper Nairobi. La coexistence (peut-être demain explosive) de populations aux niveaux de vie très différents apparaît éclatante dans le cas de Kibera. Aux limites même de ce grand quartier pauvre surdensifié, la présence d'un très vaste golf (ils sont nombreux à Nairobi) peut sembler en effet assez choquante...

Signalons également que la plupart de ces quartiers spontanés pauvres n'apparaissent pas sur les cartes que nous avons utilisées pour ce travail. Nous n'avons trouvé aucun inventaire de ces quartiers, ni de renseignements sur leur étendue globale, ou des directions dans lesquelles ils s'accroissent. Une seule carte indiquait leur emplacement à l'aide de cercles de populations. Avec une telle image qui prend en compte les dernières évolutions du bâti, il devient possible de délimiter ces quartiers et d'en suivre l'évolution.

La poursuite de la "lecture" de cette composition colorée confirme à l'évidence que l'aménagement de Nairobi se traduit également par une grande consommation d'espace. La taille de la principale zone industrielle qui s'est développée vers le sud-est à partir de la gare paraît ainsi surdimensionnée quand on songe à l'activité industrielle de la ville (on note la présence de nombreux et très vastes bâtiments). La croissance de la zone industrielle se poursuit cependant vers le sud-est, à proximité de la route qui mène à l'aéroport international. Notons par exemple que la longue surface bleue, que l'on distingue au sud du premier grand virage de la route de l'aéroport, correspond à un vaste bâtiment et à une aire de stockage (bétonnée) de conteneurs.

Entre ce périmètre "industriel" du sud de la capitale et les zones résidentielles fortement peuplées du nord, se développe, dans cette partie de la plaine Athi, une zone d'habitat planifié. C'est le cas notamment des quartiers de Buru-Buru et de Umoja qui n'existaient pas au début des années 1970. A cette échelle, le vaste quartier de Buru-Buru est, constatons-le, difficilement identifiable. Sa teinte dominante vert-jaune se confond en effet avec les couleurs des espaces libres voisins de l'aérodrome militaire d'Eastleigh. De fait, la couleur des toits de tuile qui couvrent les habitations de ce quartier est radiométriquement très proche de celle des terres volcaniques rouges qui apparaissent dans la zone de l'aéroport. De même, il est possible de confondre le vert, vert très sombre de certaines surfaces (récemment brûlées ?) de la plaine

Athi avec ceux de secteurs bâtis comme Eastleigh ou Mathare Valley. Seule une analyse de la structure et de la texture des différentes zones peut permettre leur différenciation. A cette échelle, et avec un pixel de 20 m, ce n'est pas toujours évident. Un nouveau "zoom" sur cette partie de la ville va nous permettre de lever ces ambiguïtés.

### *c - l'urbanisation de la plaine Athi*

La volonté - affichée dans le cadre de la NMGS (la Stratégie de Croissance pour Nairobi) - de préserver les riches terres agricoles du nord et de l'ouest de la capitale, a poussé les pouvoirs publics à urbaniser en priorité la vaste plaine Athi. Les résultats de cette politique urbaine sont visibles sur une nouvelle composition colorée bénéficiant de l'apport du canal panchromatique. L'échelle avoisine ici le 1/34 500<sup>e</sup> (figure 27).

La réalisation de cette composition colorée "XS+P" de 1991 a rendu nécessaire le recalage des deux scènes entre-elles, l'image panchromatique étant choisie comme image de référence. Le recalage géométrique des canaux XS sur le canal panchromatique a été réalisé après avoir dupliqué les trois canaux XS à 10 m, et identifié une quarantaine de points d'appui homologues sur les deux scènes (croisement de routes, bâtiments, limites de parcelles, etc.). Les deux scènes ayant été enregistrées selon des angles très favorables (03.7°E - donc une visée légèrement vers l'est - pour la scène XS; acquisition verticale pour la scène panchromatique), la précision finale du recalage a pu être élevée. Nous avons utilisé pour cette opération un modèle de régression géométrique de degré 3 et un rééchantillonnage selon la méthode du "plus proche voisin" (cf. figure 12 b). La qualité a pu être mise en évidence grâce au logiciel de scintillement d'images "CORRVISXY" précédemment cité. De fait, en faisant alterner très rapidement la scène de référence et la scène rectifiée, les zones mal recalées se signalent par un "bougé" continu. En modifiant progressivement le fichier de points d'appui pour éliminer les "mauvais" amers, il est devenu possible de parvenir pour l'ensemble de la ville (nous n'en présentons ici qu'une partie) à un recalage qui avoisine généralement le pixel.

Le canal panchromatique recouvrant les plages de longueur d'onde des canaux XS 1 et XS 2, les deux types de données ont été alors combinées afin d'obtenir (selon la méthode



Figure 27. L'urbanisation de la plaine Athi  
 composition colorée : XP 1, XP 2, XS 3  
 scènes du 23/01/91 et du 21/03/91, résolution de 10 m, © CNES



décrite dans la Deuxième Partie, paragraphe 3 B b) les nouveaux canaux XP 1 et XP 2 qui mixent dorénavant résolution spectrale et spatiale. Re combinés au canal XS 3, ces canaux permettent d'approfondir davantage l'étude de Nairobi.

Cette image de la périphérie nord-est de la capitale souligne immédiatement tout l'intérêt de l'imagerie Spot pour les études urbaines. Au niveau de l'aménagement général de cette zone, deux observations préalables peuvent être faites :

- notons ainsi les contraintes posées par le réseau hydrographique qui coule SO-NE (Mathare river, Nairobi river, Ngong river, etc.), réseau souligné par la végétation luxuriante (végétation naturelle, cultures urbaines ?, en rouge vif) qui occupe ces bas-fonds humides. Les divers cours d'eau découpent en effet en plusieurs lanières les zones d'habitat, ce qui entrave inévitablement les communications entre les différents quartiers. Nous avons précédemment signalé que ces rivières pouvaient connaître de graves crues à la suite de pluies diluviennes. A voir l'importance de l'urbanisation le long de la Mathare, on peut imaginer les conséquences des inondations qui peuvent alors survenir...

- une autre observation que nous pouvons faire est l'obstacle à l'urbanisation que constitue, dans cette partie de la ville, l'aérodrome militaire d'Eastleigh. A proximité du centre ville, il y aurait là indubitablement l'espace de développer quelques lotissements bien venus!

Ce document démontre également combien les méthodes automatiques de classification peuvent être désavantagées dans le milieu urbain. Les confusions radiométriques possibles entre les différentes classes d'objet de l'image paraissent en effet multiples. Il semble en effet difficile de différencier uniquement par la couleur (donc les radiométries) certaines zones d'habitat comme Mathare et Makandara (en vert), ou Buru-Buru (en vert-jaune) d'autres surfaces, libres de constructions, qui ont à peu près les mêmes teintes.

Ainsi, comme nous l'avons déjà établi, une simple classification radiométrique serait ici peu efficace. Les canaux de Spot sont en nombre insuffisant et trop corrélés pour parvenir ici à une identification purement radiométrique. Comme preuve, nous avons calculé les matrices de corrélation existant entre les différents canaux de nos deux couples d'images (tableaux 7 et 8).

Canaux	XS 1	XS 2	XS 3	Pan
XS 1	1.00	0.94	0.48	0.79
XS 2		1.00	0.58	0.75
XS 3			1.00	0.25
Pan				1.00

**Tableau 7. Matrice de corrélation des 4 canaux de 1991 (sur partie commune)**

Canaux	XS 1	XS 2	XS 3	Pan
XS 1	1.00	0.95	0.21	0.86
XS 2		1.00	0.26	0.86
XS 3			1.00	0.17
Pan				1.00

**Tableau 8. Matrice de corrélation des 4 canaux de 1987 (sur partie commune)**

Ces deux tableaux confirment à l'évidence la très forte corrélation (autour de 95 %) qui existe entre XS 1 et XS 2. Les opportunités de différenciation des différentes classes spectrales sont donc réellement limitées. Dès lors, seules une connaissance de la ville et une prise en compte visuelle de la texture et de la structure (ces dernières sont encore mieux perceptibles sur la figure 28) permettent de résoudre certaines ambiguïtés. La photo-interprétation est dans ce cas presque irremplaçable. Elle seule permet de dire en effet que les surfaces de couleur verte à noire de l'est et du sud de la ville ne sont pas des zones construites (contrairement au "couloir" nord dont les très fortes densités de bâti - jusqu'à 80 % du sol est construit - donnent une texture presque homogène), et que les tuiles de Buru-Buru n'ont rien à voir avec certains espaces vides de l'aérodrome....

Pour en terminer avec l'avantage (actuel) de la photo-interprétation sur les classifications automatiques les plus courantes, nous dirons que la méthode automatique serait bien en peine

de regrouper en une même classe - celle des lotissements pour revenus faibles ou moyens - des quartiers de texture/structure proches mais de couleurs très différentes comme : Buru-Buru, Umoja, Dandora ou Koma-Rock. La classification des matériaux de toitures donnerait en effet : tuiles anciennes et tuiles neuves pour Buru-Buru et Koma-Rock; tôle ondulée ou plaques de fibro-ciment plus ou moins récentes pour les deux autres...

La photo-interprétation d'un tel document constitue donc une méthode efficace pour parvenir à une typologie de l'occupation du sol. Bien que n'ayant pas la résolution spatiale des photographies aériennes, ces compositions colorées permettent une bonne analyse de ces zones urbaines en pleine expansion. Une cartographie générale de la ville peut donc être envisagée pour servir de support à toute stratégie d'aménagement. Une autre question est alors de savoir si l'image-satellite permet de suivre la dynamique urbaine et de tenir à jour une précieuse cartographie de base ?

Nous avons déjà évoqué les "extensions" du bâti qui avaient cours dans les quartiers de Umoja ou de Dandora. Ces modifications, ces densifications, sont-elles repérables sur une période de quatre années, soit entre 1987 et 1991 ? C'est ce que nous avons tenté de voir en comparant les deux images panchromatiques.

#### *d - mise en évidence de la dynamique urbaine de l'est de la capitale*

Plusieurs méthodes s'offraient à nous pour mettre en lumière la dynamique urbaine (cf. la Seconde Partie, paragraphe 2 C b). Les compositions colorées diachroniques que nous avons expérimentées n'ont donné que des résultats peu concluants. De plus, et pour les nombreuses raisons que nous avons citées, nous n'avons pas réalisé de comparaisons d'images classées. Aussi, avons-nous choisi de tester une différence d'image sur les deux mosaïques panchromatiques, technique qui paraissait ici en mesure de répondre à notre attente.

Ces deux images panchromatiques ont été en effet enregistrées dans des conditions très similaires. Les angles de prises de vue sont peu différents et proches de la verticale, les élévations solaires et les azimuts sont voisins, enfin, l'"environnement" climatique est quasiment le même à quatre années d'intervalle.

Les deux panchromatiques ont donc été recalées l'une sur l'autre à l'aide d'une quarantaine de points d'appui, l'image de 1987 étant prise comme référence. Les vérifications de la qualité du recalage par scintillement d'images ont montré que celui était encore voisin du pixel sur l'ensemble de leur partie commune. Nous limitons ainsi une partie des causes d'erreur dans la détection des changements. Une comparaison d'image encore plus fiable aurait toutefois exigé que nous réalisions également des corrections radiométriques et atmosphériques complémentaires prenant en compte les (petites) différences d'angles de prises de vue et d'élévation solaire, ou les conditions atmosphériques (comme l'épaisseur optique de l'air) qui régnaient à l'instant de l'enregistrement des deux scènes. Nous n'avons pu effectuer ce type de corrections qui exigent des données (et des programmes informatiques) que nous ne possédions pas. Cependant, nous avons déjà souligné combien ce type de corrections (complexes) est délicat à apporter, mais aussi peu susceptible de bouleverser profondément les résultats obtenus. Avant de comparer les deux images, il a été toutefois procédé à quelques "vérifications" sur des surfaces témoins, en principe invariables, comme les eaux du Nairobi Dam ou des secteurs de la forêt de Karura. Nous avons pu alors constater que les valeurs moyennes de luminance de ces zones restaient très voisines, à quelques valeurs près, d'une date à l'autre. Il était donc possible de procéder avec le maximum de rigueur à la comparaison des deux images.

Les évolutions survenues dans la surface bâtie ont été mises en évidence à l'aide d'une "soustraction d'images". Comme les chantiers en cours et les nouvelles constructions ont, dans la plupart des cas, des réponses radiométriques supérieures à celles des surfaces qu'elles remplacent, les comptes numériques de l'image de 1987 ont été soustraits à ceux de 1991. Sur l'image des "différences" obtenues, un seuillage a été déterminé, la valeur 40 nous paraissant la plus à même de signaler les changements véritablement "significatifs". Toutes les valeurs supérieures à 40 ont donc été interprétées comme une extension des surfaces bâties. Ces valeurs ont été alors codifiées en rouge et incrustées sur l'image panchromatique noir et blanc de 1987 (les contrastes de cette dernière image ont été préalablement rehaussés). Nous présentons (figure 28) une partie de l'image obtenue. Ce document recoupe, pour la plus grande part, la zone déjà étudiée sur la composition colorée XS+P de la figure 27.



0 200 m 1 km 2 km

échelle approx. : 1/34 500<sup>e</sup>

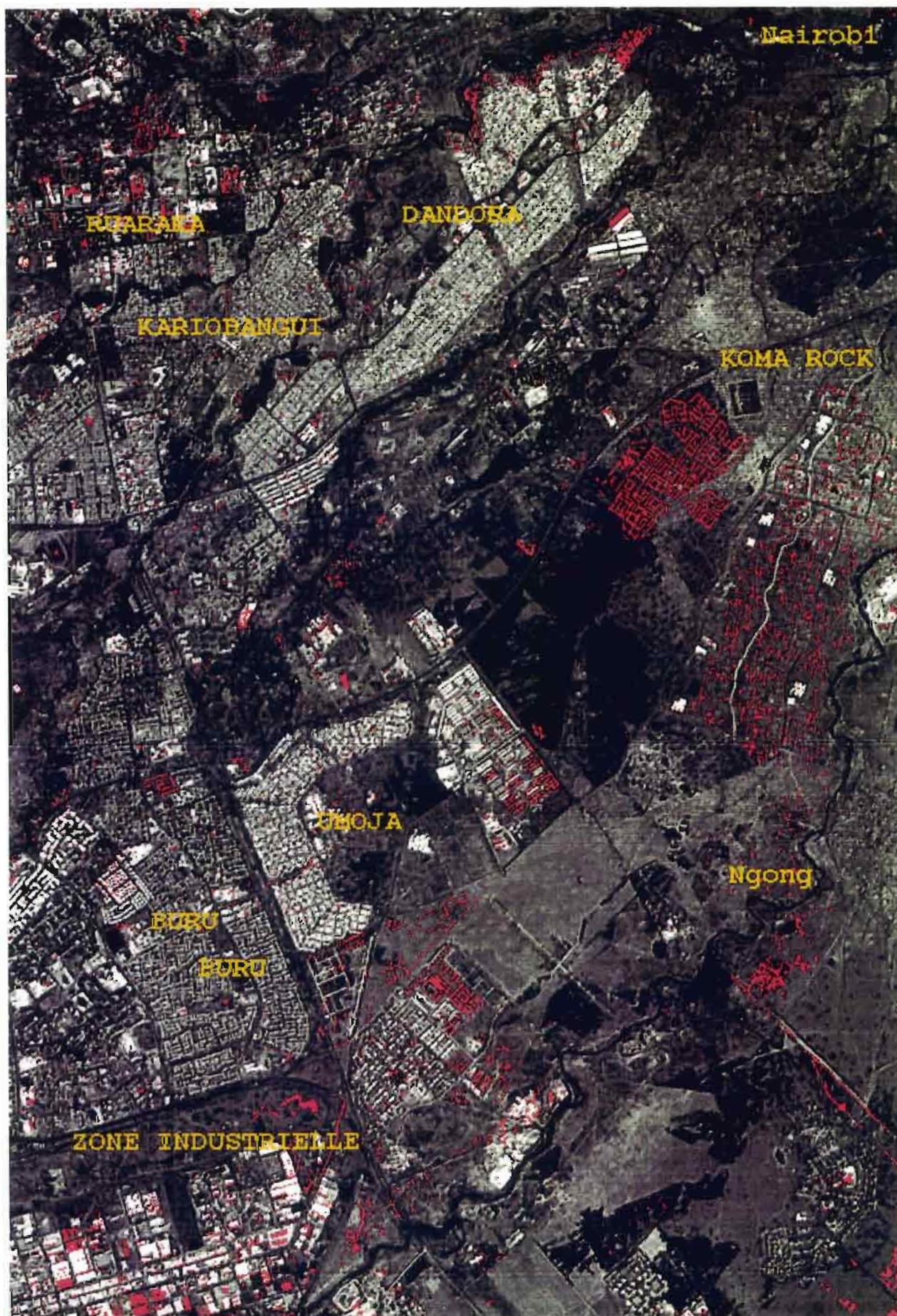


Figure 28. La dynamique urbaine de l'est de la capitale  
différence d'image, scènes panchromatiques du 23/01/91 et du 03/03/87  
résolution de 10 m, © CNES



Comme il est possible de le constater sur ce document, l'évolution, en quelques années, a été importante. De nombreux changements se repèrent ainsi nettement :

- on note l'extension du bâti au sud et à l'est d'Umoja et l'aménagement de nouveaux (et vastes) lotissements dans le secteurs de Koma Rock Estate;
- on peut constater également une extension spatiale conséquente de l'extrémité nord-est de Dandora, dans un secteur spontané le long de la Nairobi;
- plusieurs nouveaux grands bâtiments sont aussi identifiables dans la zone industrielle. De nouvelles voiries, et ce qui paraît être des surfaces de chantiers (surtout vers le sud-est) sont également visibles.

Il est bien évident que cette technique, simple, n'est pas en mesure de déterminer tous les changements. Le seuil "représentatif" qui a été choisi était ainsi peut-être trop élevé, et certaines évolutions nous ont alors échappé. Il n'en demeure pas moins que nous avons là un excellent guide de localisation des principaux secteurs en évolution. Plusieurs images élaborées selon des seuils différents, et une vérification conjointe sur le terrain, permettraient alors certainement d'interpréter puis de cartographier l'essentiel de ces nouveaux aménagements.

#### *e - l'extension démesurée de l'aire urbaine de Nairobi*

Pour souligner un peu plus l'intérêt des images Spot, nous terminerons notre "survol" de Nairobi par l'examen de la partie nord de la scène panchromatique de 1991 (figure 29). Sur ce dernier document qui couvre un secteur d'environ 15 km sur 6 km, les contrastes locaux ont été rehaussés grâce à un filtrage par convolution réalisé au moyen d'une fenêtre glissante de 3 sur 3 pixels (cf. Seconde Partie). La dynamique que nous avons retenue pour cette image a d'autre part été choisie pour faire ressortir les secteurs de fortes réflectances (les espaces bâtis ou en construction), au détriment des détails dans les zones de basse luminance (principalement les espaces forestiers ou agricoles).

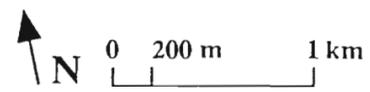
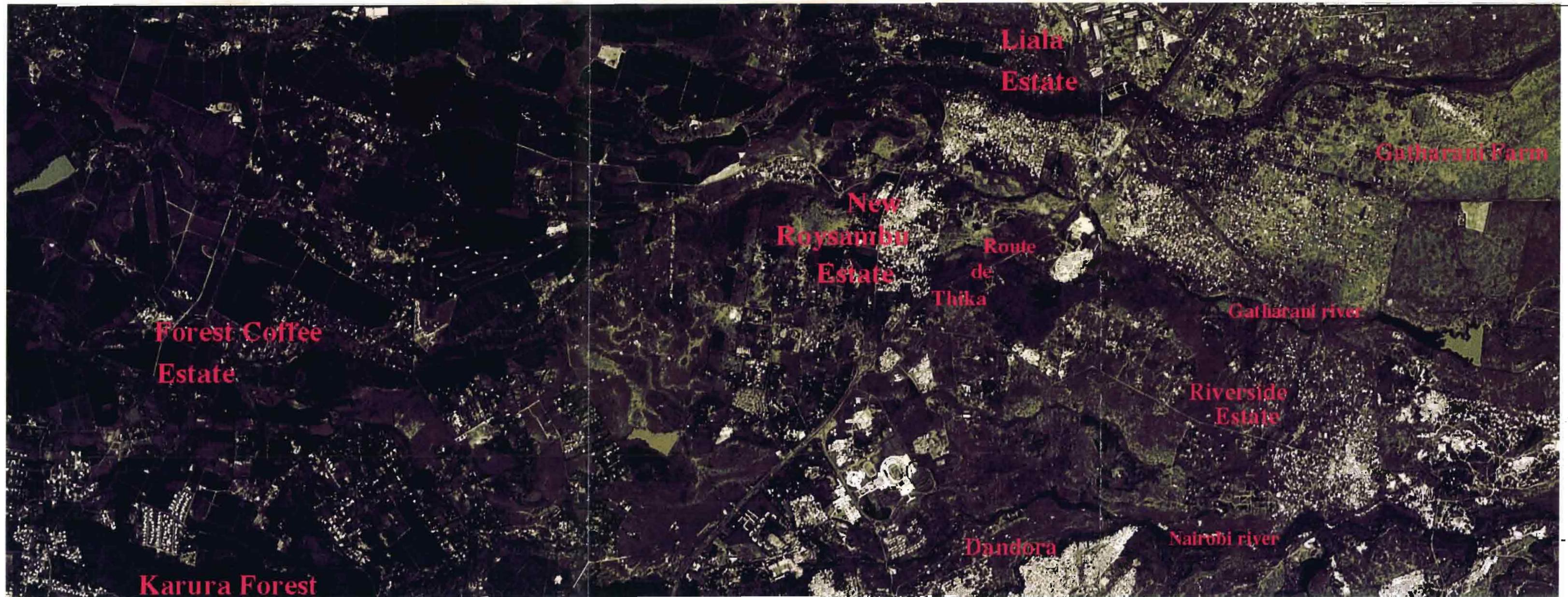
Les informations que donne ce document n'ont pu être recoupées par l'image panchromatique de 1987 que sur une petite frange sud. La mosaïque de 4 imagerie de 1987 ne

dépasse pas en effet de beaucoup le nord de Dandora (figure 28). Cependant, la vitesse d'évolution qui a été mise en lumière dans ce secteur laisse supposer qu'une grande partie du semis du bâti (points blancs) que l'on devine le long de la route de Thika, comme dans les secteurs de Liala Estate, Gatharani Farm ou Riverside Estate, est constitué de constructions récentes! On assiste donc bien là au considérable (et redoutable) développement de la grande périphérie de Nairobi. Ici aussi se développent de très vastes espaces (en grande partie "spontanés") dans lesquels les densités sont faibles au regard des infrastructures qui seraient nécessaires pour raccorder ces lointains secteurs aux réseaux de la capitale.

Mais les extensions résidentielles que l'on devine par ailleurs au nord de Karura Forest et dans le secteur de Forest Coffee Estate sont également très inquiétantes. La comparaison d'images montre en effet que les lotissements qui touchent Karura Forest n'existaient pas en 1987. Le mitage du riche périmètre agricole du District de Kiambu (juste au nord de l'image) continue donc de plus belle. Il marque l'échec patent de la NMGS et la disparition progressive des grandes parcelles des plantations de café, alors que cette dernière culture assure une des plus importantes rentrées de devises du Kenya.

Enfin, ce dernier document met également en lumière toutes les difficultés que l'on peut rencontrer pour définir la tache urbaine de ce type de ville. La "ville" est de fait généralement considérée comme une zone continue d'espace bâti, la limite des 200 m étant, nous l'avons vu, souvent adoptée. A l'échelle de notre document, voisine du 1/31 000<sup>e</sup>, 200 m représentent environ 6 mm. Devant un tel mitage (en évolution rapide), où doit-on situer les limites de l'agglomération ?...

En dehors de cette question de "principe", les images-satellite Spot nous semblent répondre, dans le cas de Nairobi, à l'attente de tous ceux qui désirent disposer d'une cartographie générale (jusqu'au 1/25 000<sup>e</sup>) de la ville. Qu'en est-il pour une autre ville comme Ouagadougou qui se situe dans un environnement différent et qui connaît d'autres formes d'urbanisme ?



échelle approx. : 1/31 000<sup>e</sup>

Figure 29.  
L'explosion de l'aire urbaine de Nairobi



## CHAPITRE 2. OUAGADOUGOU

### 1. OUAGADOUGOU : UNE TRÈS ANCIENNE CAPITALE

#### A - les contraintes de l'environnement physique

Située dans la zone climatique tropicale soudanaise, Ouagadougou est une ville sèche. Quelle que soit la saison, les températures y sont élevées : une moyenne de 25,5° C au mois de janvier; 32,6° C au mois d'avril. Le volume annuel des précipitations s'établit quant à lui autour de 860 mm. Ces pluies - venues du sud-ouest - se concentrent sur les mois de juin, juillet, août et septembre, le mois d'août étant le plus arrosé avec environ 250 mm d'eau (PERON *et al.*, 1975). La variabilité inter-annuelle des précipitations est toutefois ici aussi très forte. Lorsque plusieurs années déficitaires se succèdent, comme ce fut le cas de 1968 à 1973, les conséquences sont généralement désastreuses, en premier lieu pour le monde agricole qui continue de faire vivre la grande majorité des Burkinabès. Cela s'est toujours répercuté sur l'évolution de la ville car de mauvaises récoltes sont une cause majeure d'exode rural et, par là même, de croissance urbaine.

La partie du vaste Plateau mossi sur lequel s'édifie la ville est en elle-même assez peu contraignante. La région se caractérise en effet par sa grande monotonie et ses faibles ondulations, les altitudes se situant en moyenne entre 250 à 300 m. De nombreux cours d'eaux, souvent temporaires, dissèquent ce plateau. Ils convergent ici vers le Nazinon (l'ancienne Volta Blanche) à l'est de la ville, et le Nakambé (la Volta Rouge) à l'ouest. Tirant partie de ce facteur favorable, des retenues d'eaux plus ou moins permanentes ont pu être créées sur le site même de la ville. Un de leurs avantages est d'atténuer quelque peu les effets desséchants de l'Harmattan, ce vent sec qui souffle depuis le Sahara de novembre à avril et qui recouvre la ville de fines particules de sable. Certaines de ces retenues d'eau, qui étaient il y a quelques années encore à la limite nord de la ville, ont été toutefois englobées depuis lors dans le périmètre urbain à la suite de l'expansion de ce dernier. Cela ne va pas sans poser aujourd'hui certaines contraintes d'aménagement, de même que la position légèrement "en cuvette" de la capitale qui

rend l'assainissement des quartiers complexe et coûteux (HASKONING, 1985). Cette situation est d'autant plus préjudiciable que le Plateau mossi, constitué d'un socle granitique précambrien recouvert d'une épaisse couche d'argile, souvent latérisée, est perméable. Les nombreuses sources de pollutions de surface menacent donc constamment la nappe phréatique (alimentée par les eaux de pluies) qui se trouve à la limite du granite et de l'argile. Ceci constitue un réel danger pour la santé des nombreux citadins qui sont obligés de recourir à cette eau pour leurs besoins journaliers.

La dégradation accélérée de l'environnement péri-urbain (et urbain) représente une autre préoccupation majeure des pouvoirs publics burkinabès. Certes, il y a bien longtemps que la forêt claire originelle, qui ne subsiste que par lambeaux, a cédé la place à une savane arbustive à acacias, karités, nérés et baobabs. Mais la savane subit elle-même, aujourd'hui, de multiples dommages consécutifs à une pression anthropique de plus en plus accentuée. L'aggravation des atteintes portées à ce milieu écologiquement fragile est provoquée en premier lieu par la crise démographique que connaît l'économie paysanne traditionnelle. Les fortes charges de population qui pèsent sur les terroirs agricoles conduisent à une surexploitation de la savane et à la multiplication des défrichements, des pratiques de brûlis, des jachères ou des troupeaux. Mais, s'ajoute à cela la "pression" de plus en plus marquée que la capitale exerce sur sa grande périphérie. Cela se traduit notamment par une grande consommation de terrains urbanisables (les parcelles sont défrichées) et par une considérable demande en bois de chauffe : près de 800 000 m<sup>3</sup> en 1990 (OUEDRAOGO, 1990). La ville se retrouve, de fait, entourée de nos jours d'une vaste auréole de terrains en voie de "désertification" de plus de 100 km de rayon, aux sols souvent dépouillés, aux arbres dispersés. AVENARD (1990) estime ainsi que 65 % des arbres et arbustes de la périphérie ouagalaise avaient disparu entre 1956 et 1980. La situation n'a fait qu'empirer depuis lors, les formations herbacées n'étant pas épargnées ce qui ne fait que précipiter l'érosion de sols déjà bien appauvris. Cette érosion est d'autant plus active et sévère que les pluies, et le ruissellement qui en résulte, se caractérisent généralement par leur brièveté et leur intensité, particulièrement en début de la saison des pluies. Les sols mis à nus subissent alors directement la violence des grains orageux, les vents pouvant atteindre plus de

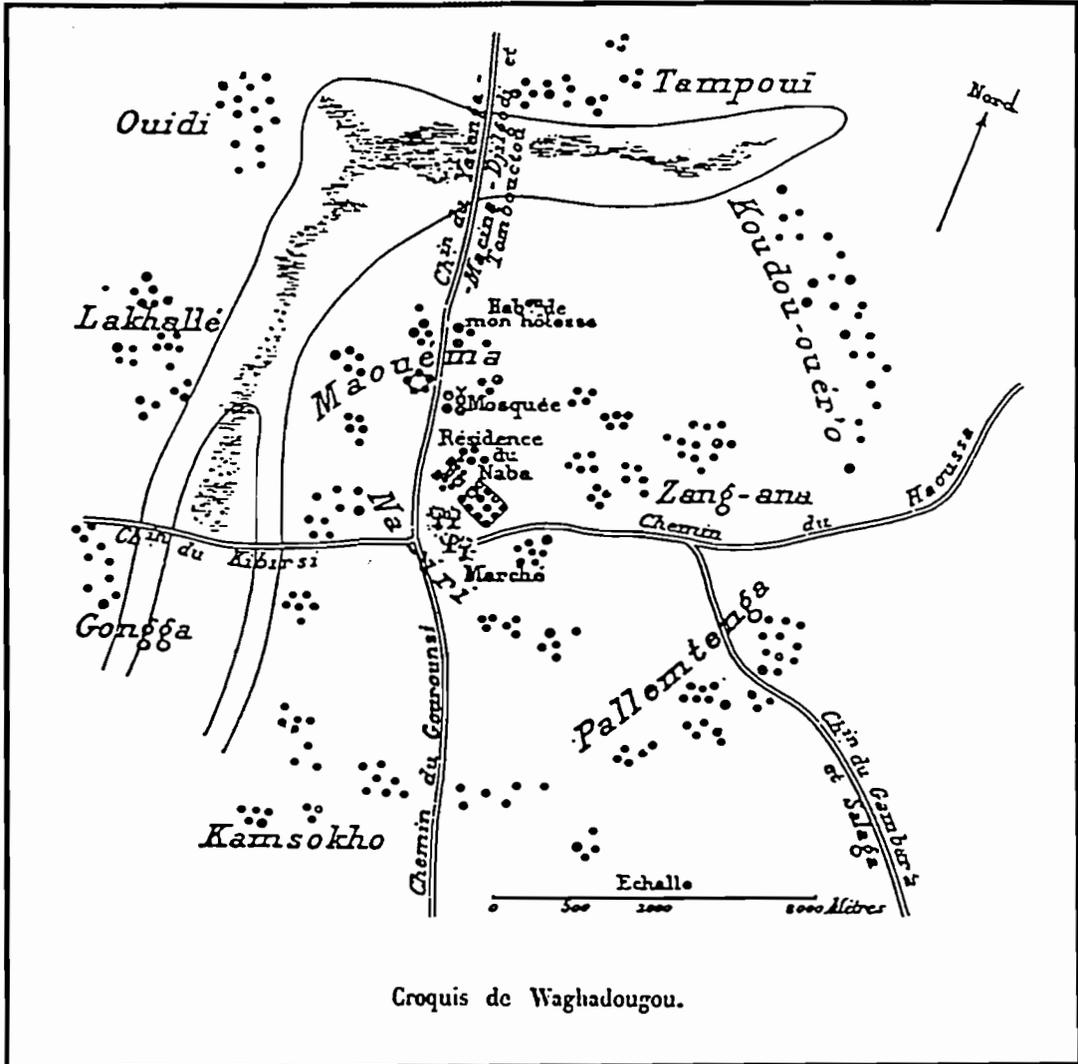
120 km/h. Les érosions en nappes (décapage des sols) ou les entailles linéaires qui constituent la forme la plus spectaculaire (certaines peuvent atteindre plusieurs mètres de profondeur) affectent de ce fait, et de plus en plus fortement, l'avenir de l'espace ouagalais. Elles hypothèquent en effet gravement les aménagements urbains présents et futurs, mais également la possibilité de développer une agriculture périurbaine dynamique.

## **B - La capitale bien peu "royale" des conquérants Mossi**

La longue histoire de Ouagadougou est intimement liée à celle d'un royaume, celui que constituèrent les conquérants Mossi, peuple de guerriers venus du nord du Ghana actuel et installés depuis le XI<sup>e</sup> siècle dans la région de la Volta Blanche (aujourd'hui le Nazinon). Dès 1441, Ouagadougou acquiert son rang de capitale (figure 4). Elle est la capitale royale mossi dans laquelle siège le personnage suprême, le "Mogho Naba", qui jouit d'une autorité et d'un prestige moral incontestés.

Mais la société mossi ne concrétisera jamais la puissance de son royaume par l'édification d'une grande capitale. En dépit de la densité du peuplement sur le Plateau central et de la toute puissance du Mogho Naba dont la renommée et la réputation franchissent les frontières, Ouagadougou n'atteint à aucun moment la richesse et le rayonnement de villes comme Djenné, Gao ou Tombouctou, ses puissantes rivales des royaumes voisins. Peut-être est-ce parce que les manifestations ostentatoires de la richesse ont toujours été mal vues en pays mossi - les chefs eux-même ne vivaient guère au dessus de la majorité de leurs sujets - la capitale présente un humble visage aux yeux des premiers occidentaux qui la découvrent en cette fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

Le capitaine BINGER paraît ainsi très déçu lorsqu'il atteint le premier "Waghadougou" en 1888 : *"Je m'attendais à trouver quelque chose de mieux que ce qu'on voit d'ordinaire comme résidence royale dans le Soudan, car partout on m'avait vanté la richesse du Naba, le nombre de ses femmes et de ses eunuques. Je ne tardais pas à être fixé, car le soir même de mon arrivée je m'aperçus que ce que l'on est convenu d'appeler palais et sérail n'est autre chose qu'un groupe de misérables cases entourées de tas d'ordures autour desquelles se trouvent des paillotes servant d'écuries et de logements pour les captifs et les griots."*



**Figure 30. Whaghadougou, la capitale mossi, vue par le capitaine BINGER en 1888**

source : capitaine BINGER : "Du Niger au Golfe de Guinée par le pays de Kong et le Mossi".  
cité par JAGLIN (1991)

Le capitaine BINGER estime alors à 5 000 le nombre d'habitants de la capitale. Le premier plan qu'il en dresse fait apparaître un noyau central articulé autour du palais du Mogho Naba et du marché dans lequel s'échangent le sel, le coton, les pagnes et les esclaves, et sept villages périphériques : Ouidi, Tampouï, Koudou-ouéro, Palemtenga, Kamsokho, Gongga et Lakhallé. Leurs noms se retrouvent aujourd'hui dans celui de quelques quartiers de la ville.

## **2. UN AMÉNAGEMENT URBAIN CHAOTIQUE**

### **A - La période coloniale**

#### *a - la Bancoville d'une colonie déshéritée*

En 1896, la ville tente de résister au corps expéditionnaire français venu la conquérir. En représailles, elle est alors en grande partie incendiée. Deux années plus tard, Ouagadougou étant devenue la base militaire et le centre administratif des colons du territoire voltaïque, un poste militaire est édifié à l'emplacement même du palais incendié (le site est occupé de nos jours par le Camp Guillaume OUÉDRAOGO). Le camp et un vaste "no man's land" séparent alors le quartier européen et Bilibambili, un ancien quartier indigène dans lequel sont regroupés les soldats africains et leurs familles.

En 1901, l'installation des Pères Blancs dans l'ex-capitale féodale marque une importante étape de l'expansion de la capitale moderne. La mission qu'ils établissent au sud du camp militaire et à l'est du nouveau palais royal constitue de fait le point de départ de l'édification de ce que l'on va dénommer les "Quartiers Saints".

De 1904 à 1919, le territoire de la Haute-Volta est rattaché à la colonie du Haut-Sénégal-Niger. Il constitue alors un important réservoir de main-d'oeuvre qui alimente les florissantes plantations caféières et cacaoyères de la Côte-d'Ivoire et les bataillons de "tirailleurs sénégalais". Ouagadougou qui se trouve alors dans une position très excentrée à l'extrême

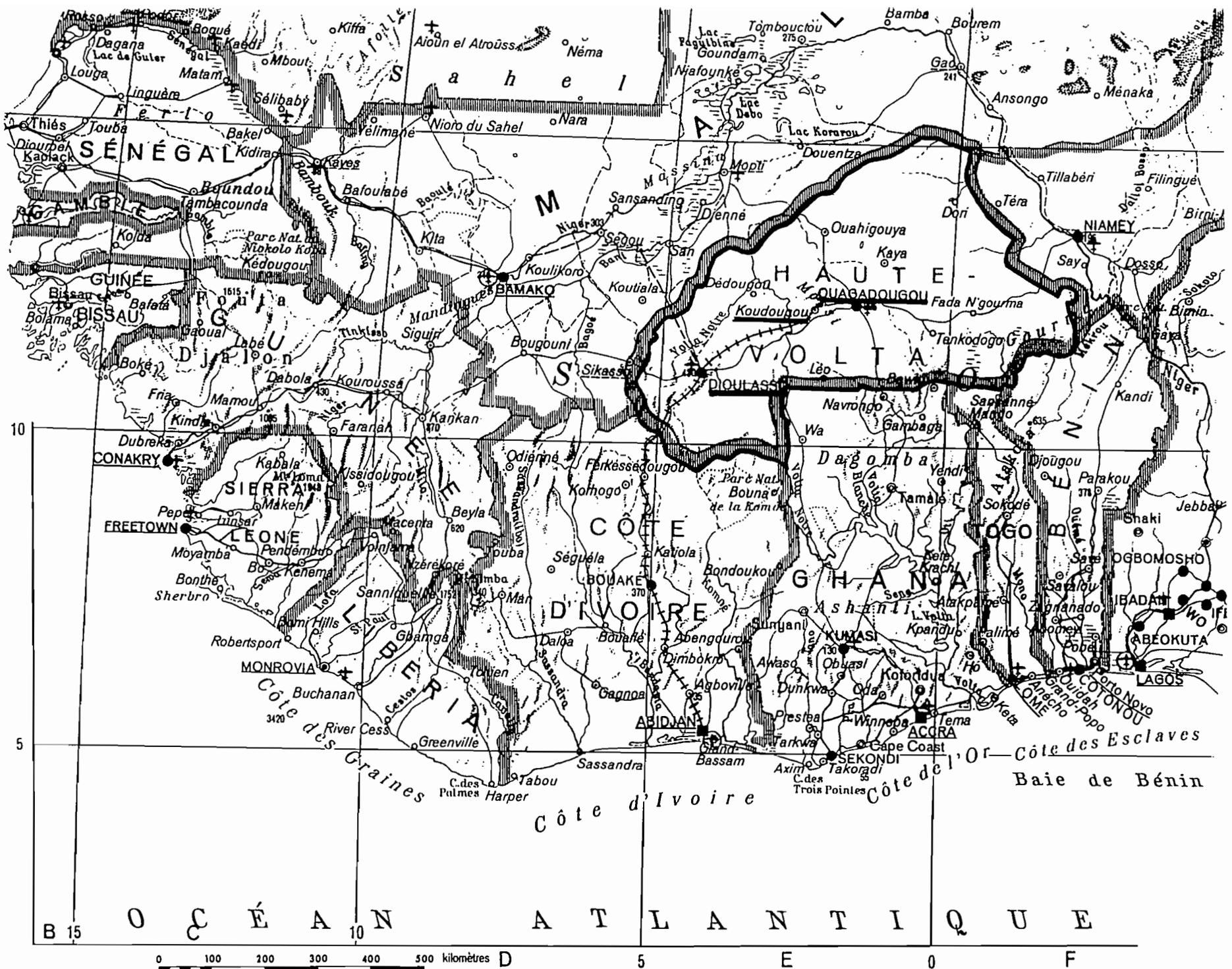
nord-est de la colonie ne bénéficie pas d'une grande attention de la part de la métropole. Sa population croît alors lentement, passant de 8 000 à 19 075 habitants (dont 75 Européens...).

Les activités de la ville redémarrent toutefois à partir de 1919, Ouagadougou étant choisie comme capitale administrative de la nouvelle colonie de Haute-Volta qui est constituée à cette date. La construction de bâtiments officiels au sud du camp militaire amène le déplacement des anciennes implantations indigènes vers les nouveaux quartiers de Dapoya et de Tiedpalogho (le "quartier des étrangers", commerçants haoussa pour la plupart). Bien que ces premiers aménagements se fassent sans véritables plans d'urbanisme, des rues sont tracées, les espaces résidentiels et commerciaux sont délimités. On édifie également un hôpital, une école et un nouveau marché. Comme le matériau de base de toutes ces constructions est la brique de terre séchée, la capitale y gagne son surnom de "Bancoville".

Mais à la suite de nombreuses pressions et des difficultés économiques que connaît la colonie - la population de Ouagadougou est tombée à 10 768 personnes en 1931 - la Haute-Volta est démantelée en septembre 1932 et son territoire partagé entre le Soudan français (actuel Mali), le Niger et la Côte-d'Ivoire (LINGANE, 1993). Ouagadougou perd alors son rôle de capitale politique et voit disparaître les éléments qui assuraient son dynamisme. La ville rétrograde même derrière Koudougou et surtout Bobo-Dioulasso, la grande rivale "économique" qui tire parti de sa proximité avec la Côte-d'Ivoire, avantage qui est encore renforcé en 1934 par la mise en service d'une liaison ferroviaire avec Abidjan.

Jusqu'en septembre 1947, date à laquelle Ouagadougou redevient la capitale politique de la Haute-Volta reconstituée, l'ex-capitale administrative subsiste tant bien que mal en l'absence presque totale de tout investissement. Une seule opération de lotissement sera menée à bien durant tout cette période : celle du quartier Bilibambili en 1932.

Figure 31. Situation géographique du Burkina Faso (ex Haute-Volta)



*b - l'émergence d'une véritable capitale*

La décision de redonner à la ville son rôle de capitale, (décision en partie enlevée à la suite des "pressions politiques" du Mogho Naba), lui rend aussi tout son dynamisme. En moins de trois ans sa population double, même si tout ou presque est à faire ou à reconstruire pour transfigurer une "bancoville" plus que démunie en une capitale digne de ce nom. Cela ne se fera cependant pas sans difficultés, Ouagadougou, capitale d'un territoire pauvre en ressources et enclavé, n'étant pas véritablement au centre des préoccupations de la puissance coloniale...

Pour faire face à la croissance de la population, une très classique politique de lotissement va être menée au cours des années cinquante. En 1950, le Commandant du Cercle fait lotir la zone de Koulouba et celle de l'aéroport pour les fonctionnaires qui réintègrent la capitale. Dès l'année suivante, un grand dessein de structuration progressive de la ville se fait jour. Le lotissement graduel (à grande trame orthogonale en damier classique) des quartiers de Kamsaoghin, Gounghin, Tiedpalogo, Koulouba, Bilbalogo, Paspanga, Dapoya est amorcé. Très rapidement, le centre ville se retrouve presque entièrement loti et ces aménagements intéressent aussi bien les anciens quartiers populaires traditionnels que des terrains vierges. Ces diverses opérations souffrent toutefois (et souffriront longtemps) de l'absence de plans d'urbanisme. Le premier plan élaboré en 1940 - il prévoit notamment d'"aérer" par des "zones d'isolement" non loties les quartiers africains - est de fait très vite abandonné. Le plan d'intérêt général décidé en 1949 connaît quant à lui un sort peu différent. A la veille de l'indépendance, il n'est toujours pas disponible...

Toutefois, la montée en puissance de l'administration coloniale exige de nouveaux et importants travaux d'équipements et d'infrastructures, même si le seul document cartographique disponible reste pendant de longues années celui réalisé en 1928. La modernisation de l'aéroport est entreprise en 1952 et les premières rues de la capitale sont bitumées. Un an plus tard, les marigots du nord de la ville sont aménagés en vastes réservoirs. Une centrale électrique et un réseau d'adduction d'eau sont mis en place. Dans le même temps,

des bâtiments publics (les premiers immeubles à étages de la capitale), des écoles, un collège, des logements de fonctions réservés aux Européens sont implantés (dans un cadre agréable) à l'est de la ville, de l'autre côté du marigot central (qui sera canalisé qu'en 1966). La ségrégation résidentielle et fonctionnelle s'affiche dès lors clairement, même si contrairement à d'autres villes, la puissance publique ne se désintéresse pas totalement des quartiers populaires africains.

Bobo-Dioulasso est longtemps restée le terminus de la voie de chemin de fer venant d'Abidjan. En 1954, le prolongement de la ligne jusqu'à Ouagadougou, où de vastes emprises lui ont été réservées au nord de la zone commerciale, accélère encore le développement de la ville. A proximité de la gare, à Gounghin, est édifiée la première zone industrielle. Dès lors, à la faveur de l'installation et de l'extension des différents services ou entreprises, affluent main-d'oeuvre, commerçants, éleveurs, maraîchers, etc.

Cette croissance soutenue nécessite de nouveaux lotissements. Le grand quartier de Ouidi est loti en 1955, l'aménagement de Bilbalogo et des "Quartiers Saints" est terminé en 1956, celui de Gounghin Nord débute en 1958. A la veille de l'indépendance, la population de la ville reste toutefois encore modeste, aux alentours de 50 000 habitants. Il est également à signaler que les populations ne se précipitent pas vraiment sur les parcelles nouvellement loties durant toute cette période. Elles rechignent en effet généralement à quitter leurs anciens "territoires" pour occuper des parcelles de dimensions plus réduites, qui les coupent de la famille élargie traditionnelle. Par l'intermédiaire des chefs coutumiers, les populations se procurent alors bien souvent des parcelles en zone non lotie. L'administration coloniale tolère ces pratiques tant qu'elles ne menacent pas directement la santé ou les intérêts de la population européenne (PABYAM, 1988).



## **B - L'indépendance : une constante mise en échec des politiques d'habitat**

### *a - la capitale face à l'explosion de sa population*

La Haute-Volta accède à l'indépendance le 5 août 1960 et Ouagadougou voit confirmer son statut de capitale. Dès lors, à l'image de ce qui se passe dans la majorité des autres capitales africaines de ce début des années soixante, la ville "phare" qui canalise et draine la majorité des migrants de l'intérieur du pays connaît très rapidement une forte croissance démographique.

En 1962, un premier recensement national décompte dans la capitale 57 952 habitants, sur une population totale estimée à 4 460 000 habitants. L'ensemble de la population urbaine représente à cette date moins de 3 % des Voltaïques, Ouagadougou devançant de très peu Bobo-Dioulasso (55 000 habitants à la même date, soit un rapport de 1,05 en faveur de la capitale).

Treize ans plus tard, lors du recensement de 1975, Ouagadougou compte 172 661 habitants (contre 115 063 habitants à Bobo-Dioulasso, soit un rapport de 1,5). Si le taux d'accroissement moyen a été de 1,58 % par an pour l'ensemble du pays sur la période considérée (près de 5,64 millions de personnes en 1975), la capitale connaît une croissance beaucoup plus rapide, soit un taux de 7,58 % par an de 1962 à 1975. Le déséquilibre démographique du Plateau mossi, la sévère sécheresse qui sévit entre 1968 et 1973, l'attrait de la capitale, constituent alors autant de facteurs explicatifs de cette rapide augmentation de la population ouagalaise. Si les migrants récents ne représentent que 38 % des métropolitains en 1962, ils en constituent 54,6 % en 1975.

Avec 441 514 Ouagalais dénombrés lors du recensement de 1985 (près de 40 % de la population urbaine du pays), la métropole impose son indéniable prééminence sur l'ensemble du tissu urbain. Elle domine en effet largement Bobo-Dioulasso (228 668 habitants à la même date, soit un rapport de 1,93), ainsi que les autres agglomérations secondaires beaucoup plus petites. Koudougou, la troisième ville du pays, ne compte pour sa part que 51 926 habitants, soit 8,5 fois moins que la capitale...

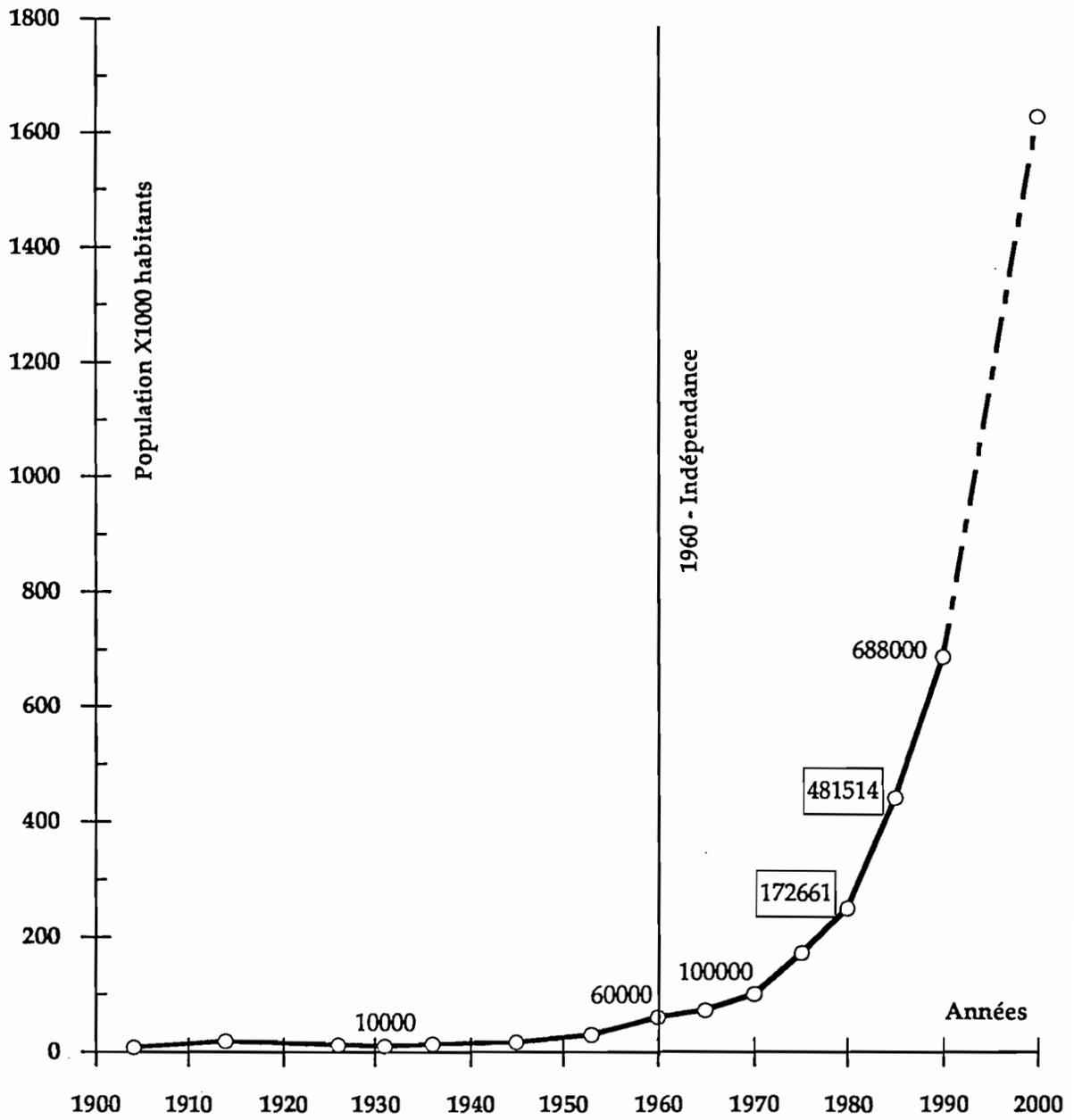


Figure 33. Accroissement de la population ouagalaise

Il faut dire que la croissance démographique de Ouagadougou n'a cessé de galoper : 9,4 % par an entre 1975 et 1985, au moins 9 % par an depuis lors (IBOULDO, 1990). Mais peut-on en être étonné lorsque l'on sait que la capitale polarise (une fois encore) l'essentiel des activités économiques, industrielles et commerciales ? Ouagadougou regroupe en effet à cette date : 71,5 % des entreprises industrielles du pays (même si ces dernières restent peu nombreuses); 68,3 % des salariés du secteur secondaire et 65,3 % des effectifs du secteur tertiaire (HASKONING, 1985; OUEDRAOGO, 1990). (Notons ici cependant que le secteur informel employait en 1985 plus de 73,4 % des actifs!)

La plus grande ville du pays constitue ainsi un attrait irrésistible pour un monde rural en crise qui représente encore aujourd'hui près de 91 % de la population du pays (ALIBERT, 1993). De fait, si l'on excepte Bobo-Dioulasso, les autres villes restent trop peu équipées et se révèlent généralement incapables d'offrir les services que peuvent réclamer les populations qui migrent vers elles. Dans ces conditions, elles ne servent bien souvent que de premiers relais intermédiaires vers la capitale. Il est toutefois à noter que les nouveaux migrants ne représentaient plus en 1985 que 48,2 % des Ouagalais (contre 54,6 % dix ans plus tôt). De fait, le fort dynamisme démographique des couches les plus jeunes de la population ouagalaise - les moins de 20 ans y constituent 55 % des effectifs (I.N.S.D., 1989) - tend à prendre le relai des mouvements migratoires. La croissance accélérée de la ville reflète ainsi l'"emballement démographique" d'une population qui se caractérise, comme dans la plupart des autres pays en développement, par sa jeunesse. Il n'est donc pas étonnant de constater que la population du pays s'élevait à 7,976 millions d'habitants en 1985 (9 millions en 1990 ?), soit un taux de croissance naturelle de 2,68 % (taux élevé, mais non exceptionnel) entre 1975 et 1985 (IBOULDO, 1990).

### ***b - 1960 - 1983 : le dramatique gonflement de la ville "illégal"***

#### ***les carences des stratégies nationales***

Toute ville d'une certaine "dimension" nécessite un minimum d'organisation, et la planification, qui demeure un instrument essentiel de travail et d'action, doit constituer le cadre

majeur de l'intervention des pouvoirs publics. Toutefois, durant la période charnière des années 1960 à 1980, la capitale voltaïque n'a jamais fait l'objet d'une véritable planification à moyen ou long terme. Sans plans directeurs valables (qui sont, soit inachevés, soit ignorés ou déconnectés des réalités politiques ou économiques), les interventions publiques se sont, comme par le passé (colonial), très souvent limitées à résoudre des situations ponctuelles (ZERBO, 1981).

En 1961, le Secrétariat des missions d'Urbanisme et de l'Habitat entreprend une première étude d'urbanisme. Le phénomène d'extension des quartiers spontanés paraissant déjà préoccupant, l'étude préconise de densifier l'habitat et de dégager des espaces publics. En 1965, un schéma directeur d'aménagement de Ouagadougou est élaboré. Il ne sera jamais approuvé.

Dans les grandes orientations du Plan cadre de développement 1967-1970, Ouagadougou fait l'objet d'une attention particulière afin de résoudre les problèmes urgents qui s'y posent. Afin d'éviter que la croissance anarchique qui prévaut alors n'entrave toute future politique concertée (sur l'avenir des rives nord des barrages par exemple), il est recommandé que la Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat établisse un plan d'urbanisme "sommaire". Ce dernier doit avant tout permettre la définition d'une "politique d'urbanisme" assortie de programmes d'opérations prioritaires : création d'un quartier à Tanghin, ancien village maraîcher qui, comme les autres vieux noyaux villageois de Tampouy, Sambin et Somgandé situés sur la rive nord des barrages, ne cesse de grossir; urbanisation de la zone vide du marigot central; réalisation d'infrastructures (assainissement, VRD, adduction d'eau); recherche de l'emplacement d'une nouvelle zone industrielle permettant de "seconder" celle de Gounghin (la zone industrielle de Kossodo sera créée au nord-est de la ville en 1974); etc. Dans le domaine du logement, le plan considère que l'État n'est pas en mesure, faute de moyens, de démarrer des programmes massifs d'habitat économique.

Les années 1972-1976 sont celles du second Plan de développement économique et social. Alors que la situation du logement continue à se détériorer dans la capitale, l'urgence de pourvoir les principales villes voltaïques d'un Schéma Directeur d'Aménagement et

d'Urbanisme (SDAU) est réaffirmée. Pour Ouagadougou, un schéma de structure est approuvé en 1975. Préconisant la densification des quartiers existants, le contrôle et la restructuration des périmètres spontanés et l'extension de la ville vers l'ouest et le nord, ce plan ne sera en définitive que très peu suivi, principalement (et toujours) par manque de moyens.

Le troisième Plan de développement économique et social (1977-1981) revient à son tour sur la nécessité de doter la capitale d'un Schéma Directeur, les grandes orientations du développement urbain ouagalais devant être impérieusement définies. De fait, faute de vision à long terme et de fermeté de la part des pouvoirs publics, l'expansion de la ville se révèle être de plus en plus incontrôlée.

Il faudra pourtant attendre 1978 pour que débute l'élaboration d'un SDAU, projet confié à la société HASKONING (Pays-Bas). Ce dernier schéma ne sera toutefois adopté qu'en 1986 et ce, dans un contexte politique très différent, le nouveau pouvoir issu de la révolution de 1983 dirigée par le capitaine SANKARA menant à cette date, comme nous le verrons plus loin, une politique d'aménagement résolument volontariste.

Ainsi, il paraît clair que le développement anarchique de la capitale découle, pour une bonne part, de la faiblesse du niveau d'intervention et d'aménagement des pouvoirs publics qui ont largement "laissés faire" pendant les années soixante et soixante-dix, l'accession à l'indépendance n'ayant pas modifié les anciens "comportements urbanistiques".

On se contente ainsi pendant de longues années de poursuivre une politique de lotissements semblable à celle qui avait été menée par l'ancienne puissance coloniale. Fait très révélateur, les programmes lancés durant les dernières années de la présence française sont achevés (en dehors de tout véritable plan d'aménagement) : dernières régularisations du parcellaire à Tiedpalogo, Koulouba, Kamsaoghin, Paspanga, Samandin et Gounghin nord. Dans le même temps, de nouvelles opérations de lotissement sont entreprises à la faveur de quelques circonstances particulières; à Gandin (1963) et à la Rotonde (1967) pour des quartiers "résidentiels", à Gounghin sud et à Zogona I (1970), à la Zone du Bois (200 parcelles pour hauts-fonctionnaires) et Zogona II en 1972.

Cependant, cette politique d'urbanisme officielle ne sera jamais à même de répondre à la demande de logements ou de terrains à bâtir qui se fait de plus en plus pressante. Durant deux décennies, et malgré la croissance rapide de la population ouagalaise qui se gonfle de plus de 200 000 personnes, les efforts de l'État en matière d'aménagement de l'espace urbain n'auront concerné qu'environ 1 040 hectares (soit une moyenne de 52 ha lotis par an). La ville lotie est ainsi portée à 1 960 ha, alors que l'habitat ouagalais se caractérise par sa consommation d'espace et alors que les pouvoirs publics n'ont pu imposer une densification significative de l'occupation du sol.

De fait, les procédures conventionnelles d'aménagement des sites lotis sont longtemps maintenues, et l'on continue d'aligner les parcelles, de 25 m sur 25 m en moyenne (soit 625 m<sup>2</sup>), selon le traditionnel plan en damier. Mais ce qui paraissait encore acceptable pour une ville de 60 000 habitants, ne l'est plus pour une ville dont la démographie explose. Cette politique d'aménagement se traduit en effet par un énorme étalement spatial qui conduit à des investissements tout aussi démesurés (au regard de la faible densité des quartiers) si l'on veut en assurer la viabilisation et la desserte (voirie, réseaux d'eau, d'électricité ou d'assainissement). L'État n'étant pas en mesure d'assumer ces dépenses, à l'exception de l'aménagement des quelques zones résidentielles (Gandin, la Rotonde ou la Zone du Bois) très largement favorisées car destinées à une clientèle "étatique" garante de la stabilité des régimes, rien d'étonnant à ce que les derniers grands, et trop rares, lotissements "populaires" réalisés dans les années soixante-dix ne soient dotés d'aucune infrastructures ou équipements. L'opération d'urbanisme se résume dans ce cas au simple marquage du plan d'occupation des sols.

D'autre part, les procédures administratives d'établissement et d'approbation des plans de lotissement se révèlent longues et complexes. Entre l'esquisse d'un plan et son exécution effective sur le terrain (qui se concrétise par l'immatriculation et le bornage des terrains), plusieurs années s'écoulent généralement, en moyenne de 3 à 5 ans. Il faut dire que le plan doit être, en autres choses, approuvé en Conseil des Ministres...

Une fois le lotissement réalisé, les terrains sont alloués aux particuliers sous le régime de la concession; droit de concession qui ne peut s'obtenir qu'à la suite de nombreuses, longues, onéreuses et très éprouvantes démarches administratives. Muni de son titre, le concessionnaire s'engage à mettre en valeur son lot dans un délai légal de trois ans, le cahier des charges étant souvent très contraignant sur la qualité et le type des matériaux de construction, l'esthétique, etc. A expiration du délai, cette concession, provisoire, peut se changer en concession définitive, avec attribution d'un titre de propriété, si les diverses conditions ont bien été respectées.

Ce caractère formaliste, contraignant et onéreux de l'accession légale au sol urbain et au logement rend donc la procédure particulièrement sélective. Faisant de la capacité de mise en valeur d'un lot la condition essentielle pour accéder à la propriété immobilière, elle ne tient aucun compte de la situation socio-économique, plus que précaire, de la majorité des habitants. Elle est donc totalement inadaptée à l'urgence et à la gravité de la situation. ZERBO (1981) souligne ainsi que les fonctionnaires, les commerçants et les "parlementaires" se sont partagés les trois-quarts des autorisations de 1960 à 1970.

### *les revers des programmes internationaux*

Durant les années 1970, plusieurs opérations d'habitat destinées aux populations à faibles ressources ont été toutefois entreprises. Encore ces projets sont-ils à mettre au compte de l'aide internationale. Ils rentrent en effet dans le cadre des programmes de trames d'accueil, trames assainies et autres "sites and services" qui sont mis en oeuvre à la même époque dans la plupart des pays en développement. L'objectif affiché est d'améliorer, comme le souligne le projet de "Cissin-pilote" : *"les conditions de vie et d'habitat pour les populations à faibles revenus vivant dans les agglomérations urbaines et rurales"* (ZERBO, 1981). Trois grandes "opérations-test" seront ainsi conduites au cours de ces années (PABYAM, 1988; JAGLIN, 1991) :

- le "Projet habitat" ou "Cissin-pilote", financé par les Nations Unies (PNUD) et qui débute en 1972. Il concerne une expérience de lotissement sur un espace

agricole de 53 ha et la restructuration du village voisin de Cissin (ou Sissen), situé au sud de la ville;

- le "Premier Projet Urbain", financé par la Banque mondiale en 1978. C'est l'opération de la "Patte d'Oie", soit 300 ha (occupés par plus de 40 000 personnes) à lotir, toujours au sud de la capitale;

- le modèle "Naba", en 1979, dont le financement est assuré par la Coopération Hollandaise. Cette opération s'intéresse à la restructuration du quartier de Wagadogo-Nonsin, situé en bordure du barrage n° 2.

Il importe, à travers ces diverses "formules" d'aménagement, de proposer de nouvelles politiques nationales d'habitat, de parvenir à un contrôle de la croissance urbaine spontanée, et d'assurer la mise en place de mécanismes financiers permettant l'accès aux logements des plus démunis. La participation des habitants et le recouvrement, auprès des bénéficiaires, du coût (total ou partiel) des opérations de restructuration ou de lotissement de sites vierges, constituent des objectifs majeurs qui conditionnent la reproductibilité des opérations.

Pour atteindre les objectifs fixés, ces trois grandes opérations "pilotes" se sont donc efforcées, tour à tour, de régulariser l'occupation des terrains (en limitant les déguerpissements et en préservant autant que se peut les investissements immobiliers); de lotir (de 325 m<sup>2</sup> à Cissin, les parcelles passent à 250 m<sup>2</sup> à Wagadogo-Nonsin pour permettre une plus grande densification); et d'améliorer l'environnement urbain. A Cissin, la construction des équipements (école, marché) fait partie intégrante du projet. Dans les deux autres opérations, la régularisation du tracé et l'ouverture de voies nouvelles, le dégagement d'espaces pour les équipements collectifs, et le raccordement aux réseaux d'eau, d'électricité et d'assainissement sont "simplement" visés.

Bénéficiant du soutien technique et financier des grandes organisations internationales ou d'accords bilatéraux, ces opérations pilotes ont été toutefois des échecs, l'effet d'entraînement espéré n'ayant jamais eu lieu.

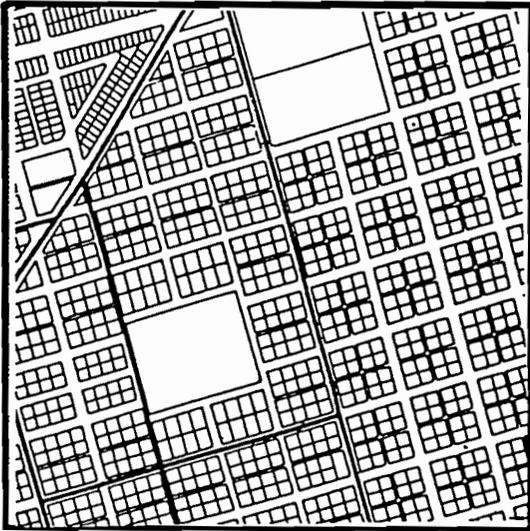
le premier écueil vient de ce que le coût unitaire des parcelles dans ces nouveaux quartiers lotis, s'est révélé être trop élevé pour une partie des résidants. Le prix moyen d'une parcelle viabilisée (environ 100 000 francs CFA, réglable en 5 ans en moyenne) a, de fait, rapidement exclu de ces projets les ménages "prioritaires" les plus démunis. Dans l'impossibilité de remplir les conditions requises pour conserver leur parcelle (l'accès au crédit reste notamment réservé aux seules populations salariées), les plus pauvres ont en effet dû se résoudre bien souvent à revendre (illégalement) leur lot, ce qui a été à l'origine d'une importante spéculation. A Cissin, des lots de 225 m<sup>2</sup>, qui se monnaient autour de 50 000 francs CFA avant le lancement du projet, ont pu atteindre le million de francs CFA dans le nouveau lotissement.

Dans le même temps, une majorité des bénéficiaires s'est très rarement acquitée des sommes dues. Seul l'acompte initial, environ 25 000 F CFA (le tiers ou le quart du montant, à verser dans les 3 mois), a été généralement récupéré par les pouvoirs publics. La reproductibilité de ce type d'aménagement n'a donc pu avoir lieu, le recouvrement des coûts étant devenu impossible. Le gouvernement ne pouvant subventionner lui-même d'autres opérations de ce type alors que la crise limite l'intervention des bailleurs de fonds, ces opérations sont restées ponctuelles et incapables de résoudre le problème de fond de l'aménagement de l'ensemble des aires spontanées.

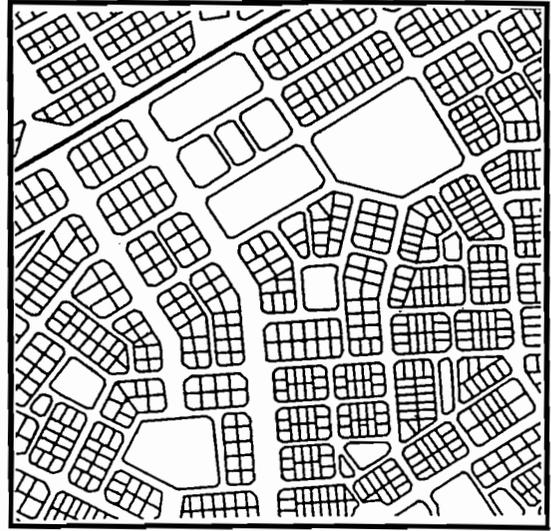
Les tentatives faites par les pouvoirs publics ou les organismes internationaux se révélant incapables d'assurer une politique réaliste de lotissement accessible au plus grand nombre, il n'est donc pas surprenant que se soit développée, en toute "illégalité", une vaste banlieue suburbaine. Dès les premières années de l'indépendance, celle-ci fut seule à même d'absorber, sans crise sociale majeure, ce qui est à souligner, la forte croissance démographique.

Son extension fut telle que la Société Africaine pour le Développement pouvait prédire, dans une étude réalisée sur la ville en 1975, que Ouagadougou deviendrait une capitale toujours plus "spontanée", le taux de croissance des quartiers spontanés (11 % par an) et celui des quartiers lotis (3,4 % par an) étant très disproportionnés (ZERBO, 1981).

Figure 34.  
Evolution des programmes de lotissement  
jusqu'au début des années 1980



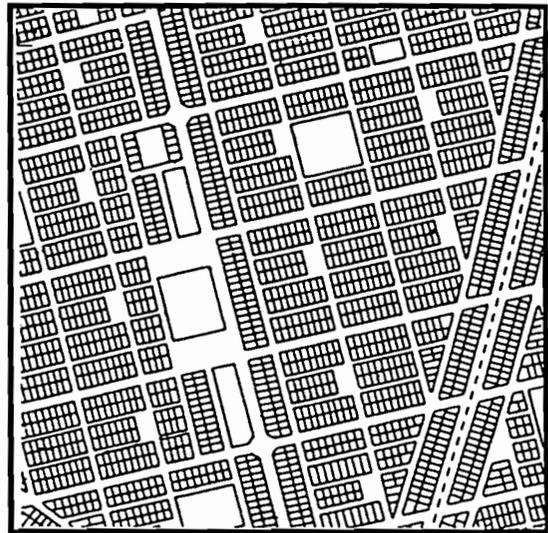
LARLE - modèle classique



GOUNGHIN - les années 1960



CISSIN - les années 1970



WAGADOGO-NOSSIN - les années 1980

Source - HASKONING (1985)

0 100 m 500 m

A horizontal scale bar with three segments. The first segment is labeled '0', the second '100 m', and the third '500 m'. The segments are separated by vertical tick marks.

De fait, la couronne périphérique illégale représentait-elle près des trois quarts de l'espace urbain ouagalais en 1980, soit 4 900 hectares (en progression moyenne de 210 ha par an). Environ 60 % de la population habitait alors dans ces quartiers illégaux caractérisés par leur absence d'organisation et leur dramatique carence en infrastructures et en équipements collectifs (COMPRAORE, 1990 ; JAGLIN, 1991).

### ***L'impossible maîtrise du marché foncier péri-urbain***

Cette appropriation "illégal" des terrains de la périphérie n'aurait pu s'effectuer sur une aussi grande échelle, au point de gêner considérablement tout aménagement concerté ultérieur, si le statut de la terre n'avait connu jusqu'en 1983 la coexistence, souvent ambiguë et confuse, des droits issus de la période coloniale et ceux hérités de la conception coutumière du sol.

En effet, si la loi foncière du 12 juillet 1960, (texte qui ne constitue qu'un amendement du décret colonial du 26 juillet 1932), accorde à l'État le droit de préemption sur tous les sols, dans la réalité, il n'existe aucune réserve foncière ni de politiques tendant à la créer. Les procédures d'immatriculation des terrains ne sont en effet engagées que dans la perspective d'une opération de lotissement, les pouvoirs publics devant tenir compte de l'"existence" des droits fonciers coutumiers.

Il est à noter que le régime colonial, qui cherchait à se concilier l'appui de la chefferie traditionnelle, n'avait jamais lui-même aboli ces droits. Une sorte de gestion partagée de la capitale s'était de ce fait instaurée pendant toutes les années de la présence française. L'administration coloniale gérait les quartiers lotis, le chef coutumier prenait en charge les zones non loties.

La loi de 1960, qui rend l'État propriétaire de toutes les terres non immatriculées, reconnaît, elle aussi, les droits fonciers coutumiers sans toutefois leur attribuer de titre de propriété réel. Cependant, si cela s'avère nécessaire, deux procédures permettent à l'État d'acquérir des terres coutumières :

- la cession forcée ou expropriation : très dangereuse sur le plan politique, elle ne sera jamais utilisée de 1960 à 1983;
- la cession à l'amiable : elle implique une indemnisation des propriétaires coutumiers. Celle-ci a constitué d'ailleurs un des gros obstacles des projets d'aménagement internationaux, les propriétaires coutumiers venant réclamer, longues listes d'ascendants et de descendants à l'appui, de nombreuses parcelles lors de l'attribution des lots (ZERBO, 1981 ; JAGLIN, 1991).

Les très nombreux candidats à l'obtention d'une parcelle qui ne pouvaient obtenir celle-ci dans les quartiers lotis se sont donc retournés vers les terrains de la périphérie. La quasi totalité de ces terres n'étant pas immatriculée, l'acquisition des parcelles s'est faite auprès des chefs coutumiers qui ont "distribué" des lots, même si le statut foncier du "propriétaire" reste dans ce cas juridiquement illicite.

Dans la conception traditionnelle, la terre, empreinte de mythes et de sacré, s'est très longtemps placée au dessus de toute valeur, donc au dessus de tout rapport marchand. Une simple allégeance aux autorités coutumières permettait d'obtenir un droit d'usage du sol. La "contribution", purement symbolique, se limitait alors à un coq, du tabac, des cauris... Ce type d'attribution coutumière a pu représenter, jusqu'en 1974, plus du tiers des acquisitions des terrains de la périphérie ouagalaise.

Mais les bouleversements socio-économiques (sécheresses répétées, crise économique mondiale, pression démographique) ébranlèrent ces pratiques à partir du début des années 1970. Non résorbé par les infrastructures d'accueil créées par l'État, le très fort accroissement de la demande d'accès au sol urbain eut pour conséquence immédiate, nous l'avons vu, de très fortement solliciter le système coutumier. La terre, qui connaissait déjà un début de "monétarisation" (davantage de contreparties monétaires), subit dès lors une profonde mutation et devint une véritable marchandise. Les propriétaires coutumiers se firent de plus en plus exigeants et gourmands, et le prix du sol fut pris dans une spirale inflationniste occasionnée par une intense spéculation foncière. De 1974 à 1984, ces "achats" de terrains représentèrent plus de 50 % des attributions.

Dès lors, si l'on ajoute à ces deux formes d'acquisition les dons et héritages, ce sont plus de 74 % des parcelles, soit les trois-quart du marché foncier de la couronne périurbaine qui ont échappé au contrôle de l'État avant 1986, date à laquelle se mesurent les premiers résultats de la "reprise en main" de 1983. ZERBO (1981), dans son étude sur le quartier de Hamdalaye (Wagadogo-Nonsin), indique ainsi que 70 % des occupants du quartier ont fait l'acquisition de leur parcelle auprès du chef du quartier qui reste généralement le propriétaire coutumier du sol.

La distribution coutumière des terres se faisant généralement de façon anarchique, les quartiers illégaux périphériques portent toutes les marques d'un urbanisme inachevé. L'absence de toute viabilisation préalable aux opérations de "lotissement" est à peu près totale, et l'enchevêtrement des parcelles, parfois inextricable. Chaque interstice de ce tissu urbain est en effet progressivement rempli, ce qui transforme bientôt le réseau de rues et de ruelles (souvent défoncées par le ruissellement) en un véritable labyrinthe.

### *c - la révolution urbanistique des années SANKARA*

#### *"un ménage, une parcelle"*

Ainsi donc, au début des années 1980, l'espace urbain ouagalais présente-t-il un double visage :

- la "ville" des quartiers lotis, dans laquelle une parcelle de 300 m<sup>2</sup> se monnaie en moyenne entre 500 000 et 1,5 million de francs CFA, et qui continue de bénéficier de l'essentiel des infrastructures de base, des réseaux et des équipements. Cet environnement se dégrade toutefois assez rapidement, le centre ville étant en effet en voie de saturation et de taudification. Nous restons cependant loin ici des concentrations des cours abidjanaises ou des quartiers centraux d'Ibadan : 70 hab/ha en 1975, un peu moins de 90 hab/ha en 1985. Les densités les plus fortes se retrouvent dans le quartier d'Hamdalaye (secteur 10) avec seulement 133 hab/ha;
- la grande périphérie des "illégaux" qui se voient condamnés à la marginalisation. Ces quartiers périphériques sont véritablement, et totalement, sous-intégrés, les

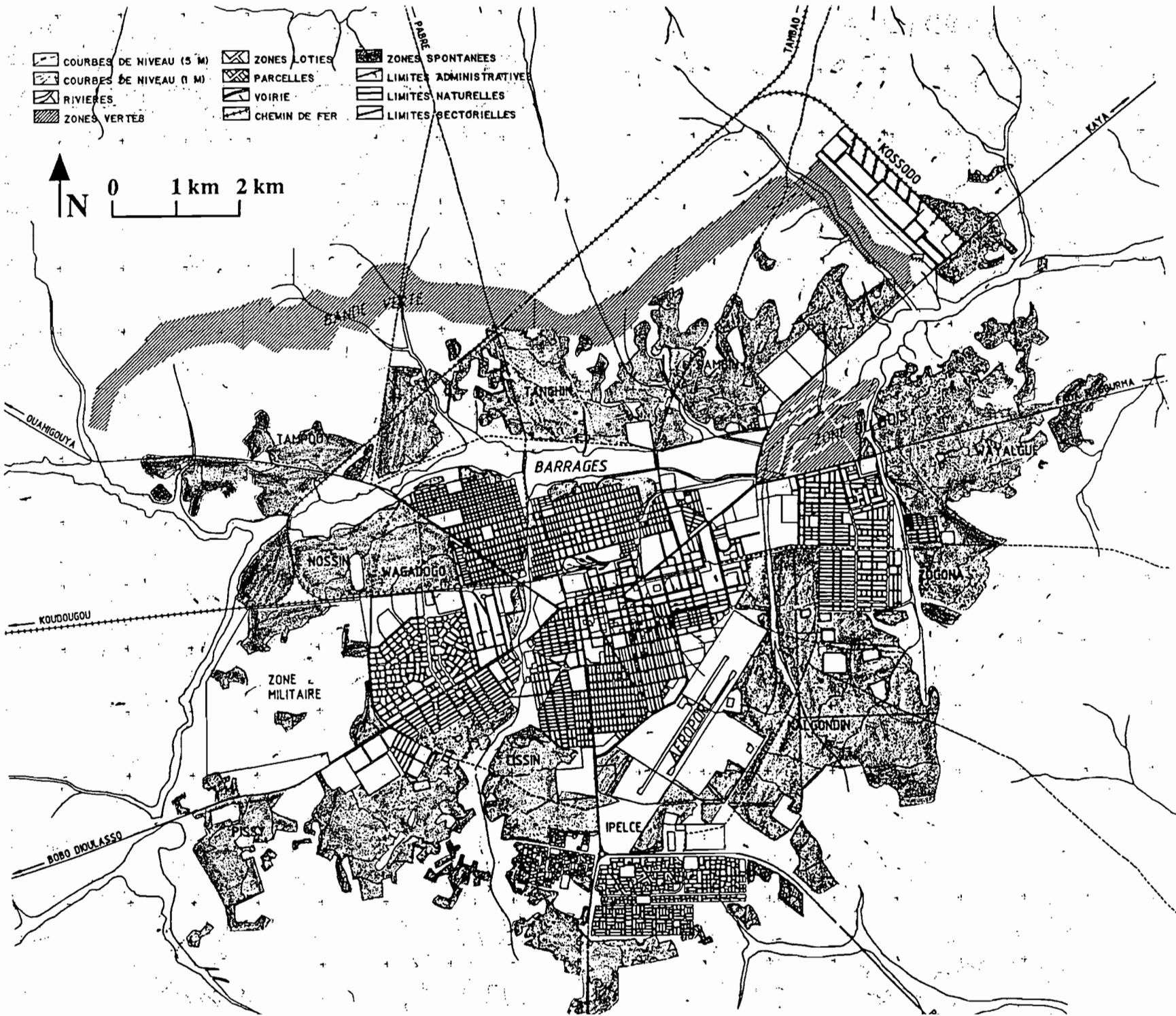


Figure 35. Ouagadougou au début des années 1980

source : HASKONING, 1985

équipements, même les plus élémentaires, étant réduits à leur plus simple expression. Pour une population estimée à plus de 200 000 habitants, on ne compte en effet, avant 1984, que 3 dispensaires et 1 hôpital (celui de la Mission Catholique); pas plus de 7 écoles publiques; et seulement 15 bornes fontaines alors que les puits se tarissent pour la plupart durant la saison sèche et que ces rares bornes desservent essentiellement les quelques secteurs lotis (Zogona, Patte d'Oie, Cissin, Kossodo) de la périphérie. On ne trouve également que peu ou pas de marchés, alors que la voirie (sol naturel ou latérite) est laissée sans entretien, à l'exception des grands axes routiers bitumés.

Éloignés des équipements et des services du centre-ville, les populations de la périphérie sont donc comme "exclus" de la ville. En l'absence de desserte publique, elles sont véritablement livrées à elles-mêmes.

Les orientations politiques "progressistes" du pouvoir révolutionnaire issu du coup d'État du 4 août 1983 mené par le capitaine Thomas SANKARA, ne pouvaient voir dans cette réalité qu'une situation inacceptable. Aussi, une politique urbaine résolument volontariste fut-elle conduite afin de remédier aux injustices sociales et aux incohérences du développement de la ville. Dès le Discours d'Orientation Politique du 2 octobre 1983, la détermination des nouvelles autorités à reprendre le contrôle des marchés foncier et immobilier fut clairement exprimée et de très importantes décisions concernant l'urbanisme furent adoptées. Les principales mesures concernaient les objectifs suivants :

- le lotissement (ou plutôt la restructuration) rapide de l'ensemble des quartiers spontanés afin de permettre à tout Ouagalais d'accéder au logement. Cette opération devait également permettre de reprendre la maîtrise de la croissance urbaine;
- la réalisation d'un important parc de logements modernes (villas, immeubles) accessibles aux travailleurs;

- l'établissement de loyers raisonnables.; les loyers furent de fait supprimés en 1985 pour casser la spéculation et gagner le soutien des nombreux locataires. Toutefois, à la suite de multiples effets pervers : gel de la construction locative; dégradation du patrimoine immobilier; forte opposition des petits propriétaires dont la plus grande part des revenus provenait de ces loyers, cette mesure dut être levée dès le mois de janvier 1986 (MARIE, 1990).

Cette nouvelle orientation de la politique urbaine, qui cherche dans un premier temps à casser toute "résistance" ou spéculation susceptibles de faire capoter un projet aussi ambitieux, ne pouvait se concevoir sans une parfaite maîtrise du sol. Celle-ci s'appuie sur une réforme agraire et foncière majeure votée par le Conseil National de la Révolution (CNR). Deux textes en constituent les fondements :

- l'ordonnance n° 84-050 du 4 août 1984 portant réorganisation agraire et foncière au Burkina Faso (nouveau nom du pays qui remplace celui de "Haute-Volta") et qui, supprimant tous les droits coutumiers, aboutit à la nationalisation de l'ensemble des terres;
- le décret n° 85-404 du 4 août 1985 portant application de cette réforme.

La création d'un domaine foncier national imposait dès lors le droit supérieur de l'État sur la tradition foncière. Cela devait permettre de lever l'obstacle des droits coutumiers qui retardaient les procédures des plans d'aménagement, quand ils n'en empêchaient pas l'application.

Les 66 anciens quartiers de la ville furent également dissous, et le territoire de l'agglomération redécoupé en trente secteurs. Si la gestion de la capitale relevait dorénavant du Haut-Commissaire (nommé par le président du CNR) de la province du Kadiogo, l'administration des nouveaux secteurs revint, dans les faits, aux Comités de Défense de la Révolution (CDR), structures politico-administratives élues par la population. L'objectif visé par ces mesures était de restaurer l'autorité de l'État, en affaiblissant encore davantage les

contre-pouvoirs (chefs de quartiers et bourgeoisie locale) privés de leurs assises territoriales et foncières.

La lutte contre la spéculation sur les terrains lotis fut un des thèmes majeurs de ce programme d'actions. Pour la combattre, le principe "un ménage, une parcelle" fut adopté par les nouveaux dirigeants. De fait, l'identification de l'ensemble des ménages ouagalais constitua un des grands objectifs du recensement du mois de décembre 1985.

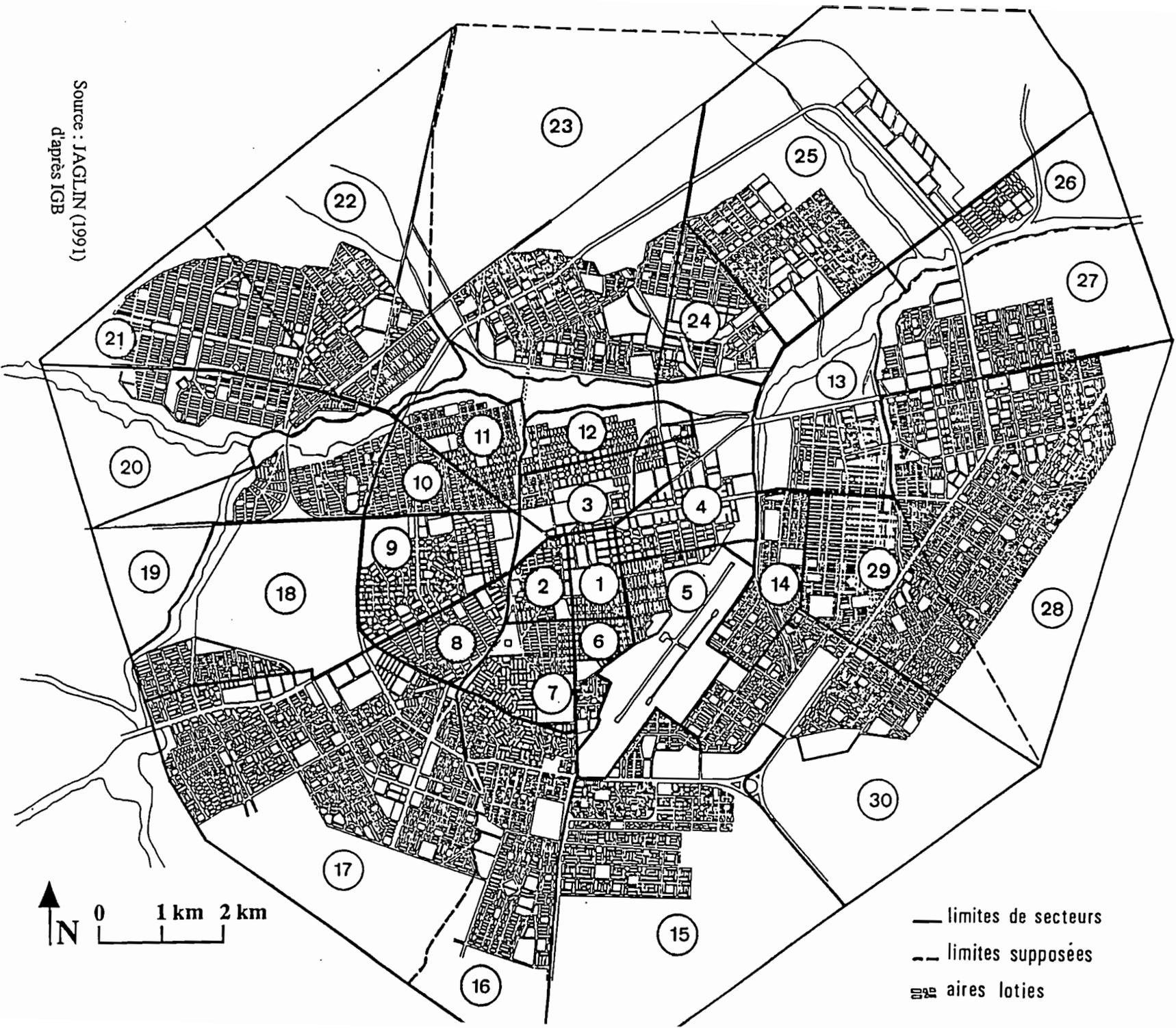
Le recensement, qui identifia 81 000 ménages, révéla également l'ampleur des enjeux posés par la couronne péri-urbaine (constituée des secteurs 15 à 30). On y dénombrait en effet 210 771 habitants, soit 47,7 % de la population de la ville. Mais la croissance démographique, voisine de 11 % par an (9 % pour l'agglomération entière), et la jeunesse de la population (les moins de 15 ans représentent 50,3 % de l'ensemble) témoignaient d'un milieu particulièrement "dynamique" (IBOULDO, 1990). Cela constituait un facteur d'inquiétude d'autant plus grand que les très faibles densités constatées (moins de 25 hab/ha) dénonçaient des pratiques très consommatrices d'espace.

### *une gigantesque opération de lotissement*

L'objectif, ambitieux sinon démesuré, de procurer une parcelle de terrain à tout ménage ouagalais se concrétisa dès 1984 par le lancement d'une gigantesque campagne de lotissement conduite par la Direction Générale de l'Urbanisme et de la Topographie (DGUT).

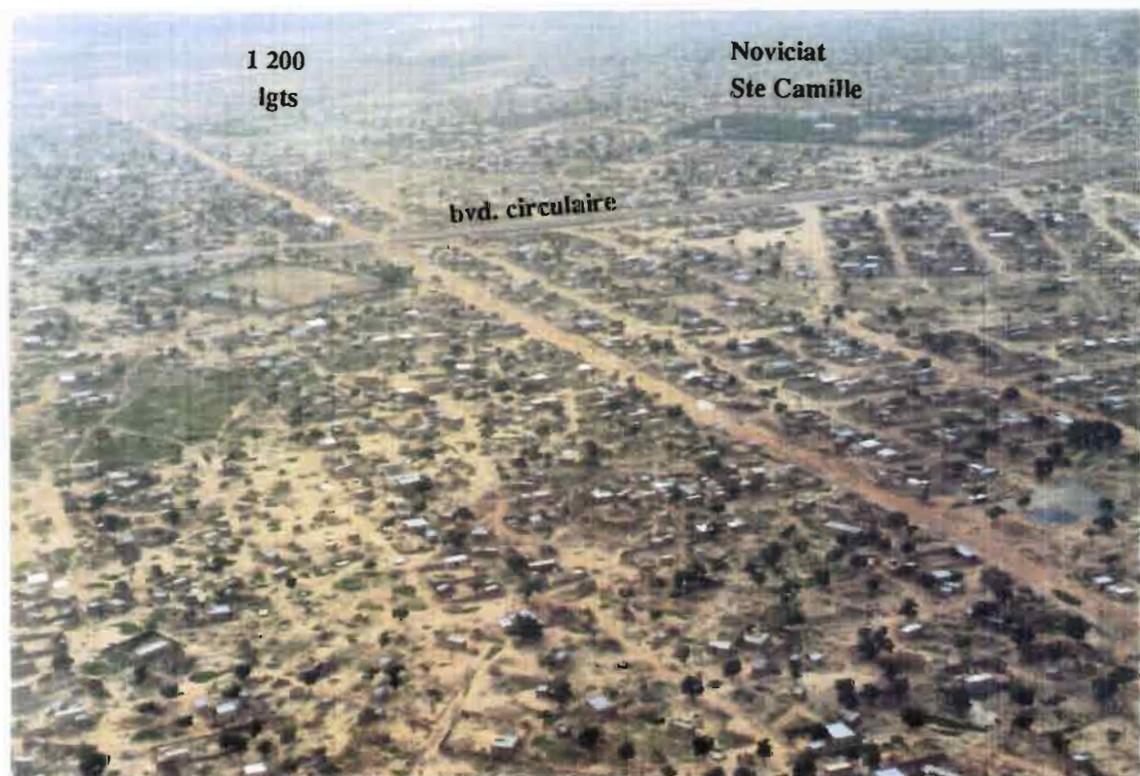
Cette opération (menée selon des procédures d'exception, d'où le nom de "lotissements commandos") permit, en moins de 5 ans, de dégager 64 321 parcelles, chiffre qui doit être comparé aux 10 800 parcelles loties de la période 1960-1983... Près de 3 000 ha, dont l'essentiel concernait les terrains de la couronne périphérique occupée de manière illégale et progressive par les personnes à faibles revenus et les émigrés récents, furent ainsi lotis. Cette opération ouvrant la porte à l'obtention d'un permis urbain d'habiter, la légalisation de l'occupation du sol constitua, bien entendu, un changement de situation fondamental pour une grande partie des anciens "exclus" de l'urbanisation.

Figure 36. Les nouveaux secteurs de la ville lotie - 1990





a - un quartier déjà ancien : Ouemtenga



b - un des derniers secteurs lotis : le secteur 28

Planche photographique 5.  
Ouagadougou : le triomphe de l'horizontalité



Le nouveau plan en damier ne respectant pas l'ancien parcellaire, de nombreuses habitations furent cependant rasées au cours des opérations de restructuration (environ 15 000 logements), en particulier toutes celles qui étaient situées dans l'emprise des nouvelles rues et réserves foncières. Les ménages déguerpis (qui furent dirigés vers les trames d'accueil des secteurs 15 et 28) étaient, en principe, acquéreurs prioritaires lors de l'attribution des lots. Mais certains critères d'attribution de ces parcelles, comme être propriétaire de la parcelle précédemment occupée, reconstruire en dur dans un délai d'un an sur le lot attribué, payer une redevance de 300 F CFA par m<sup>2</sup> (les lots ont une superficie moyenne de 250 à 300 m<sup>2</sup>), verser un droit d'entrée de 25 000 F CFA (puis le solde, environ 75 000 F CFA, dans un délai de 5 ans), ont finalement exclu de cette opération de nombreux ménages à faibles revenus, hébergés ou locataires qui se trouvèrent dans l'impossibilité de répondre à ces conditions.

Cette situation a donc entraîné de grandes difficultés pour une partie des résidents et entretenu une très forte spéculation alimentée par la revente des parcelles (et les nombreux trafics qui n'ont pas manqué de se produire). Le détournement d'un des objectifs majeurs de ce vaste projet ("une famille, un toit") ne fut pas sans conséquences. Il relança en effet, alors qu'il devait le stopper, le mouvement des implantations spontanées aux franges des derniers secteurs lotis, mouvement qui se poursuit encore à l'heure actuelle.

Pour les "heureux bénéficiaires", qui ont été largement mis à contribution dans le cadre de cette opération de lotissement, la régularisation de l'implantation (même si elle constitue en soi un progrès majeur) n'a été bien souvent que l'unique forme d'intégration à la ville. Selon la Méthode d'Aménagement Progressif (MAP) choisie par les pouvoirs publics, et qui s'appuyait sur le bilan des expériences de lotissement réalisées à Ouagadougou grâce aux financements de l'aide internationale, le lotissement fut "livré" au plus bas prix, sans viabilisation. Mais les aménagements publics qui devaient être graduellement réalisés, (les Comités Révolutionnaires de quartiers en avaient la charge principale), sont restés bien souvent sommaires pour tout ce qui concerne les infrastructures ou équipements de base.

Ils se limitent de fait le plus souvent à l'ouverture de voies d'accès (simple pistes de terre, quelquefois recouvertes de latérite), à la mise en place de trop rares bornes fontaines

(l'accès à l'eau potable constitue toujours un souci majeur dans ces quartiers) et de drains d'évacuation d'eaux pluviales. Ce dernier réseau reste cependant très déficient. L'implantation des lotissements s'est en effet effectuée sans tenir le moindre compte des contraintes naturelles des sites, comme la présence de bas-fonds, de talwegs de ruissellement ou l'existence de pentes. Cela est dû en grande partie au fait que la Direction de l'Urbanisme, débordée de 1983 à 1986 par l'ampleur de la tâche à accomplir (elle est le principal maître d'oeuvre de la conception, de l'exécution et du contrôle de l'aménagement urbain dont font partie les opérations de lotissement), fut amenée à dresser certains plans de lotissement dans des délais n'excédant pas la semaine! Le réseau d'évacuation des eaux demeurant très insuffisant faute de moyens financiers, ce parcellaire aberrant conduit très fréquemment à de graves inondations et à la dégradation inquiétante des constructions et de la voirie (rendue parfois impraticable, surtout aux deux roues si nombreux dans la capitale) après les gros orages de la saison des pluies.

Précisons également que l'électrification de ces nouveaux secteurs lotis n'en est qu'à ses débuts. La véritable "intégration" paraît donc encore assez loin de constituer une réalité tangible (JAGLIN, 1991).

### *la rénovation du centre ville et la construction des cités*

En parallèle de ces restructurations de la périphérie ouagalaise, la nouvelle politique urbaine menée a conduit à la réhabilitation et au réaménagement des vieux quartiers centraux. Le principal objectif de cette politique de rénovation, qui concernait tout ou partie des quartiers d'Ipelcé, de Baoghin, de Bilibambili, de Koulouba et de Tiendpalgho, était de redonner à la ville le visage d'une capitale moderne et dynamique. La réalisation de ce projet s'est concrétisée par l'implantation au centre-ville de nouvelles zones résidentielles, administratives et commerciales destinées à remplacer des quartiers populaires en voie de saturation et des infrastructures vétustes, encombrées et bien peu fonctionnelles.

Mais là aussi, l'opération de rénovation qui vit la construction de cités, d'immeubles regroupant ministères ou commerces et celle d'un nouveau marché central (remplaçant celui rasé en 1987 en raison de son environnement sanitaire déplorable) entraîna le déguerpissement d'une partie de la population. Ce déguerpissement fut d'autant plus brutal que les préavis

d'expulsion n'excédèrent pas 1 à 3 mois et qu'aucune politique "d'accompagnement" (aide au relogement ou indemnisation) ne fut proposée. C'est par leur propres moyens que les déguerpis durent chercher à se reloger dans les nouveaux quartiers lotis de la périphérie (MARIE, 1990).

Pendant que se déroulaient ces diverses interventions, un important programme de construction de logements "sociaux" était également engagé par l'État au profit de la classe moyenne. C'était une première dans la politique urbaine du pays, les sociétés publiques n'ayant produit qu'une centaine de logements, au demeurant fort coûteux, depuis l'indépendance...

Regroupés en cités, ces nouveaux logements consistent pour la plupart en des villas individuelles, d'une superficie moyenne de 40 à 80 m<sup>2</sup>, construites sur des parcelles de 300 m<sup>2</sup> environ. A cet ensemble s'ajoutent quelques immeubles comportant appartements et boutiques.

La localisation, dans l'espace urbain ouagalais, de ces différentes cités dont la construction a rythmé les anniversaires de la révolution de 1983, permet de faire la distinction suivante :

- les cités du centre ville, soit environ 1 950 logements :

- Cité AN II, 238 villas au secteur 6;

- Cité AN III, 204 villas et 92 appartements au secteur 3 (ancien quartier de Bilibambili);

- Cité AN IV A, 52 villas et 4 immeubles au secteur 5 (ancien quartier de Tiendpalgho);

- Cité des "1 200 logements" au secteur 14

- Cité de la SOCOGIB (Société de Construction et de Gestion Immobilière du Burkina), 75 villas, 6 immeubles et 72 appartements au secteur 13.

- les cités de la périphérie (environ 780 logements), destinées à créer de nouvelles zones d'attraction susceptibles de décongestionner le centre ville :

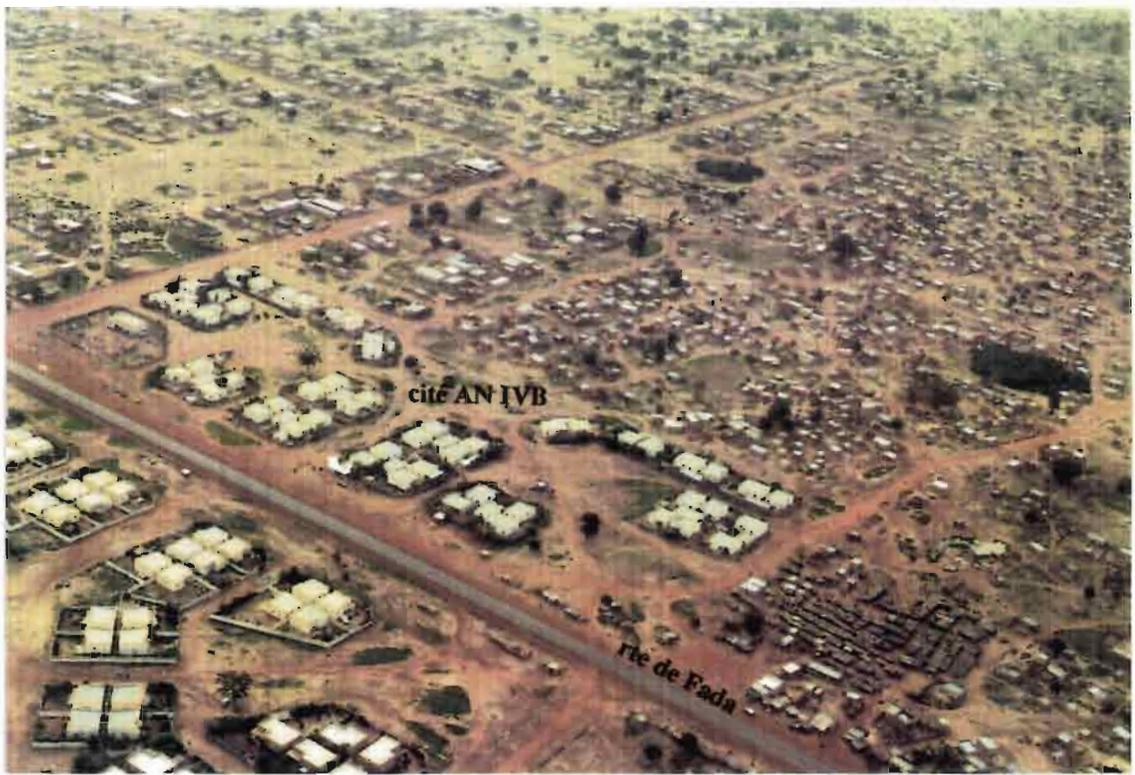
- Cités AN IV B, 97 villas aux secteurs 21, 18, 27 et 15 (anciens quartiers de Tampouy, Pissy, Bendogo et de la Patte d'Oie);
- Cité de l'Avenir, au secteur 28 (ancien quartier Bendogo);
- Cités de la SOCOGIB, 153 villas aux secteurs 15, et 228 au secteur 25.

Très rapidement toutefois, les conditions d'accès à ces nouvelles résidences mises en location-vente se sont révélées telles qu'elles n'ont plus concerné qu'une très étroite frange de la population. Même très fortement subventionnés, (les loyers consentis sont sans rapport avec l'équilibre financier de l'opération), les loyers mensuels sont restés compris entre 10 000 et 63 000 F CFA. Faute de capacité d'épargne suffisante et en l'absence de système de prêt accessible aux populations à revenu faible ou irrégulier, ces logements "sociaux" sont donc demeurés hors de portée de plus de 90 % des ménages ouagalais (OUATARA, 1990).

Quoiqu'il en soit, et malgré certaines incohérences, insuffisances ou dérapages de cette très ambitieuse politique urbaine initiée en 1983, plus de 100 000 parcelles loties avaient été mises à la disposition de la population dès 1989. Le taux d'occupation moyen des lots étant estimé à 7 personnes, le nouveau pouvoir révolutionnaire pouvait espérer réussir son pari de stopper l'expansion spatiale de la ville et de contrôler sa croissance démographique.

#### *d - l'inexorable reprise des implantations spontanées*

Pourtant, le répit ne devait être que de très courte durée, sinon inexistant. Les photographies aériennes acquises à l'occasion d'une mission de prise de vues effectuée au mois de novembre 1988 montrent le redémarrage de l'habitat spontané. Les images Spot que nous avons utilisées, (et les photographies que nous avons prises), confirment, nous le verrons, ce redéploiement. Le développement se manifeste principalement dans le quart sud-ouest de l'agglomération, aux limites des derniers lotissements des secteurs 15, 16, 17 et 19 (de la Patte-d'oie aux limites du camp militaire), mais aussi vers l'est, aux franges des secteurs 25, 26, 27 et 28.



a - route de Fada. Noter la très petite taille des nouvelles constructions "illégales" en comparaison des logements des cités.

b - route de Léo. Au delà d'une nouvelle cité édifée en 1989, l'habitat spontané fait encore reculer l'espace agricole péri-urbain.



**Planche photographique 6.**  
**La reprise des implantations spontanées**



A la périphérie des derniers lotissements, s'installent en premier lieu tous ceux qui n'ont pas eu d'autres choix, c'est à dire les plus pauvres, ceux dont les revenus sont trop faibles, trop irréguliers pour permettre d'accéder aux parcelles dégagées lors des programmes de lotissement, ou au marché locatif dont la saturation progressive en centre ville est cause d'une forte inflation des loyers. Comme l'indique si justement JAGLIN (1991) : *"l'exil en périphérie et la marginalisation juridique constituent (pour eux) la seule façon d'intégrer géographiquement la ville"*.

A contrario, s'établissent aussi définitivement dans ces nouveaux périmètres "spontanés" ceux qui possèdent les capacités, financières et/ou politiques, d'"imposer" leur décision et d'obtenir dès lors un titre de propriété malgré l'illégalité de leur installation. Le procédé est flagrant dans la zone d'habitat qui s'est développée le long de la rive sud du plan d'eau n° 2. Les quelques ménages "influent" qui ont choisi de s'y installer peuvent, sans grande inquiétude, espérer bénéficier des avantages du site (proximité du centre-ville, faibles densités, cadre de vie) quand son aménagement sera, inévitablement, réalisé (extension des réseaux, assainissement, ...).

Cependant, ces deux catégories sociales que tout sépare ne constituent pas les plus gros contingents des nouveaux "illégaux". De fait, il apparaît que l'ensemble du corps social se trouve représenté parmi les 10 000 à 11 000 personnes qui s'installent chaque année à la périphérie de la ville légale (chiffres communiqués par Madame OUEDRAOGO, Géographe de l'Université de Ouagadougou).

Conséquence indirecte et négative de la politique de lotissement systématique engagée par les pouvoirs publics depuis 1983, la spéculation foncière sur les terrains de la moyenne et de la lointaine périphérie est en effet devenue une véritable institution dans la capitale. De fait, les dispositions prises depuis 1983 ont largement favorisé les "propriétaires coutumiers-résidents" lors des phases d'attribution des parcelles qui accompagnaient les opérations de restructuration. Il n'est donc pas étonnant que de nombreux Ouagalais aient pris conscience qu'un investissement minimal réalisé sur une parcelle "acquise" auprès d'un chef coutumier assurait, plus ou moins automatiquement, même si le risque persiste, l'attribution d'un lot en

cas de déguerpissement (HASKONING, 1985). Beaucoup de Ouagalais se livrent dès lors à une véritable "course aux parcelles" en s'efforçant d'anticiper, souvent plusieurs années à l'avance, les opérations de lotissement qui ne manqueront pas de se produire à plus ou moins brève échéance.

Certains, qui disposent des capitaux et de l'"autorité" nécessaires, choisissent de "dispenser" dans la périphérie, épouses, fils aînés ou dépendants majeurs comme autant de "propriétaires" de parcelles acquises sur le marché parallèle. Le but est bien évidemment de s'assurer un statut d'ayant droit sur les lots lors des recensements préalables aux opérations de restructuration. S'il existe un certain effort d'aménagement de ces parcelles, leur occupation reste toutefois temporaire, l'objectif étant atteint le jour où une parcelle légale, correspondant ou non à la précédente, est finalement attribuée.



**Planche photographique 7. "Pigeonniers" le long de la route de Fada**

D'autres, les plus nombreux, se contentent d'édifier sur "leur" parcelle une pseudo-résidence, un "pigeonnier" comme on l'appelle sur place. Les constructions sont alors plus que sommaires, et même inhabitables, car on n'en a généralement réalisé que les murs. Pour les "propriétaires", ces parcelles constituent une sorte de capital foncier jouant le rôle d'épargne et de sécurité. Mais cette forme de micro-spéculation familiale à laquelle adhèrent de nombreux

ménages modestes n'est pas sans conséquences spatiales. Dans l'attente de futures opérations d'urbanisme, de vastes superficies de la périphérie ouagalaise présentent aujourd'hui l'aspect d'un paysage semi-urbain désolé. Presque vides d'hommes, hérissées de baraques à l'abandon, elles donnent une vague impression de malaise et font craindre, pour l'avenir, une dangereuse aggravation de l'horizontalité de la cité.

### **3. LES ACTEURS DE L'URBANISATION : LA TUTELLE ÉCLATÉE DE L'ÉTAT**

Si l'on tient compte des taux d'accroissement démographique observés depuis 1975, taux qui restent dans la capitale supérieurs à 9 % par an, la population actuelle (1992) de Ouagadougou peut raisonnablement être estimée à plus de 700 000 personnes. (Monsieur DELAPIERRE, de la Banque mondiale, avançait le chiffre de 688 000 habitants pour 1990 lors de l'entrevue que nous avons pu avoir avec lui). Si cette tendance devait se prolonger, la capitale compterait à la fin du siècle près de 1 630 000 habitants! L'ampleur de cette croissance est plus que préoccupante. Cependant, il paraît difficile d'en envisager un ralentissement significatif qui permettrait de ramener, dans la décennie qui vient, l'augmentation de la population ouagalaise à des niveaux un peu plus raisonnables.

Le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme dont l'élaboration avait débuté en 1978, mais qui ne fut finalement adopté qu'en 1986 (donc 8 ans plus tard), paraît de ce fait déjà bien dépassé. Ce SDAU, qui devait servir de cadre aux interventions des pouvoirs publics jusqu'à l'horizon 2000, tablait en effet sur une croissance moyenne de 5 % par an jusqu'à cette date. A ce taux, la capitale n'aurait compté que 422 000 habitants en 1990, et 685 000 dix ans plus tard... La rapidité des transformations de l'espace urbain ouagalais, les bouleversements politiques et les "réalités" économiques ont donc rendu irréalistes la plupart des objectifs de ce schéma directeur (à commencer par les normes d'équipements : desserte en eau; réseaux de voirie, d'électricité, d'assainissement; écoles... (HASKONING, 1985)

La tâche qui attend les responsables politiques et les planificateurs en charge du développement de la capitale semble donc bien périlleuse. Tout développement équilibré exige des choix et des mesures rapides. Il implique également de gros moyens, techniques et financiers. Mais le contexte politique dans lequel s'effectuent les prises de décisions et les réalités économiques actuelles paraissent devoir faire de cet objectif essentiel un défi bien difficile à relever.

Ainsi, depuis l'indépendance, et quels que soient les régimes en place, la municipalité de Ouagadougou a eu les plus grandes difficultés à bénéficier d'une quelconque liberté d'action lui permettant de définir et d'exécuter "sa" politique urbaine. Capitale politique et économique, espace éminemment stratégique, Ouagadougou est généralement demeurée soumise à la tutelle de l'État. L'essentiel des décisions venant des plus hautes sphères politiques, la gestion de la ville échappe pour la plus grande part aux principaux intéressés, c'est à dire aux Ouagalais eux-mêmes.

De fait, le maire et ses conseillers municipaux ont été rarement élus par leurs concitoyens, la commune de Ouagadougou "bénéficiant" la plupart du temps d'un statut particulier. Des représentants de l'État (maire nommé en conseil des ministres, préfet, ...) assurent, dans ces conditions, l'administration de la capitale. En 1983, malgré sa volonté de rompre avec les pratiques passées, le pouvoir révolutionnaire n'échappera pas lui-même à ce besoin de main-mise. Ainsi, alors qu'il avait été envisagé que le maire soit élu par les CDR (comités de défense de la révolution, eux-mêmes élus dans chacun des 30 secteurs qui redécoupent la capitale), la commune de Ouagadougou sera en fait directement administrée par un tout nouveau serviteur de l'État, le Haut-Commissaire. Si celui-ci se trouve normalement placé à la tête d'une des 30 provinces créées à l'échelon national, ses attributions se voient en effet élargies dans le cas de la province du Kadiogo (1 169 km<sup>2</sup>), dont Ouagadougou constitue le chef-lieu. Une fois encore, la municipalité ne conserve qu'un pouvoir de gestion minimal sur quelques services urbains.

Le nouveau changement de pouvoir intervenu à la suite du coup de force d'octobre 1987 qui a vu le renversement de Thomas SANKARA par une nouvelle junte militaire menée par

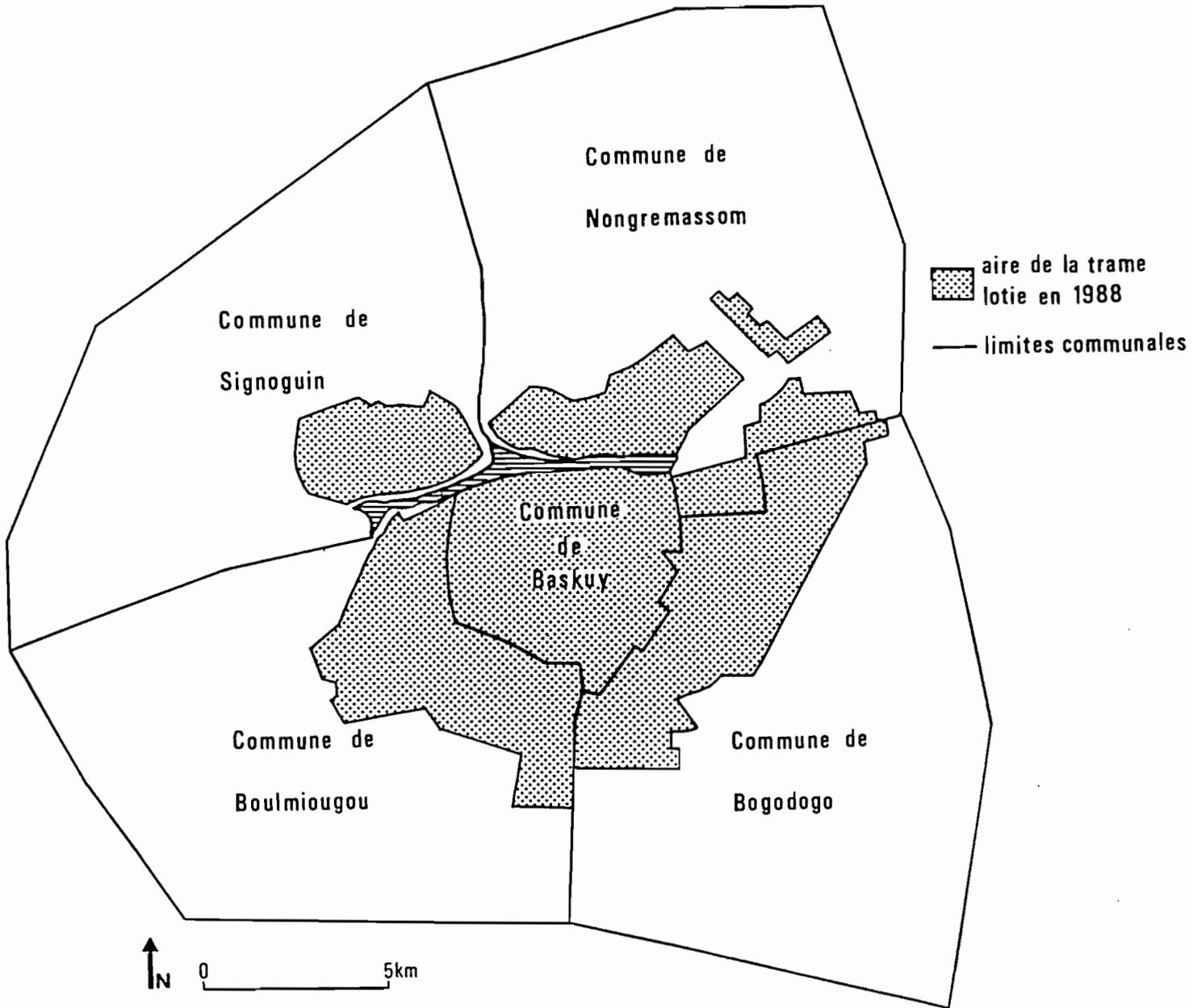
Blaise COMPRAORE, ne bouleversera pas ce schéma. De fait, en dehors d'un redécoupage communal (subdivision de l'aire ouagalaise en 5 nouvelles communes aux maires nommés en conseil des ministres ...), le Haut-Commissaire, et donc à travers lui la Présidence, conserve toujours la haute main sur toutes les décisions qui intéressent la planification et l'aménagement de la capitale (grands investissements, infrastructures, services ou équipements...)

Cette quasi exclusion de la municipalité des sphères de décisions concernant des domaines aussi sensibles n'est pas sans effets négatifs, les personnels des services de la province ou des échelons supérieurs (qui n'ont à affronter aucun verdict électoral) se révélant dans l'ensemble peu motivés. De fait, cette "passivité" découle en grande partie de l'éclatement et de la dispersion des tâches et des acteurs en charge des questions d'urbanisme. Les conflits de compétence entre services, directions et ministères, entre l'État, la province et la municipalité sont d'ailleurs fort nombreux. En l'absence de responsabilités bien délimitées, les conflits latents, la concurrence, le manque de concertation et de coordination (chacun gère son domaine en vase clos) sont source de nombreuses incohérences dans la définition et l'exécution des projets et peu favorables aux initiatives. ZERBO (1981) a très bien dénoncé cette situation. Il écrit ainsi que : *"presque tous les services des différents secteurs pris isolément se plaignent du manque de coordination. "Le courant ne passe pas" disent-ils, "ce qui fait que maintes fois l'on empiète sur le domaine d'autrui. Parfois, dans l'impossibilité de savoir qui doit faire quoi au juste, on s'observe et au moment où l'on se décide, d'un côté ou de l'autre, les données ne sont plus les mêmes". Les contradictions qui traînent finissent par s'aggraver et l'on voit se généraliser une espèce de "Ponce Pilatisme" administratif."*

Aussi n'est-il pas étonnant que les politiques d'urbanisme successives se soient longtemps bornées à poursuivre des opérations de lotissements classiques.

Cette ambiguïté des compétences et ces rivalités, si préjudiciables à l'élaboration d'une politique urbaine réaliste, sont particulièrement mises en lumière par l'instabilité chronique des services de l'Urbanisme, de l'Architecture, de l'Habitat et du Cadastre. Au fil des années et selon les pouvoirs en place, ces derniers n'ont en effet jamais cessé de changer de tutelle et se sont souvent trouvés réunis, ou partagés, entre les grands ministères de l'Équipement, des

Figure 37.  
Réorganisation communale de Ouagadougou - 1988



Source : JAGLIN (1991)  
d'après IGB

Finances et de l'Intérieur. Cela est d'autant plus dommageable qu'ils ont à subir la concurrence de services extérieurs (comme les Domaines), celle de multiples structures juxtaposées (commissions) ou bien encore celle des services de la Présidence qui finissent de diluer un peu plus les responsabilités (JAGLIN, 1991).

Les contraintes économiques constituent également une énorme difficulté qui hypothèque fortement les chances de parvenir à un développement équilibré de la capitale.

Les revenus de la municipalité comme ceux de la province se révèlent être de fait très insuffisants. Les dépenses d'investissement que permettent les recettes disponibles (impôts, taxes, patentes, ...) suffisent en effet à peine à maintenir en l'état les infrastructures et les équipements existants. La municipalité comme la province sont dès lors bien incapables de réaliser l'ensemble des aménagements qui font si cruellement défaut dans la périphérie. Il est d'ailleurs à craindre qu'avec le gonflement prévisible de la population ouagalaise (principalement dans ces quartiers périphériques), les services publics ne délaissent une frange toujours plus importante de l'ensemble des citoyens.

Aussi, le financement des grandes opérations concernant les infrastructures les équipements dépend-il essentiellement aujourd'hui des caisses de l'État ou des bailleurs de fonds étrangers. Mais les aides, les subventions ou les prêts tendent à se faire nettement plus modestes dans le contexte économique actuel, de sorte que planification des aménagements futurs (et si nécessaires) reste liée aux incertitudes de ces financements.

Une plus grande responsabilisation des services municipaux ou provinciaux, et une meilleure mobilisation des ressources financières disponibles pourraient cependant permettre d'améliorer les capacités d'intervention des autorités locales. Il existe de fait un grand programme impliquant cinq ministères, au premier rang desquels le Ministère des Finances et du Plan, qui vise au renforcement des capacités administratives, financières et organisationnelles des collectivités locales décentralisées. Financé par la Banque mondiale qui en est la grande instigatrice, ce "2<sup>e</sup> Projet Urbain" doit dans un premier temps s'appliquer aux communes de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso qui ont été choisies pour tester le modèle.

Quatre composantes constituent l'essentiel de ce projet (1990-1995) qui devrait donner aux municipalités de nouveaux moyens d'intervention :

- renforcement des institutions communales et amélioration de la gestion locale ; formation d'un personnel compétent et responsable, rompu aux techniques budgétaires et au contrôle des travaux;
- mobilisation accrue des ressources fiscales afin d'augmenter les recettes des municipalités (à l'heure actuelle, 40 à 50 % des Ouagalais échappent à l'impôt immobilier, et les patentes, vignettes et autres taxes sont très loin de fournir les revenus potentiels);
- mise en place d'un système d'informations urbaines et constitution d'un fichier urbain informatisé. La réalisation d'un cadastre (système d'adressage avec nom des rues et numéros) doit permettre l'identification des concessions et donc, des contribuables... Notons également qu'un tel fichier devrait faciliter la programmation des investissements; l'Institut Géographique de Burkina et le service du Cadastre sont étroitement associés à sa mise en place;
- renforcement des services techniques municipaux pour conduire la réhabilitation des infrastructures (essentiellement la voirie), la collecte des ordures ménagères et l'assainissement des marigots.

Ambitieux, ce projet paraît toutefois difficile à mettre en oeuvre car les pouvoirs publics paraissent peu enclin à abandonner une grande part de leurs prérogatives au profit des municipalités, et les conflits de compétence restent un sérieux écueil. De plus, la distribution des crédits d'investissement ne semble pas susceptible d'améliorer grandement les conditions de vie dans les quartiers périphériques. En effet, la réhabilitation de la voirie concernant presque uniquement les principaux axes, rien ne devrait être fait pour les voies secondaires et tertiaires des nouveaux lotissements. Le véritable désenclavement de ces quartiers n'est donc pas pour demain.

Les pouvoirs publics se trouvent d'autre part confrontés à la reprise inexorable d'une croissance "spontanée" de la capitale. Jusqu'à présent, Ouagadougou a pu bénéficier d'une assez bonne "couverture" aérienne de la ville. La cartographie de la ville est récente, et un fond de plan a été réalisé au début des années 1990 sur l'ensemble des périphéries en cours de restructuration. Mais il n'est pas certain que le Burkina Faso puisse poursuivre encore longtemps sa politique de couverture systématique (à intervalle de quelques années) de la capitale. Avec l'extension rapide des superficies urbanisées, les coûts vont rapidement devenir prohibitifs. Les images-satellite Spot sont elles en mesure de répondre aux besoins d'une cartographie générale et régulière de la capitale ?

#### **4. L'OUTIL SPOT**

##### **A - les images utilisées**

Le climat de Ouagadougou, ville de la zone soudanaise, se caractérise par une longue saison sèche qui dure de novembre à avril. Au cours de cette période, nombreux sont les jours sans l'ombre d'un nuage... Ceci facilite bien évidemment l'acquisition d'images Spot pleinement exploitables. Selon les statistiques de SPOT IMAGE, la probabilité de pouvoir acquérir une image de cette ville ayant moins de 10 % de nuages est d'ailleurs de 1, du mois d'octobre au mois de mai (cf. tableau 5, p. 166). Tout comme pour Nairobi, un suivi régulier de Ouagadougou est donc parfaitement envisageable. Toutefois, il ne faut pas oublier que certaines images de cette zone pourront être "voilées" (modifications importantes des radiométries) par les poussières soulevées par l'harmattan qui souffle à cette saison. Certaines précautions dans le choix précis des dates d'acquisition sont donc à prévoir.

Les mêmes contraintes que nous avons connues lors de la sélection des images de Nairobi (recherche de couples d'images, intervalle de temps, angles de visée, etc.), nous ont amené à retenir les scènes décrites au tableau 9.

Là encore, tous les critères de sélection n'ont pu être respectés. On constate ainsi qu'il existe un peu plus de deux mois d'écart (novembre 1987 et janvier 1988) entre les deux scènes

du premier couple d'images. L'image panchromatique est de la fin de la zone de transition (la saison des pluies se termine en septembre), alors que la scène multispectrale a été acquise en début de saison sèche. Cet écart ne s'est cependant pas révélé "radiométriquement" préjudiciable comme l'ont confirmé nos vérifications ultérieures.

KJ (repérage géographique sur grille Spot)	mode	date	angle de prise de vue	élévation solaire	azimut
054/325	XS	11/01/88	11.8°W	+48.3°	+144.9°
054/325	Pan	04/11/87	01.9°E	+58.3°	+149.3°
053/325	XS	27/11/89	vertical	+52.5°	+152.5°
053/325	Pan	27/11/89	vertical	+52.5°	+152.5°

**Tableau 9. les images Spot utilisées pour l'étude de Ouagadougou**

Ce type de difficultés ne s'est pas posé pour le second couple d'images de 1989 puisqu'il s'agit en effet d'un couple "XS+P". L'enregistrement quasi simultané, et à la verticale, des deux scènes simplifie de fait dans une large mesure les problèmes de recalages géométrique et radiométrique. Ce second couple est toutefois assez rapproché du premier, deux ans à peine les séparant. Il n'a pas été toutefois possible de disposer de scènes plus récentes, acquises en 1990 ou 1991, date de notre séjour sur place. Un tel choix nous aurait en effet contraint à renoncer soit à un couple d'image XS+P, soit à une étude globale de la ville (certaines scènes plus récentes ne recouvrent qu'une partie de celle-ci), soit enfin, à des scènes acquises à la même saison (le couple de 1989 étant lui aussi du mois de novembre). Rappelons cependant une fois encore qu'une demande de programmation à SPOT IMAGE permettrait sans aucun doute de lever ce genre de difficultés.

Contrairement à Nairobi, il n'y a eu aucun problème pour couvrir la ville entière. Ouagadougou est entièrement visible sur les quatre images (entièrement dépourvue de nuages) aussi bien sur les deux scènes entières XS que sur les deux mosaïques panchromatiques de



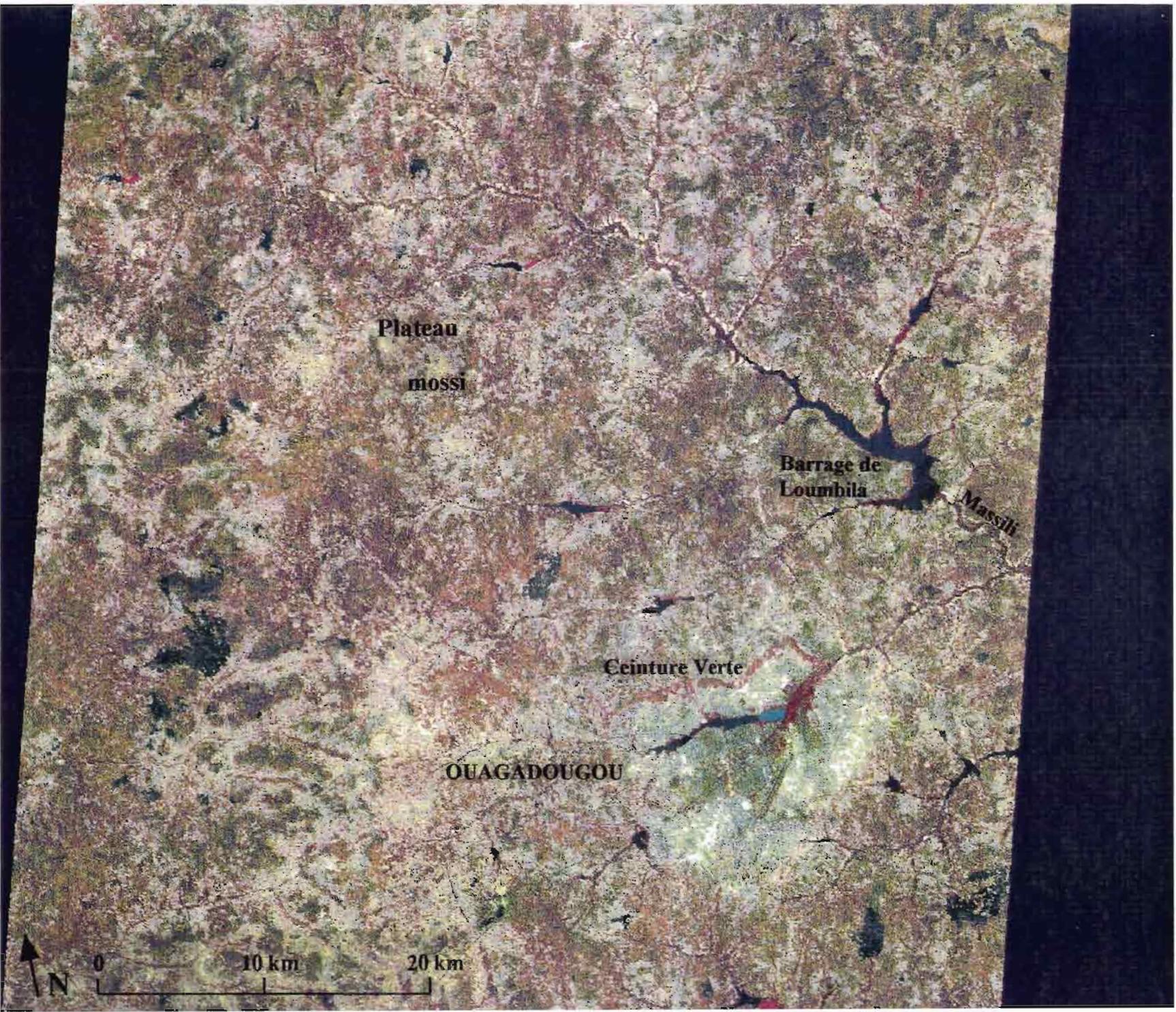


Figure 38. Le site de la capitale  
composition colorée : XS 1, XS 2, XS 3  
scène entière du 27/11/89, résolution de 20 m, © CNES

20 km sur 20 km. La forme plus "ramassée" de Ouagadougou lui permet en effet de tenir entièrement sur ces mosaïques, ce qui n'était pas le cas de Nairobi.

## **B - l'apport des images-satellite**

### *a - la dégradation du site de la ville*

La première image-satellite que nous présentons ici est une composition colorée standard de la scène entière XS de 1989 (figure 38). Cette image est intéressante à plus d'un titre car elle nous permet de replacer Ouagadougou dans son environnement.

Sur ce document, la ville apparaît avant tout comme une tache vert clair que l'on discerne dans l'angle sud-est. Des surfaces très réfléchissantes dans toutes les longueurs d'onde (de là leur couleur blanche), semblent délimiter les périphéries sud-ouest, est et nord de la capitale. On peut immédiatement songer à une auréole de sols clairs mis à nus, et donc très sensibles à l'érosion. Le chapelet de barrages (en noir) qui a tendance à couper aujourd'hui la ville en deux est également bien visible. L'image montre que de nombreuses autres retenues d'eau ont été créées tout autour de la capitale sur les affluents, plus ou moins temporaires, du Nazinon (celui-ci coule à quelques dizaines de kilomètres à l'est de la scène). A l'aval de ces différentes retenues, des taches d'un rouge vif signalent presque partout de petits périmètres agricoles, sauf à Ouagadougou même où il s'agit du Bois de Boulogne.

Mais cette image de saison sèche est surtout révélatrice de la dégradation de l'environnement de la grande périphérie de la capitale. De vastes surfaces aux teintes claires ou vertes apparaissent en effet en grand nombre sur cette scène. Le vert de la composition colorée correspondant à une prédominance de la réflectance des objets dans le rouge, ces surfaces doivent être interprétées comme autant de cuirasses latéritiques qui affleurent quand les sols sableux déjà dénudés (les taches claires) sont décapés. Les brûlis récents (en vert sombre), la pression démographique sur cette partie du plateau mossi, et les besoins en bois de feu de la capitale ne sont, sans aucun doute, pas étrangers à cette dégradation du plateau. La comparaison de nos images avec des photos de scènes Landsat MSS acquises au tout début des années 1970 montre à quel point le couvert arboré de cette zone a regressé, et cette disparition est lourde de

menaces. Des scènes successives, sélectionnées en début de saison des pluies (époque la plus favorable car la végétation verte se "détache" bien, seraient de ce point de vue très intéressantes pour suivre l'évolution de l'environnement de la capitale.

*b - vue de Spot, la ville de Ouagadougou en 1989*

La figure 39 est une composition colorée XS+P centrée sur la ville elle-même. L'intégration des informations spatiales du canal panchromatique aux données multispectrales a rendu nécessaire un recalage d'image car, bien que acquises le même jour, ces deux scènes ne sont pas directement superposables. Une quarantaine de points d'appui soigneusement sélectionnés sur les deux images nous ont permis de parvenir à un recalage qui avoisine encore le "pixel près" sur l'ensemble de la partie commune (20 km sur 20 km).

A la première lecture de cette composition colorée dont l'échelle est d'environ 1/84 000<sup>e</sup> - soit la même échelle que celle de la figure 35 (p. 276) et la comparaison est intéressante - une constatation semble, à notre avis, s'imposer. En effet, si la trame générale du réseau des voiries, la piste de l'aéroport, et la forme géométrique de quelques grands bâtiments n'étaient là pour aider le photo-interprète, il serait bien difficile de différencier la ville de son milieu environnant à l'aide des seules radiométries. Le postulat selon lequel la ville, milieu minéral et hétérogène, se distingue de son environnement périphérique plus homogène et "végétalisé" est ici peu vérifié! Il paraît donc difficile de se baser dans ce cas sur un indice de végétation ou le calcul d'un écart-type local pour isoler la tâche urbaine d'une ville comme Ouagadougou...

L'intégration des notions de texture et de structure dans les opérations de classifications automatiques étant encore complexe comme nous l'avons déjà indiqué, cette image montre également, (Nairobi en est un autre exemple), qu'une classification radiométrique a peu de chance d'aboutir à un résultat satisfaisant (cf. figure 10). Ici encore, les radiométries des différentes classes sont souvent trop proches les unes des autres, et les corrélations des canaux bruts (trop) fortes, pour être en mesure de lever les confusions inter-classes qui ne manquent pas de se produire.

↑ N 0 1 km 2 km échelle approx. : 1/84 000<sup>e</sup>

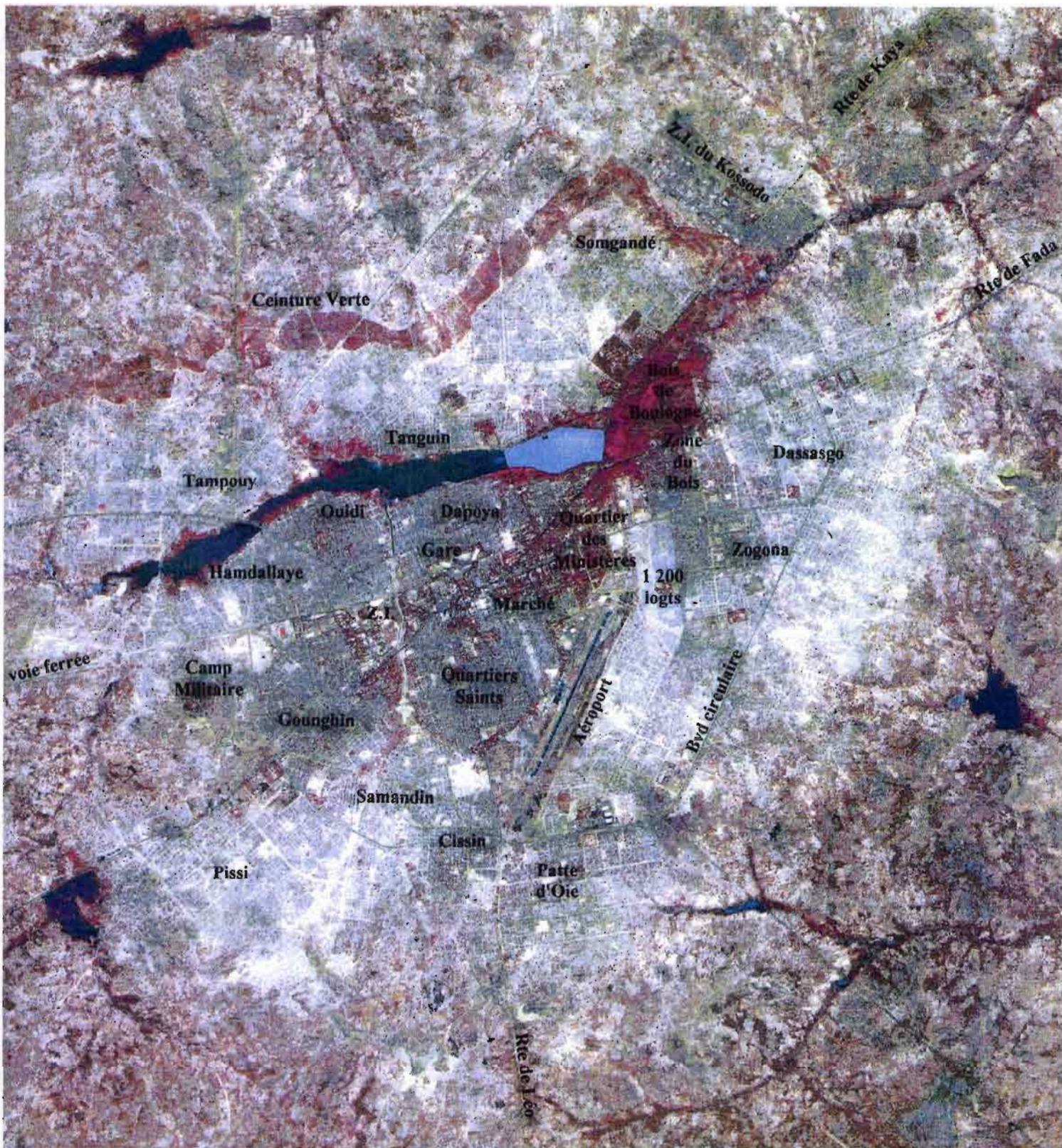


Figure 39. Ouagadougou vue par Spot  
composition colorée : XP 1, XP 2, XS 3  
scènes du 27/11/89, résolution de 10 m, © CNES



Canaux	XS 1	XS 2	XS 3	Pan
XS 1	1.00	0.96	0.56	0.93
XS 2		1.00	0.65	0.94
XS 3			1.00	0.57
Pan				1.00

**Tableau 10. Matrice de corrélation des canaux du couple d'image de 1989**

Canaux	XS 1	XS 2	XS 3	Pan
XS 1	1.00	0.96	0.71	0.82
XS 2		1.00	0.76	0.83
XS 3			1.00	0.54
Pan				1.00

**Tableau 11. Matrice de corrélation des canaux du premier couple d'image (1987-1988)**

Cette image générale de la capitale du Burkina Faso démontre donc tout l'intérêt d'une approche de photo-interprète. En effet, une lecture prenant en compte simultanément les teintes, la texture, la structure, et une bonne connaissance de l'agglomération, permet d'entreprendre une riche étude de celle-ci.

Il devient en effet possible de "lire" l'organisation et de retracer l'histoire de Ouagadougou. La ville lotie des années 1970 (figure 32, p. 262), coincée - à l'exception de Zogona - entre le grand camp militaire à l'est, le chapelet de barrages au nord et l'aéroport à l'est, s'individualise ainsi très bien par ses teintes où prédominent le rouge et le vert. Au sein de cet ancien tissu urbain (parfois remanié), une sorte de "noeud papillon" à dominante rouge (témoignage d'un important couvert arboré) identifie le "vieux" coeur industriel (zone de Gounghin à l'ouest), administratif et commercial (gare et marché au centre), et résidentiel aisé à l'est (quartier des ministères, Zone du bois ). Dans ces différentes zones, les bâtiments de grandes dimensions et les principales artères sont bien visibles. Notons immédiatement qu'il

existe ici une énorme différence d'échelle entre l'étendue des quartiers résidentiels aisés (arborés) de Ouagadougou et celle de Nairobi... Ce ne sont pas tout à fait les mêmes extensions! (Mais est-ce vraiment étonnant quand on compare l'ex "Bancoville" d'un État dans l'ensemble déshérité et la capitale triomphante du plus riche pays (touristique) de l'Afrique de l'Est ?)

Bordant la zone centrale, les anciens quartiers lotis : Ouidi, Dapoya, les Quartiers saints, Gounghin, Zogona, etc., présentent une dominante verte ponctuée d'un fouillis de points rouges. Le plan géométrique en damier de ces quartiers est perceptible. L'arrangement des couleurs traduit bien l'organisation au sol : des rues, le plus souvent en latérite (réseau vert clair car la latérite est rouge), qui se recoupent à angle droit et délimitent des lots de parcelles arborées (la plupart des parcelles comptent généralement un manguier).

Des secteurs lotis plus récents comme Cissin, la Patte-d'oie ou Hamdallaye se reconnaissent quant à eux à leurs teintes un peu plus bleues et à une moindre quantité d'arbres (quelques points rouges). La végétation qui a été replantée après les différentes opérations de lotissement n'est pas encore très développée...

Cette absence de végétation est encore plus manifeste dans les anciennes zones spontanées de la périphérie qui ont été loties depuis 1985 à la suite du grand projet de restructuration décidé par Thomas SANKARA. Ces derniers secteurs se signalent en effet par leur teintes claires (le blanc, le bleu et le violet l'emportent ici). Ces quartiers récemment restructurés prédominent au sud-ouest et à l'est de l'aéroport, ainsi qu'au nord des barrages, entre ceux-ci et la "ceinture verte" qui fut créée afin de constituer une réserve forestière et un "rempart" contre les vents desséchants venant du nord; (les limites très nettes de cette zone boisée confirment, par opposition, l'état de dégradation du milieu aux abords de la ville). L'image rend également bien compte des obstacles à la circulation vers le centre-ville que sont le chapelet des barrages (aux eaux plutôt troubles - du vert au bleu - pour une source d'eau potable...) et l'emprise de l'aéroport (maintenu sur son site en 1984). Ils renforcent de fait la ségrégation spatiale et l'"éloignement" de certaines périphéries.

La viabilisation sommaire des nouveaux secteurs de la périphérie se traduit par la disposition géométrique du réseau de la voirie (les sols sableux clairs récemment mis à nus sont

très réfléchants). Mais de vastes surfaces dénudées sans structure apparente se distinguent également. Ces périmètres peuvent signaler des secteurs dans lesquels la restructuration bat son plein, mais aussi des zones dans lesquelles la reprise du lotissement spontané est en cours. Dans tous les cas de figure, ces sols dépouillés de toute couverture végétale sont très gravement menacés par l'érosion. Nous verrons (figure 44) qu'il est possible, grâce au satellite, de suivre l'extension de ces zones dénudées. Une telle connaissance est absolument nécessaire si l'on veut parvenir à stopper, ou au moins à réduire, ce grave problème qui menace tous les aménagements présents et futurs de ces zones.

Les secteurs spontanés anciens (tous n'avaient pas été réhabilités quand la scène fut enregistrée) présentent une teinte vert foncé/vert clair, sans structure, ni forme géométrique visibles. Un tel quartier apparaît entre la limite sud-est de la vaste cité des 1 200 logements (la seule des cités qui se distingue bien) et le Boulevard circulaire. On voit une nouvelle fois la difficulté qu'il peut y avoir à délimiter ces zones d'habitat spontané qui sont, tant au niveau des radiométries que de la texture, très "proches" du milieu latéritique environnant.

### *c - étude diachronique de l'est de la capitale*

Notre souhait de mener à bien une étude diachronique mettant en évidence la dynamique urbaine de Ouagadougou durant cet intervalle de deux années a rendu nécessaire le recalage des deux couples d'images entre-eux. L'image panchromatique du 27 novembre 1989 fut choisie comme image de référence. Les angles d'acquisition des quatre images étant voisins les uns des autres et proches de la verticale (l'angle de visée de 11,8° vers l'ouest de la scène de janvier 1988 est encore raisonnable), le niveau de précision du recalage a atteint une nouvelle fois le pixel. L'équivalence des conditions météorologiques comme celle des élévations solaires et des azimuts a également permis de ne pas procéder à des corrections radiométriques supplémentaires.

A l'instar de ce qui avait été testé sur Nairobi, nous avons cherché à visualiser la dynamique urbaine à l'aide d'une différence d'images. Le résultat fut décevant. De même, une RVB du type : Rouge (XP 2 de 1989); Vert (XS 3 de 1988) et Bleu (XP 2 de 1987) a été réalisée. L'image qui en résulte est loin de répondre au but escompté. De fait, Ouagadougou est

bien représentative d'un type d'environnement qui se prête mal à l'emploi de ces deux méthodes. Comme il est en effet possible de le constater sur les deux compositions colorées de la partie est de la ville (figures 40 et 42, p. 310 et 313), les contrastes radiométriques sont généralement trop faibles pour différencier correctement l'évolution intervenue dans l'occupation du sol. Dès lors, si l'on procède à une "différence d'images" et à un essai de seuillage "significatif" de celle-ci, de nombreuses valeurs retenues ne seront pas du tout représentatives d'une modification réelle.

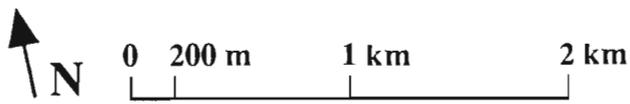
Ce constat nous a poussé à pratiquer une analyse visuelle des deux compositions colorées qui sont à une échelle d'environ 1/34 500<sup>e</sup>. Si cette méthode est souvent "condamnée" à cause de son caractère "empirique", elle n'en demeure pas moins presque inévitable dans ce type de milieu.

Les documents que nous présentons maintenant couvrent une grande partie de l'est de la ville. Ils témoignent la dynamique urbaine et l'évolution des modes d'occupation du sol à seulement deux années d'intervalle (1987-1989).

### *la situation en tout début d'année 1988*

Sur la figure 40, l'organisation d'ensemble de ce secteur de la ville apparaît assez nettement. On distingue ainsi très bien la végétation arborée du Bois de Boulogne (marécageux et en partie impraticable à la saison des pluies), la partie orientale du 3<sup>e</sup> barrage (en noir), la piste et les limites de l'aéroport.

Le boulevard circulaire (longue ligne droite SO/NE) délimite encore visiblement à cette date l'essentiel du périmètre loti; (notons ici que les variations des couleurs du boulevard tout au long de son tracé illustrent les difficultés que pourrait connaître un essai de classification exclusivement radiométrique...). Le quadrillage régulier de la voirie permet de reconnaître les zones loties. Visiblement, en ce début d'année 1988, il y a là encore peu de traces du grand programme de lotissement qui est lancé depuis fin 1985. Des quartiers comme Kalgondin, Dassasgo ou Ouayalgi ne sont pas encore restructurés. De même, la vaste cité des 1 200 logements n'existe pas encore et un quartier spontané en occupe toujours l'emplacement.



échelle approx. : 1/34 500<sup>e</sup>

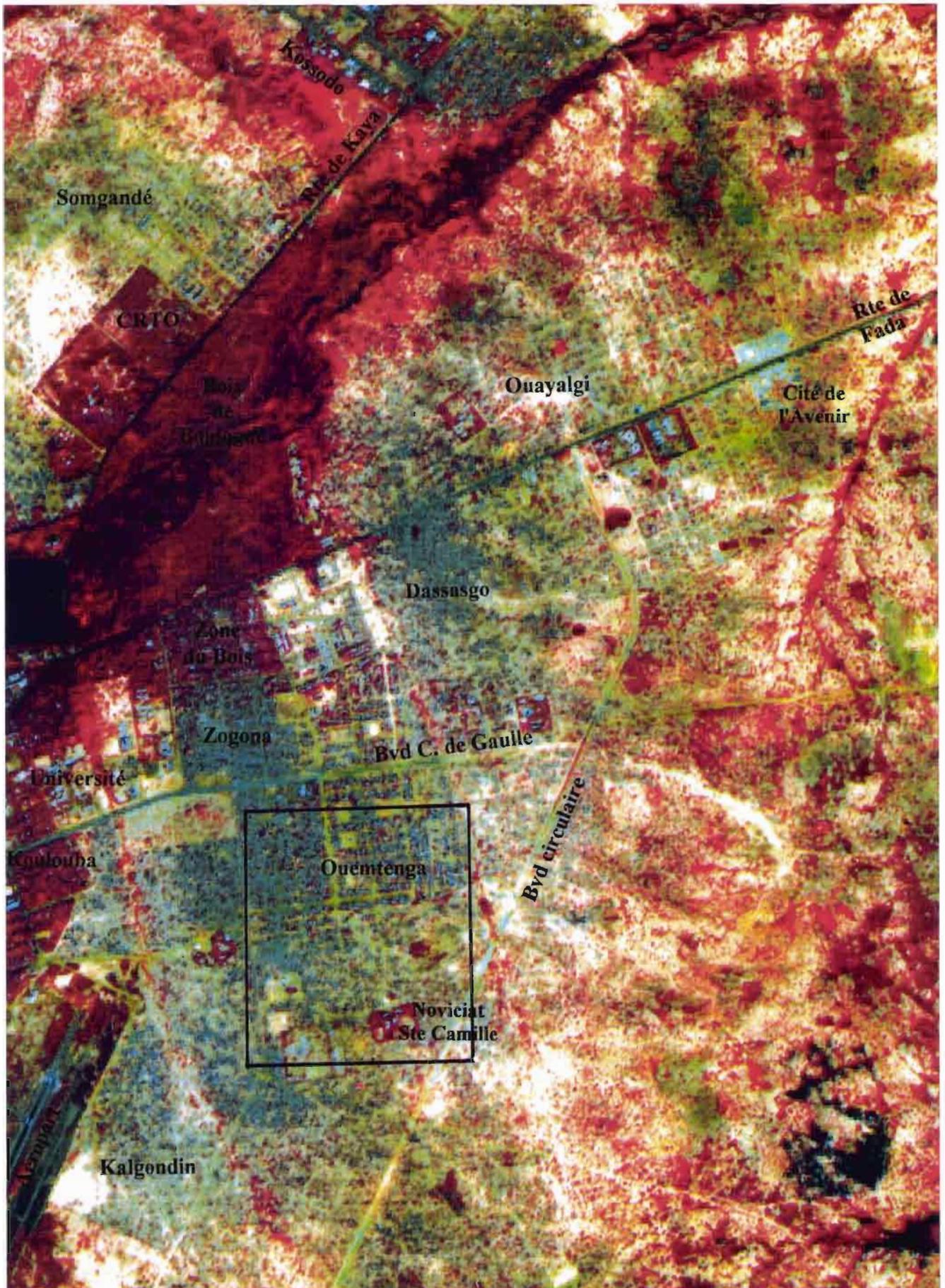


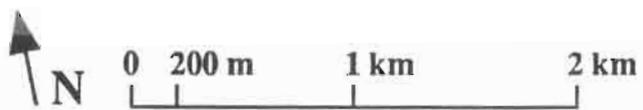
Figure 40. L'Est de Ouagadougou au début de l'année 1988  
 composition colorée : XP 1, XP 2, XS 3  
 scènes du 04/11/87 et du 11/01/88, résolution de 10 m, © CNES





**Figure 41. Fond de plan du nouveau périmètre urbain loti**

source : SDAU de Ougadougou, DGUT, décembre 1989

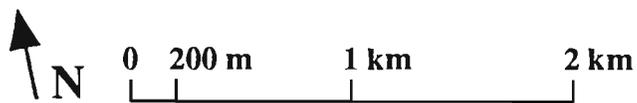


échelle approx. : 1/34 500<sup>e</sup>



Figure 41. Fond de plan du nouveau périmètre urbain loti

source : SDAU de Ougadougou, DGUT, décembre 1989



échelle approx. : 1/34 500<sup>e</sup>

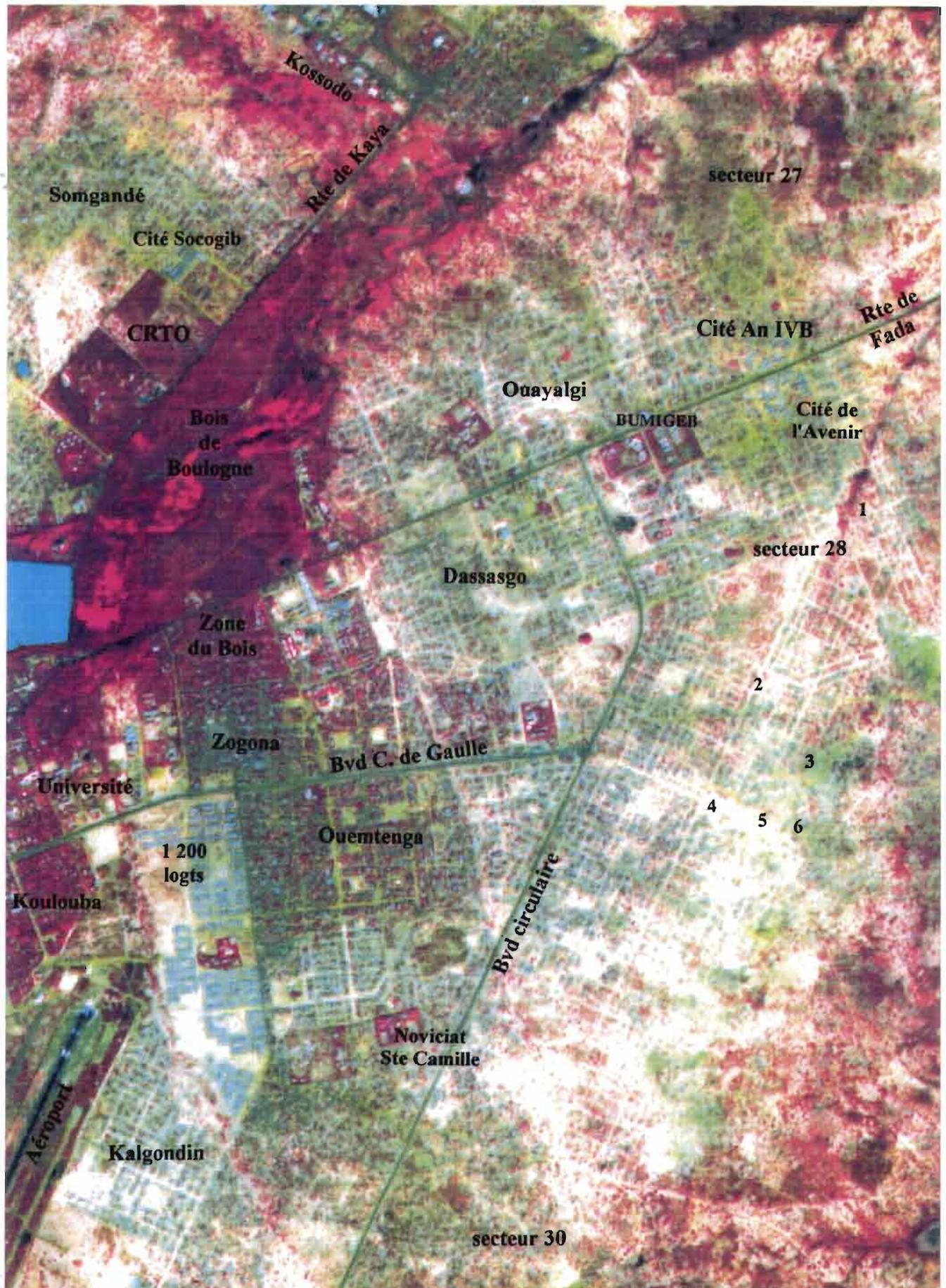


Figure 42. L'Est de Ouagadougou à la fin de l'année 1989

composition colorée : XP 1, XP 2, XS 3

scènes du 27/11/89, résolution de 10 m, © CNES



Comme on peut le constater, les quartiers spontanés présentent une teinte bleu-vert dans laquelle aucune trame n'est visible. Les limites de ces quartiers sont également difficiles à circonscrire. Cette teinte bleu-vert, que l'on retrouve en fait dans l'essentiel des zones d'habitat - à l'exception des quartiers résidentiels aisés, et boisés!, (Koulouba, Zone du bois) -, est manifestement due à la prédominance des réponses radiométriques de la latérite. Nous en prendrons pour preuve la photo *a* de la planche photographique 5 (p. 281), photographie prise lors d'un survol du quartier de Ouentenga. Sur la composition colorée, ce quartier se remarque à sa dominante verte, à sa trame vert clair géométrique et à ses multiples taches rouges. Sur la photographie, l'explication de ces teintes transparait nettement. On constate en effet que les nombreux points rouges correspondent à autant de bosquets boisés, que les grandes artères et les places sont recouvertes de latérite concassée, de même que la plupart des toitures ou l'asphalte du Boulevard Charles de Gaulle!

La frange sud de ce même quartier de Ouentenga est également visible sur les figures 7 et 8 (comparaison des résolutions de la photographie aérienne et de l'imagerie-satellite, p. 118 et 119). Les limites approximatives de ces figures 7 et 8 ont été figurées par un rectangle sur la composition colorée. Si l'on se reporte à ces deux figures, on retrouve la zone de contact entre cet ancien quartier loti et la zone spontanée qui lui succédait alors vers le sud et le Noviciat de St<sup>e</sup> Camille. Les dates d'observation étant proches, nous pouvons de ce fait encore préciser l'origine des teintes. Le vert foncé paraît ainsi dû à une plus forte densité du bâti - les tôles recouvertes de latérite entraînent apparemment une radiométrie un peu différente -, que celui-ci soit en zone lotie ou spontanée.

Sur cette composition colorée de 1987-1988, il est également possible de noter que les cités de l'Avenir et An IV B, situées de part et d'autre de la route de Fada, se distinguent très bien grâce à leur couleur d'un bleu très vif. Les toitures de ces "grands" logements (40 à 80 m<sup>2</sup>), récemment construits, ont en effet une forte réflectance.

Enfin, pour en terminer avec l'analyse de cette image, on constatera qu'il est bien difficile d'établir les limites de la tache urbaine de Ouagadougou, même si la mosaïque des couleurs est ici dominée par le brun et le rouge des secteurs herbacés, cultivés ou boisés (plus quelques traces de brûlis en vert sombre). En ce qui concerne les grandes taches vertes - surtout

celle (bien) située entre les routes de Kaya et de Fada - seule une vérification de terrain paraît en mesure de lever la confusion possible entre simple surface de latérite et présence d'un quartier spontané.

### *la situation à la fin de 1989*

La simple comparaison visuelle de l'image de 1989 (figure 42) avec la précédente montre, à l'évidence, que de très importants changements sont intervenus dans cette partie de la ville durant ce court laps de temps.

Avant d'aborder les modifications essentielles, la couleur devenue bleutée de la surface de la retenue d'eau n° 3 est à signaler. Elle montre en effet que si ces barrages constituent une importante réserve d'eau potable, ils demeurent aussi le principal débouché des eaux pluviales, des eaux usées et industrielles qui s'y déversent...

En dehors de ce petit "détail", il est clair qu'une grande partie de la zone a été lotie, conformément au plan qui prévoyait la restructuration des quartiers périphériques en moins de 5 ans (de ce fait avant 1990...). Les opérations de lotissement se sont donc manifestement accomplies "au pas de charge"! Les secteurs de Ouayalgui, Dassasgo et Kalgondin ont été ainsi complètement restructurés et les trames d'accueil des secteurs 28 et 29 ont été créées au delà du boulevard circulaire (qui a été visiblement goudronné sur toute sa longueur, et recouvert depuis de poussières de latérite). Entre le nord de l'aéroport (dont la piste a été visiblement allongée) et le quartier de Ouemtenga, l'ancien quartier spontané a été rasé pour faire place à la cité des 1 200 (grands) logements dont les toitures neuves se caractérisent par leur forte réflectance. Seule une zone située à l'est de Kalgondin reste en apparence non lotie. Cependant, une photographie prise lors du survol de ce secteur en 1991 (planche photographique 5, photo b) montre que celui-ci a été également restructuré et que l'ancienne piste, que l'on distingue faiblement en vert et en blanc sur l'image, a fait place à une grande artère (toujours en latérite) qui rejoint le nord de l'aéroport. Le Schéma Directeur d'Aménagement - dont une partie du plan a été recalé, tant bien que mal à cause de ses déformations, sur l'image de 1989 - est ainsi progressivement respecté (figure 41).

Cet exemple de piste difficilement observable permet de mettre ici en évidence un des avantages du traitement d'image. La figure 43 qui correspond en effet, pour cette même zone, à l'image de la 4<sup>e</sup> composante d'une Analyse en Composantes Principales (ACP) réalisée à partir des 4 canaux originaux de 1991. Ce quatrième et dernier canal, qui n'exprime qu'une toute petite partie de l'information totale - dont les défauts des canaux bruts, tels des problèmes de lignage - n'en est pas moins intéressant. De fait, l'information qui est ici privilégiée concerne le bâti (d'une certaine taille) qui ressort en blanc, et le réseau des voies (ou les surfaces) recouvertes de latérite (en noir). Or, une partie de ce réseau échappe à l'observation sur la composition colorée, notamment les pistes qui partent en direction de l'est. L'ancienne piste du sud de l'image et ses ramifications en "patte d'oiseau" ressortent remarquablement bien (tout au moins les sections "latéritiques") sur ce document.

Un autre avantage de cette 4<sup>e</sup> composante est de permettre une meilleure identification de certains quartiers. C'est par exemple le cas de celui situé juste en dessous de la zone industrielle du Kossodo qui est reconnaissable, tout au nord de l'image, à la grande taille de ses parcelles géométriques et de ses bâtiments. Pour ce dernier quartier, sur la composition colorée, il est possible d'hésiter entre : classer cet espace dans la catégorie des zones d'habitat spontané ou le considérer comme une zone lotie. Sur le canal ACP, la présence d'une trame de voirie atteste indiscutablement du caractère "régulier" de ce secteur d'habitat. Cependant, à l'instar de la composition colorée, ce traitement d'image ne permet toujours pas de séparer les zones d'habitat spontané et les surfaces latéritiques vides de toute occupation dont les radiométries sont équivalentes. Sur l'image de l'ACP, une grande tache sombre, traversée par un long trait noir, est par exemple visible au nord des cités de la route de Fada (ces dernières, dont les toits se sont patinés, "réapparaissent" d'ailleurs ici beaucoup plus que sur la composition colorée). Une autre photographie de 1991 (photo *a*, planche 6, p. 287) montre que cette tache correspond à une zone de lotissement spontané, pratique qui s'est poursuivie en dépit de la restructuration, plus que conséquente, de la périphérie. Sur cette photo, (orientée vers le NO), on reconnaît les deux cités de la route de Fada, la limite est des derniers secteurs lotis, la piste en latérite qui disparaît vers le nord (le long trait noir sur l'ACP), et enfin, les deux petits bosquets d'arbres qui s'identifient sur la composition colorée comme deux petites taches rouges.



**Figure 43.**

4<sup>e</sup> canal de l'ACP des canaux XS 1, XS 2, XS 3 et panchromatique, © CNES





### Planche photographique 8.

#### Aux limites des résolutions spatiale et spectrale de Spot

Dans les vastes et récentes périphéries de l'est de la capitale (ici le secteur 28), l'imagerie-satellite est handicapée par les très faibles densités, la petite taille de l'habitat et des contrastes insuffisants entre les différents "objets". On note sur la photo du haut, la reprise du lotissement spontané et la différence de teinte entre les sols superficiels clairs et la latérite. Sur la photo du bas, une "exploitation" à banco, véritable gîte à moustiques en saison des pluies.

Ce que l'on ne distingue malheureusement pas sur les images, ce sont les très nombreuses et toutes petites constructions du lotissement spontané! Certes, 15 mois séparent l'image-satellite de la photo. Cependant, on peut estimer qu'une partie au moins de cet habitat était présent en 1989, la plupart des maisons de la zone ayant une toiture, ce qui n'est pas le cas de la majorité des nouveaux pigeonniers. Le satellite paraît donc incapable d'identifier ce type de bâti de très petite dimension dans un tel environnement. La "signature" de la latérite omniprésente, et qui recouvre rapidement tout, prend en effet le dessus. Si quelques toitures métalliques (la tôle est utilisée plus de 9 fois sur 10), ne trahissent pas de temps en temps la présence de constructions dans ces espaces privés de trames visibles, la confusion demeure presque inévitable avec les surfaces nues latéritiques. Il se confirme alors que seule une vérification sur le terrain, ou une "couverture aérienne" comme celle que nous avons menée, peuvent alors lever l'équivoque.

Comme le montre également la comparaison des figures 40 et 42, il est indéniable que les opérations de lotissement ont entraîné un accroissement des surfaces de sols dénudés (du blanc au vert clair), à l'intérieur comme aux franges même des nouveaux secteurs lotis. Le lotissement s'est en effet traduit par la "mise à plat" des secteurs à grands coups de bulldozers. Il fallait de fait raser l'ancien parcellaire "illégal", tracer le damier des voiries, préparer l'emplacement des nouvelles parcelles et celui des réserves foncières. Dès lors, seule une partie des arbres a souvent été épargnée.

La planche photographique 8, dont les deux photos successives ont été prises lors du survol NE/SO du secteur 28, permet de faire une nouvelle fois la relation entre l'image-satellite et la "réalité de terrain" (les numéros renvoient à ceux de la figure 42). Ces photos mettent encore en évidence les très faibles densités de ces nouveaux quartiers, d'une allure "désespérément minérale", et la reprise de l'habitat spontané aux limites mêmes du secteur. Elles montrent aussi que les plus vastes surfaces de sols nus correspondent, pour l'essentiel, aux emplacements, toujours déserts, de certains équipements publics... On peut également noter (photo du bas) que les habitants du voisinage trouvent parfois à ces périmètres une utilisation quelque peu "spéciale". Elles peuvent être en effet converties en "exploitations" à

banco (5, petit point vert sur la composition colorée), les briques d'argile étant utilisées dans 97 % des constructions de la périphérie (JAGLIN, 1991)... On remarque ainsi des tas de ce matériau de base (7) aussi bien dans le secteur loti que dans la zone spontanée qui le jouxte.

Au delà de ces problèmes assez "ponctuels", il est surtout à craindre que l'érosion ne pose bientôt de très sérieux problèmes dans ces nouveaux quartiers, les sols nus étant très sensibles aux forts ruissellements dus à des pluies bien souvent torrentielles. N'oublions pas en effet que la plupart des plans de lotissement ont été dessinés en quelques jours, sans tenir compte des contraintes topographiques du site, et que le réseau d'évacuation des eaux pluviales est quasi inexistant. La situation nous paraît ainsi préoccupante au nord du secteur 28, zone dans laquelle l'on remarque sur la figure 42 que le réseau des voiries de terre converge vers un talweg boisé (1). On peut alors imaginer quel type de ravinement peut se produire à la saison des pluies.

#### *d - cartographie des sols mis à nus à la périphérie sud-ouest*

Le suivi "environnemental" de ces vastes périphéries semble donc constituer une des priorités des pouvoirs publics si elles veulent être en mesure d'en assurer la viabilité future. La figure 44 nous permet de visualiser l'extension des sols nus à la périphérie sud-ouest de Ouagadougou durant ces deux années écoulées. En comparant l'image du début 1988 et celle de fin 1989, on voit que ce secteur de la capitale a également connu des évolutions assez nettes. Au niveau de petits détails, il est ainsi possible de remarquer que le boulevard circulaire a été ici aussi goudronné sur toute sa longueur, et que la cité An IV B de la route de Bobo-Dioulasso, (qui se détachait très bien en 1988), s'est maintenant fondue dans le paysage. Cependant, beaucoup plus importante est l'extension des surfaces claires que l'on note au sud de l'image. Etant donné leur manque d'organisation, leur origine est probablement diverse. Il peut en effet s'agir, suivant les endroits, de l'emplacement de nouvelles zones spontanées, de secteurs en voie de lotissement, ou d'"exploitations" (surtout aux marges du périmètre urbain) de bois de chauffe et de banco pour la construction. L'essentiel n'est toutefois pas là. Il est que l'image-satellite met là en évidence une grave dégradation de l'environnement urbain et péri-urbain.

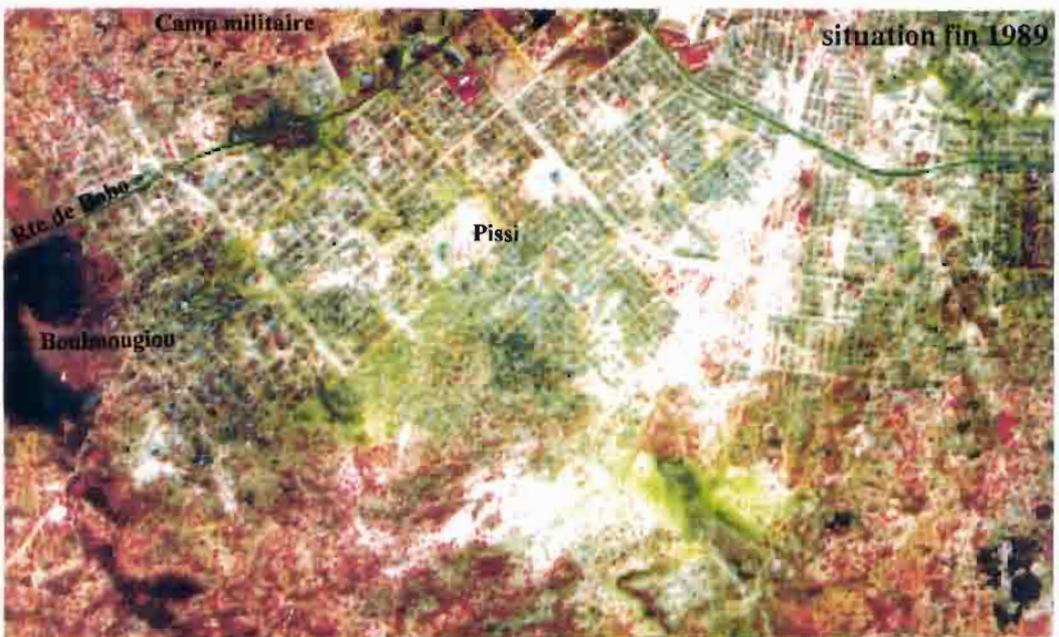
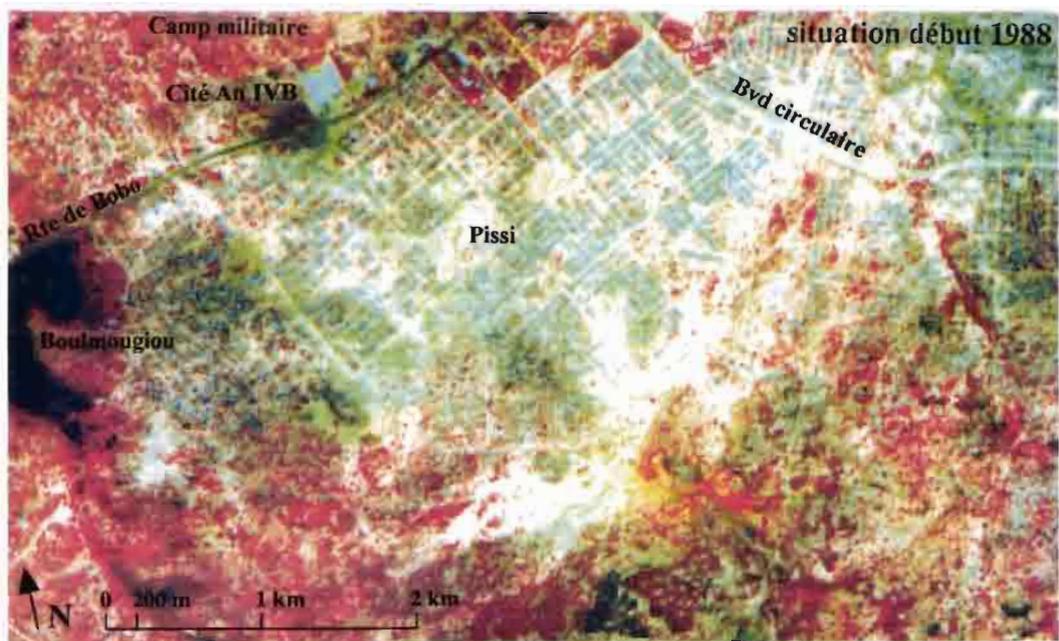


Figure 44. L'extension des sols nus en périphérie sud-ouest  
compositions colorées : XP 1, XP 2, XS 3, résolution de 10 m, © CNES



Nous avons cherché à délimiter et à quantifier l'accroissement de ces surfaces de sols nus, mais également à visualiser le dynamisme de la construction dans ce secteur de la ville.

La mesure de l'extension des zones récemment dénudées a été obtenue à l'aide d'une "différence d'image". Les deux images utilisées sont des "indices de brillance", néo-canaux qui sont les mieux à même de faire ressortir les secteurs de fortes réflectances. Nous avons ensuite établi un seuillage des valeurs de différences calculées (seuillage à la valeur 9), différence radiométrique qui nous a semblé la plus appropriée à notre étude. L'image des surfaces obtenue a été ensuite "lissée" (grâce à une fenêtre glissante de 3 pixels sur 3), et "incrustée" en jaune sur la composition colorée de 1989. Selon les estimations qu'il a été possible de faire grâce à ce procédé, c'est près de 76 ha qui auraient été dénudés en moins de deux ans. Ceci montre la vitesse et l'importance des dégradations de l'environnement susceptibles de se produire dans ces quartiers si difficilement "observables" par les moyens classiques. L'image-satellite démontre là tous ses avantages.

Enfin, pour mettre un peu plus en lumière la progression du front d'urbanisation en direction du barrage de Boulmougiou, nous avons fait ressortir les toits de tôle qui étaient suffisamment grands et réfléchissants pour être remarquables (points bleus). Cette "cartographie" a été obtenue à l'aide de la 4<sup>e</sup> composante de l'ACP déjà utilisé par ailleurs et qui a montré qu'il pouvait mettre en relief une partie du bâti. Nous avons donc pratiqué un nouveau seuillage sur ce canal (valeur 132) et "dilaté" (grâce à une analyse de texture), les points obtenus. Plus visibles ces points ont été, eux-aussi, incrustés sur la composition colorée. Cette dernière "manipulation" d'image n'a qu'un but : illustrer le fait qu'à la frange des derniers secteurs lotis, la construction continue...



**- CONCLUSION -**



A l'image de Nairobi et de Ouagadougou qui, comme la plupart des autres capitales d'État, monopolisent les activités et les services, les grandes villes de l'Afrique subsaharienne ont connu depuis une trentaine d'années des taux de croissance démographique très élevés. Le ralentissement sensible de cette croissance qui a été constaté depuis le milieu de la décennie quatre-vingt, surtout dans les plus grandes d'entre-elles, ne doit pas toutefois faire oublier que ces métropoles vont encore grossir de façon soutenue pendant au moins une vingtaine d'années. De fait, et en dépit de leurs propres "défaillances" de plus en plus flagrantes, ces grandes villes demeurent des pôles dominants du développement. D'autre part, il faut également compter avec la "vitalité démographique" des jeunes populations citadines puisque les moins de 20 ans représentent souvent plus de la moitié de ces urbains.

Or, il est indéniable que ces agglomérations ont dès aujourd'hui atteint un seuil critique : surdensification des quartiers anciens, extensions spatiales souvent démesurées de périphéries sous-intégrées, dégradation de l'environnement urbain et péri-urbain, etc., au delà duquel l'absence d'*aménagement* au sens plein du terme ne peut que les entraîner vers une situation toujours plus chaotique.

Le retour à un aménagement urbain qui préserve l'avenir de ces villes passe comme on l'a vu par une réorientation des politiques urbaines. Elle implique également l'utilisation de nouveaux outils de connaissance de la ville, les moyens de suivi classiques se révélant trop coûteux et lents dans un contexte de grave crise financière et de dynamiques spatiales accélérées.

Il paraît donc particulièrement important de rechercher les modes les plus économiques et efficaces de suivi et de contrôle de la croissance de ces grandes cités pour lesquelles on ne dispose généralement plus que d'informations trop pauvres, parcellaires ou anciennes pour être à même de mener des actions efficaces. Cela est d'autant plus nécessaire que les villes secondaires sur lesquelles se reportent l'intérêt des pouvoirs publics et une grande part de la croissance démographique sont encore plus démunies d'informations adéquates. Se pose donc dès aujourd'hui la question de la multiplication, à des coûts compétitifs, des outils de mesure de la croissance et du développement urbains.

Dans un tel contexte, les images-satellite Spot peuvent constituer dès maintenant un outil privilégié de connaissance de l'espace urbain et péri-urbain des grandes villes africaines. Certes, il n'est pas question dans l'état actuel de la résolution des images Spot (au mieux 10 m en mode panchromatique, peut-être 5 m d'ici quelques années) de pouvoir par exemple réaliser et/ou de mettre à jour un lever cadastral des parcelles urbaines. Dans ce domaine de cartographie à grande échelle, les techniques traditionnelles restent encore irremplaçables.

L'identification d'un objet réclamant un minimum de 4 pixels contigus homogènes (soit avec Spot entre 400 m<sup>2</sup> et 1 600 m<sup>2</sup>), on voit que les images Spot permettent aujourd'hui d'accéder avant tout à l'étude des grands bâtiments (encore rares dans la plupart des villes africaines), des îlots, des quartiers, des principales structures. La cartographie des grands modes d'occupation du sol urbain est donc envisageable jusqu'au 1/25 000<sup>e</sup>. Cela constitue déjà un intérêt certain, surtout que la dimension des scènes (3 600 km<sup>2</sup>) autorise une vision globale et instantanée de la ville et de son environnement (mise en évidence des limites réelles, et non administratives, de l'urbanisation physique) sans avoir à recourir à la réalisation d'une mosaïque photographique ou à la restitution cartographique.

De plus, le fait de disposer d'informations acquises numériquement dans plusieurs domaines de longueur d'onde permet le traitement et la manipulation de ces images dans un environnement informatisé. Utilisés séparément ou en combinaison, les canaux originaux et les multiples néo-canaux qui en dérivent permettent de faire ressortir, en niveaux de gris, ou mieux, en couleur, telles ou telles informations que l'on voudra privilégier. Toutefois, l'extraction automatique (et même simplement "visuelle") des informations retenues n'est pas toujours possible malgré les moyens informatiques mis en oeuvre.

Les confusions radiométriques sont en effet nombreuses dans un milieu urbain (et parfois péri-urbain) qui se caractérise par sa grande hétérogénéité, la petite taille de ses composants, et des réflectances très proches quelles que soient les types d'objets ou les fonctions urbaines. Cela est particulièrement vrai pour les villes du domaine sahélien comme l'exemple de Ouagadougou a pu le montrer, les canaux actuellement disponibles sur Spot ayant un faible pouvoir de discrimination sur des aires fortement minéralisées. Ces handicaps limitent fortement dans ces villes les méthodes automatiques les plus courantes et les plus

utilisées de classifications radiométriques par pixel. Les autres méthodes, plus complexes, qui font intervenir les notions de texture, de structure ou de forme, les analyses par zones, ou les SIG, sont loin de toujours donner les résultats escomptés ou ne sont pas directement applicables (les banques de données urbaines sont notamment à constituer ou à reconstituer). De ce fait, et au moins dans un premier temps, l'interprétation visuelle des images-satellite, technique que certains télédéTECTEURS jugent longue, archaïque et subjective, demeure une méthode simple qui donne d'excellents résultats. De plus, la photo-interprétation sera d'autant plus efficace qu'elle sera "interactive" sur écran et que l'on se dirige rapidement vers des logiciels permettant d'aboutir à une véritable *Photo-Interprétation Assistée par Ordinateur (PIAO)*.

Le coût, relativement économique, des images-satellite et de leur exploitation permet d'autre part d'envisager le suivi régulier de la dynamique de ces villes. Le contrôle de l'évolution des périphéries urbaines (en particulier l'avancée du front urbain), la surveillance de l'environnement péri-urbain très souvent malmené aux alentours de ces villes à croissance rapide, peuvent être ainsi abordés. La prise en considération rapide de ces diverses données devrait permettre d'éviter l'apparition, ou l'aggravation, de graves problèmes écologiques, économiques et humains.

Si le coût financier ne semble pas devoir constituer un obstacle, il ne faut cependant pas perdre de vue que l'expérience montre que les images Spot *exploitables* ne sont pas aussi nombreuses que ce que la fréquence théorique d'acquisition (quelques jours) pourrait laisser espérer. Les pays de la zone équatoriale, tributaires d'un couvert nuageux quasi permanent, sont ainsi très défavorisés quand il s'agit d'obtenir une image dépourvue de nuages sur la zone étudiée. Si les conditions de nébulosité permettent d'obtenir sans difficulté particulière plusieurs images par an dans les régions tropicales à saison sèche (exemples de Ouagadougou et de Nairobi), l'acquisition d'une seule image (ou couple d'images) en région équatoriale n'est parfois possible que tous les 3 ou 4 ans, et ce, en dépit des possibilités de visée oblique de Spot. Rappelons également ici que la recherche d'une mise en évidence fiable et plus ou moins automatique des changements implique que les scènes à comparer aient été

enregistrées à la même saison et si possible sous des angles de prises de vues voisins et proches de la verticale, ce qui réduit encore le choix des images. Il n'en demeure pas moins que même une périodicité de 3 ou 4 ans reste extrêmement intéressante pour des villes si dépourvues de données urbaines récentes. Les exemples de Nairobi et de Ouagadougou sont là pour témoigner des capacités des images Spot à fournir les informations indispensables au suivi d'une grande agglomération.

Au delà des difficultés qui peuvent se poser dans l'acquisition régulière des images, nous avons également montré que la reconnaissance automatique des évolutions n'est pas toujours aisée. Ainsi, l'environnement "sec" des villes sahéliennes ne facilite pas vraiment l'identification précise des changements, surtout quand ils concernent un habitat spontané de petite taille qui se fond rapidement dans les radiométries locales. Du moins l'imagerie-satellite peut-elle indiquer les secteurs en cours d'évolution. Il est alors tout à fait possible de compléter par des enquêtes de terrain ou des couvertures photographiques aériennes "légères" (comme nous avons pu parfois le faire en avion d'aéro-club) l'information du satellite et lever les ambiguïtés sur certaines zones.

Au terme de cette étude, il apparaît donc que l'essentiel des besoins cartographiques exprimés par les pouvoirs publics, les urbanistes ou les bailleurs de fonds (qui ne s'engagent généralement que sur du concret), peut être satisfait par les images-satellite comme celles de Spot. Le satellite est à même de fournir ces données à un coût raisonnable et de manière suffisamment régulière. Pour une fois, ce ne sont donc pas les techniques les plus modernes qui sont les plus onéreuses.

D'autre part, l'imagerie-satellite, et les moyens informatiques qu'elle implique, peuvent constituer la base (ou un élément de base) de banques de données urbaines. Il convient en effet de penser dès à présent aux perspectives ouvertes par l'essor des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) qui permettent de traiter, de confronter et de corrélérer des ensembles de variables spatialisées, quantitatives et qualitatives (images-satellite, données topographiques, démographiques, sociales, économiques, etc.). L'évolution rapide des logiciels en ce domaine (augmentation des performances et baisse des coûts) rend plus aisé

l'accès à de telles techniques qui sont susceptibles d'améliorer grandement la connaissance des phénomènes urbains. L'une des conséquences de ce type de démarche serait d'autre part d'inciter les organismes concernés par la gestion urbaine à une collaboration plus étroite. Il ne peut réussir en effet que si de nombreuses institutions mettent en commun leurs compétences, leurs savoirs faire, leurs données et leurs demandes. Ce "décloisonnement" des services, si nécessaire à la réussite des nouvelles stratégies urbaines, ne serait pas une des moindres retombées positives de l'utilisation des images-satellite.



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

ADE A JAYI (J.F.), CROWDER (M.), 1988. Atlas historique de l'Afrique. Les Editions du Jaguar, 172 p.

ADENIYI (P.O.), 1980. Land Use Change Analysis Using Sequential Aerial Photography and Computer Techniques. *PE&RS*, vol. 46 (II), pp. 1447-1464.

ALIBERT (J.), 1993. PNUD : rapport mondial sur le développement humain (1993) : l'Afrique à l'aune de l'indicateur du développement humain. *Marchés Tropicaux*, n° 2482, juin 1993, pp. 1413-1416.

ALIBERT (J.), 1994. Le rapport 1994 de la BAD sur le développement en Afrique : une expertise sans concession du continent africain. *Marchés Tropicaux*, 10 juin 1994, pp. 1160-1162.

ALIBERT (J.), 1994<sup>2</sup>. Les perspectives économiques pour le monde et l'Afrique vues par la Banque mondiale : une mer d'incertitude. *Marchés Tropicaux*, 3 juin 1994, pp. 1118-1119.

ANGOT (F.), 1990. Nairobi : croissance urbaine et infrastructures en eau potable. Projet de thèse, 14 p., non publié.

ANTOINE (P.), BA (A.), 1993. Mortalité et santé dans les villes africaines. *in* : Villes d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 168, octobre-décembre 1993, pp. 138-146.

ANTOINE (P.), DUBRESSON (A.), MANOU-SAVINA (A.), 1987. Abidjan "côté cours". ORSTOM, Karthala, Paris, 267 p.

ARMAND (M.), 1986. Images satellitaires et planification des villes du Tiers Monde. *Mondes en développement*, Tome 14, n° 56, pp. 197-222.

ARMAND (M.), HERNANDEZ (M.), 1987. Vers une identification automatique des tissus urbains. *Bul. S. F. P. T.*, n° 106 (1987-2), pp. 5-21.

ARMAND (M.), CAMPAGNE (P.), 1988. Aide à la mise à jour d'une base de données urbaines à partir des images du satellite SPOT. Institut Géographique National, Paris, 20 p.

ARNAUD (Y.), 1988. Réalisation et amélioration d'une classification multidimensionnelle (spectrale et texturale) sur micro-ordinateur. Rapport de stage de DEA, CESR-CNRS, Université Paul Sabatier, 37 p.

AUDRAIN (V.), 1989. Méthodologie d'actualisation de documents cartographiques thématiques par télédétection aérienne et satellitaire. Thèse, Université de Paris I, 164 p.

AVENARD (J.M.), 1990. La savane, conditions et mécanismes de la dégradation des paysages. *in* : La dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest. ORSTOM, Dakar, pp. 55-76.

BAIROCH (P.), 1983. Tendances et caractéristiques de l'urbanisation de Tiers-Monde d'avant-hier à après-demain. *Revue Tiers-Monde*, Paris, tome XXIV, n° 94, avril-juin 1983, pp. 325-348.

BALLUT (A.), 1974. Photos aériennes et planification urbaine. *Métropolis*, tome 5, pp. 36-41.

- BALLUT (A), 1979. Les limites de la télédétection en milieu urbain. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, EHESS, Paris.
- BALLUT (A), NGUYEN (P.T.), 1985. Simulations SPOT à Paris ; mutations du tissu urbain. *Métropolis*, n° 70-71, 4<sup>e</sup> trimestre 1985, pp. 35-39.
- BANQUE MONDIALE, 1988. Rapport d'évaluation. République du Cameroun. Deuxième Projet Urbain, 20 avril 1988.
- BANQUE MONDIALE, 1989. l'Afrique sub-saharienne : de la crise à une croissance durable : étude prospective à long terme. Washington, 346 p.
- BANQUE MONDIALE, 1989<sup>2</sup>. The Use of Satellite Images for Urban Planning ; A Case Study from Karachi, Pakistan. Technical Note, 110 p.
- BARDINET (C.), 1987. Télédétection, environnement et urbanisation. Thèse, Université de Paris-St Denis, 2 vol., 567 p.
- BARIOU (R.), 1978. Manuel de télédétection : photographies aériennes, images radar, thermographies satellite. Editions Sodipe SA, Paris, 389 p.
- BARIOU (R.), 1992. Télédétection et géographie. *NOROIS*, Télédétection et géographie, Poitiers, t. 39, n° 155, pp. 251-254.
- BATAILLON (C.), 1992. Explosion des villes du Tiers-Monde. in : Encyclopédie de Géographie. Economica, Paris, pp. 731-742.
- BAUDOUIN (A.), 1982. Le programme SPOT à l'IGN. *Bulletin d'Information IGN : Spécial Télédétection*, n° 44 - 1982/1, Paris, pp. 38-49.
- BIANCHIN (A.), PESARESI (M.), 1994. Outils de morphologie mathématique appliqués aux images-satellite pour l'analyse de l'urbanisation diffuse. in : EGIS/MARI'94, Sixième rendez-vous européen des acteurs de l'information géographique numérique MARI, Paris, France, 29 mars-1avril 1994, pp. 2085-2094.
- BILDGEN (P.) *et al.*, 1989. Essai d'utilisation simultanée des données Landsat MSS, TM et SPOT pour la comparaison des valeurs radiométriques des pixels. *Bul. S.F.P.T.*, n° 115 (1989 - 3), pp. 11-14.
- BLASER (T.J.) *et al.*, 1991. Sensibilité d'indices de textures aux résolutions spatiales et spectrales en milieux semi-urbains. in : Proceedings of the 5th international Colloquium. Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing, Courchevel, France, (ESA SP-319), pp. 619-623.
- BODIN (F.), 1982. La pratique de l'urbanisme en Afrique Noire. in : Les grandes villes africaines : séminaire de Montpellier : 18-25 septembre 1980. *Société Languedocienne de Géographie*, tome 16, fascicule 1-2, janvier-juin 1982, pp. 225-230.
- BONN (F.), ROCHON (G.), 1992. Précis de télédétection : volume 1 : principes et méthodes. Presse de l'Université du Québec / AUPELF, Québec, 185 p.
- BOQUET (E.), 1987. Exemple d'utilisation d'images satellites SPOT pour l'analyse du milieu urbain (banlieue Nord de Paris). in : Actes du colloque "Forum International de l'Instrumentation et de l'Information Géographique", pp. 539-551.

- BOURDIAL (I.), 1987. Landsat contre SPOT. *Science et Vie*, n° 832, janvier 1987, pp. 95-102.
- BOURMAUD (D.), 1990. Kenya. *in* : L'état du Monde 1991 : annuaire économique et géopolitique. Edition de la Découverte, Paris, 1990, pp. 285-286.
- BOYER (G.), 1991. Photographie aérienne et photo-interprétation. *in* : Télédétection pratique : stage d'initiation. GUTLAR, Montpellier, pp. 33-40.
- BOZET (M.) *et al.*, 1978. Méthode de classification et d'interprétation des données du satellite Landsat pour l'étude des structures urbaines en Europe Occidentale. *Bulletin Trimestriel de la Société Belge de Photogrammétrie et de Télédétection*, n° 131-132.
- BOZET (M.) *et al.*, 1980. Filtrage spatial des données Landsat en vue de la cartographie urbaine. *Annales des Mines*, avril-mai 1980.
- BRABANT (P.), 1992. La dégradation des terres en Afrique. *in* : L'environnement en Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 161, pp. 90-108.
- BREGEON (J.N.), 1979. Mungo Park à la découverte du Niger. *in* : L'Europe découvre l'Afrique, *Historama*, n° 42, octobre-novembre 1979, pp. 75-81.
- BRICAS (N.) *et al.*, 1985. Nourrir les villes en Afrique sub-saharienne. l'Harmattan, Paris, 421 p.
- BROSSIER (R.), 1982. La télédétection et le Service des Activités Aériennes de l'IGN. *Bulletin d'Information IGN : Spécial Télédétection*, n° 44 - 1982/1, Paris, pp. 12-16.
- BRUNET (R.), 1987. La carte mode d'emploi. Fayard-Reclus, 269 p.
- CALOZ (R.), 1990. Télédétection appliquée : notes de cours. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 119 p.
- CERVELLE (B.), 1989. SPOT, des yeux braqués sur la Terre. Presses du CNRS, 231 p.
- CHABREUIL (A.), CHABREUIL (M.), 1978. Exploration de la Terre par les satellites. Hachette, Tours, 155 p.
- CHAMPAUD (J.), CHAUME (R.), CHEREL (J.P.), 1991. Croissance urbaine, environnement et imagerie satellitaire. Convention CEE-ORSTOM 946 / 1990-24, rapport d'étape, 192 p.
- CHAMPAUD (J.), CHAUME (R.), CHEREL (J.P.), 1993. Croissance urbaine, environnement et imagerie satellitaire. Convention CEE / ORSTOM 946 / 1990-24, rapport final, 300 p.
- CHARBONNEAU (L.) *et al.*, 1991. Evaluation de la qualité des biotopes urbains par télédétection. *in* : Proceedings of the 5th international Colloquium - Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing. Courchevel, France, (ESA SP-319), pp. 493-496.
- CHATEL (B.), 1992. Les spécificités de la dette africaine. *in* : Trente années d'Afrique. *Afrique contemporaine* n° 164, octobre-décembre 1992, pp. 120-142.
- CHAUME (R.), CHEREL (J.P.), 1990. Utilisation de la télédétection dans le programme Urbanisation et Santé à Pikine (Dakar). *Villes et citadins du Tiers Monde*, cahier n° 4, pp. 77-82.

CHESNAY (M.), CANTAT (O.), HAMEL (P.), 1992. Le district urbain de Caen à travers l'imagerie satellitaire. *Norois, Télédétection et géographie*, Poitiers, t. 39, n° 155, pp. 349-359.

CHRETIEN (J.P.), 1985. Afrique noire : Histoire précoloniale. *in* : Encyclopédia Universalis, Paris, pp. 444-445.

CLARK (D.), 1979. Unregulated Housing, Vested Interest, and the Development of Community Identity in Nairobi. *African Urban Studies*, Special Issue on Nairobi, n° 3, 1978-1979, pp. 33-45.

CNES, SPOT IMAGE, 1986. Guide des utilisateurs de données SPOT. Toulouse, 3 vol.

CNES, 1988. SPOT 1 : Utilisation des images, bilan, résultats, Paris, novembre 1987. Cepadues-Editions, Toulouse, 1552 p.

CNES, 1988<sup>2</sup>. SPOT : instrument de gestion et de décision : quelques exemples réalisés par des opérateurs français et étrangers. Paris, 43 p.

CNRS, 1990. Télédétection et Tiers-monde ; méthodologie, pratiques, nouveaux champs et nouveaux enjeux. *in* : Actes de la table ronde internationale CNRS ; apports de la télédétection spatiale à l'étude des paysages et des systèmes agraires tropicaux, éditions du CNRS, 394 p.

COLLET, 1981. Comparaison de méthode de classifications appliquées à des données de télédétection. *L'Espace Géographique*, n° 1, janvier-mars 1981.

COLWEL (R.M.), POULTON (C.E.), 1988. Simulation for Urban Monitoring : a Comparison with Landsat 4 TM and MSS Imagery and with High Altitude Color Infra-Red Photography. *PE&RS*, Vol. 51, N° 8, pp. 1093-1101.

COMPRAORE (G.), 1990. La rénovation des centres anciens : le cas de Ouagadougou. *in* : Maîtriser le développement urbain en Afrique sub-saharienne. Colloque international, Ouagadougou, octobre 1990, 19 p.

COQUERY (M.), 1982. La notion de "mode de composition urbaine" : un outil opératoire en urbanisme (le cas de l'Afrique noire). *in* : Les grandes villes africaines : séminaire de Montpellier : 18-25 septembre 1980. *Société Languedocienne de Géographie*, tome 16, fascicule 1-2, janvier-juin 1982, pp. 123-143.

COQUERY (M.), 1988. Les espaces Tiers-Monde face à l'urbanisation : formes, processus et politique d'urbanisation de la période coloniale aux indépendances en Afrique. Séminaire de D.E.A. Urbanisme et pratique de l'Espace, Université de Paris VIII, 1988-1989.

COQUERY-VIDROVITCH (C.), 1979. Le Royaume d'Abomey : XVIII<sup>ème</sup> - XIX<sup>ème</sup> siècle. *L'Histoire*, n° 16, octobre 1979, pp. 46-54.

COQUERY-VIDROVITCH (C.), 1992. Trente années perdues, ou étape d'une longue évolution. *in* : Trente années d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 164, octobre-décembre 1992, pp. 5-17.

COQUERY-VIDROVITCH (C.), 1993. Histoire des villes d'Afrique noire : des origines à la colonisation. Albin Michel, Collection "l'Evolution de l'Humanité", Paris, 412 p.

COSTER (M.), CHERMANT (J.L.), 1989. Précis d'analyse d'images. Presses du CNRS, 559 p.

COURBOULES (J.), 1994. Télédétection et statistiques urbaines : projet pilote de Bordeaux. *in* : EGIS/MARI'94, Sixième rendez-vous européen des acteurs de l'information géographique numérique MARI, Paris, France, 29 mars-01 avril 1994, pp. 1955-1956.

CREPIN (X.), 1993. Beaux quartiers et bidonvilles. *in* : Villes d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 168, octobre-décembre 1993, pp. 69-81.

CROUSSE (B.), LE BRIS (E.), LEROY (E.), 1986. Espaces disputés en Afrique noire : pratiques foncières locales. Karthala, Paris, 426 p.

CUSHNIE (J.L.), QUARMBY (N.A.), TOWNSHEND (J.R.G.), 1988. Monitoring Urban Land Cover Changes at the Urban Fringe from SPOT HRV in South-East England. *in* : SPOT 1 : Utilisation des images, bilan, résultats, Paris, novembre 1987. Cepadues-Editions, Toulouse, pp. 575-578.

DAGORNE (A.), CANAVESE (A.), 1988. Télédétection aéroportée et cartographie diachronique en zone urbaine : le cas de Nice-Ouest (France). *Photo-Interprétation*, n° 1988-2, fascicule 5, pp. 37-46.

DAVIDSON (B.), 1974. Les grandes époques de l'Homme : les royaumes africains. Time-Life, 191 p.

DEANGELIS (R.M.), MILAZZO (V.A.), 1984. Application of Simulated SPOT Data to Mapping Land-Cover Patterns and Changes in Urban Fringe Environments. *in* : SPOT Simulation Application handbook, Proceedings of the 1984 SPOT Symposium, May 20-23, Scottsdale, Arizona, pp. 177-186.

DEBLE (I.), 1993. Les élèves dans la ville. *in* : Villes d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 168, octobre-décembre 1993, pp. 147-154.

DE BRUIJN (C. A.), 1987. Monitoring a Larger Squatter Area in Dar el Salaam with Sequential Aerial Photography. *ITC Journal*, 1987, n° 3, pp. 233-238.

DE KEERSMAEKER (M. L.), 1987. Etude par télédétection des quartiers résidentiels en milieu urbain : la détermination de leurs caractéristiques socio-économiques (étude sur l'agglomération de Bruxelles). *in* : Actes du Colloque "Forum International de l'Instrumentation et de l'Information Géographique".

DE MAXIMY (R.), PAIN (M.), 1982. L'atlas de Kinshasa : la ville et ses problèmes. *in* : Les grandes villes africaines : séminaire de Montpellier : 18-25 septembre 1980. *Société Languedocienne de Géographie*, tome 16, fascicule 1-2, janvier-juin 1982, pp. 177-187.

DESACHY (J.), 1980. Contribution à l'étude de la texture en télédétection. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Toulouse, 325 p.

DESACHY (J.), 1990. Connaissances et données exogènes dans l'interprétation d'images-satellite : le système expert I.C.A.R.E.. *in* : Deuxièmes Journées de Télédétection : Caractérisation et suivi des milieux terrestres en régions arides et tropicales. ORSTOM éditions, Bondy, pp. 397-427.

DESCHAMPS (H.), 1985. Afrique, Histoire : des origines à 1945. *in* : Encyclopédia Universalis, Paris, pp. 376-385.

DESHAYES (M.), MAUREL (P.), 1990. l'image spatiale et son contenu. *in* : la Télédétection en Agriculture. *Options Méditerranéennes*, série A, n° 4.

DESPRATS (J.F.), DUTARTRE (P.), 1993. Estimation de la population des quartiers périphériques de Ouagadougou par télédétection. Rapport BRGM R36802, 19 p.

DEVEY (M.), 1990. La ville de Conakry. *Marchés Tropicaux*, n° 2314, mars 1990, pp. 736-761.

DEVEY (M.), 1994. L'élevage sahélien concurrencé par la viande européenne subventionnée. *Marchés Tropicaux*, 14 janvier 1994, pp. 86-87.

DOLAN (G.M.), MARTIN (S.R.), WARNICK (L.J.), 1984. Comparative Evaluation of Simulated SPOT, Landsat TM and NHAP CIR Data for Urban Land-Cover and Impervious Surface Identification. *in* : SPOT Simulation Application handbook, Proceedings of the 1984 SPOT Symposium, May 20-23, Scottsdale, Arizona, pp 148-156.

DONNAY (J.P.), 1990. Application de la télédétection satellitaire à l'aménagement du territoire et à l'urbanisme. *in* : Télédétection spatiale - Université d'été européenne, CNES, Toulouse, pp. 221-241.

DOSSO (M.), KILLIAN (J.), SAVARY (G.), 1983. Etude IBM-IRAT, campagne de simulation des données SPOT. Centre Scientifique IBM, étude F.059, mars, 34 p.

Du BOIS De GAUDUSSON (J.), 1992. Trente ans d'institutions constitutionnelles et politiques : points de repère et interrogations. *in* : Trente années d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 164, octobre-décembre 1992, pp. 50-58.

DUCHEMIN (J.P.), 1982. Plaidoyer pour villes indignes : pour une politique urbaine dans les pays en voie de développement : quelques réflexions. *in* : Les grandes villes africaines : séminaire de Montpellier : 18-25 septembre 1980. *Société Languedocienne de Géographie*, tome 16, fascicule 1-2, janvier-juin 1982, pp. 214-223.

DUCHEMIN (J.P.), 1991. Télédétection spatiale et foncière. *in* : L'appropriation de la terre en Afrique noire : manuel d'analyse, de décision et de gestion foncières. Karthala, Paris, pp. 273-285.

DUPLAQUET (M.L.), CUBERO-CASTAN (E.), 1994. Actualisation de la couche "occupation du sol" d'un SIG par photo-interprétation d'images Spot. *in* : EGIS/MARI'94, Sixième rendez-vous européen des acteurs de l'information géographique numérique MARI, Paris, France, 29 mars-01 avril 1994, pp. 1069-1076.

DURAND-LASSERVE (A.), 1986. L'exclusion des pauvres dans les villes du Tiers-Monde. L'Harmattan, villes et entreprises, 198 p.

DUREAU (F.), 1990. Utiliser la télédétection spatiale pour observer les populations citadines. *Villes et citadins du Tiers Monde*, pp. 23-55.

DUREAU (F.), 1990. Outils de production, gestion et analyse de l'information urbaine : bibliographie. Réseau A.D.O.C., document de travail n° 1, mars 1990, 79 p.

DUREAU (F.), BARBARY (O.), MICHEL (A.), LORTIC (B.), 1989. L'utilisation de la télédétection pour l'observation démographique en milieu urbain : rapport final - mai 1989. Convention Ministère de la Coopération - ORSTOM. 31p. + annexes.

DUREAU (F.), BARBARY (O.), MICHEL (A.), LORTIC (B.), 1989. Sondages aréolaires sur image satellite pour des enquêtes socio-démographiques en milieu urbain : manuel de formation. Editions de l'ORSTOM, Bondy, 15 fiches.

EGIS/MARI, 1994. Sixième rendez-vous européen des acteurs de l'information géographique numérique MARI. Paris, France, 29 mars-01avril 1994, 2144 p.

EGRET (S.) *et al.*, 1989. Statistiques d'occupation du sol par photo-interprétation : application au département de la Martinique. Ministère de l'Agriculture, SCEES, DOM n° 78, janvier 1989, 44 p.

ESIN (E.U.) *et al.*, 1988. The Development of a Sampling Procedure for Urban Land Use Mapping from Aerial Photographs : A Study in Calabar, Nigéria. *in* : SPOT 1 : Utilisation des images, bilan, résultats, Paris, novembre 1987. Cepadues-Editions, Toulouse, pp.825-829.

FAIZOUN (C.A.), 1991. Suivi par mesures photométriques de l'épaisseur optique des aérosols et du contenu en vapeur d'eau de l'atmosphère sahélienne : application à la correction des mesures de télédétection et à l'inversion satellitaire de l'épaisseur optique des aérosols. Thèse, Toulouse, 274 p.

FELLI (D.), 1986. Les pratiques foncières face à l'urbanisation dans la région maritime du Togo. *in* : Espaces disputés en Afrique noire : pratiques foncières locales. Karthala, Paris, pp. 41-49.

FERRARO (G.P.), 1979. Nairobi : Overview of an East African City. *African Urban Studies*, Special Issue on Nairobi, N° 3, 1978-1979, pp. 1-14.

FLEXIMAGE S.A., 1992. FLEXIMAGE S.A. (description d'un logiciel de Photo-Interprétation assistée par Ordinateur). *Nouvelles de Spot*, décembre 1992, n°18, p. 14-15.

FLOURIOT (J.), GOSSO (F.), CAMPAGNE (P.), 1988. Croissance des grandes agglomérations tropicales. *in* : SPOT 1 : Utilisation des images, bilan, résultats, Paris, novembre 1987. Cepadues-Editions, Toulouse, pp.499-504.

FLOUZAT (G.), 1982. Modélisation de la compréhension visuelle des images de télédétection : essai de simulation numérique de la photo-interprétation analytique. *in* : Actes du symposium international de la commission VII de la Société Internationale de Photogrammétrie et Télédétection. GDTA, Toulouse, 13-17 septembre 1982, vol. 24-VII/2, pp. 7-24.

FOIN (P.), 1987. Cartographie topographique et thématique. Télédétection Satellitaire 4, Paradigme, 127 p.

FORSTER (B.C.), 1982. Overcoming Urban Monitoring Problems with the New Generation Satellite Sensors. *in* : Actes du symposium international de la commission VII de la Société Internationale de Photogrammétrie et Télédétection. GDTA, Toulouse, pp. 889-897.

FOTSING (J.M.), 1994. Les paysages de l'Ouest Cameroun : Approche méthodologique des dynamiques socio-spatiales par télédétection. Thèse, Paris IV (à paraître).

FOUCHER (M.), 1984. Les villes secondaires en Afrique : leur rôle et leurs fonctions dans le développement national et régional : le Kenya. Annexe 11 au rapport de synthèse. Agence française pour l'aménagement et le développement à l'étranger, Commission des Communautés Européennes, Paris, 195 p.

FRANQUEVILLE (A.), 1984. Yaoundé : contruire une capitale. *Etudes urbaines*, n° 104, 192 p.

FREDERIC (C.), 1979. STANLEY résoud l'énigme de l'Afrique centrale. *in* : L'Europe découvre l'Afrique. *Historama*, n° 42, octobre-novembre 1979, pp.105-114.

FUNG (T.), CHAN (K.C.), 1994. Spatial Composition of Spectral Classes : a Structural Approach for Image Analysis of Heterogeneous Land-Use and Land-Cover Types. *PE&RS*, Vol. 60, N° 2, February 1994, pp. 173-180.

GAUD (M.), 1992. Etonnante Afrique. *in* : Trente années d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 164, octobre-décembre 1992, pp. 264-274.

GAUD (M.), 1993. A propos de l'informel urbain : trois questions plus une. *in* : Villes d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 168, octobre-décembre 1993, pp.187-195.

GERVAY-LAMBONY (P.), 1993. Salisbury, Harare : changer la vie, changer la ville. *in* : Villes d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 168, octobre-décembre 1993, pp. 41-53.

GIRARD (M.C.), GIRARD (C.M.), 1989. Télédétection appliquée : zones tempérées et intertropicales. Masson, Paris, 260 p.

GIRARD (M.C.) *et al.*, 1990. présentation d'un modèle d'organisation et d'analyse de la structure des informations spatialisées : OASIS. *in* : Deuxièmes Journées de Télédétection : Caractérisation et suivi des milieux terrestres en régions arides et tropicales. ORSTOM éditions, Bondy, pp. 341-350.

GODARD (X.), 1993. Se déplacer dans les villes. *in* : Villes d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 168, octobre-décembre 1993, pp. 198-206.

GOLDSTEIN (G.), 1992. Santé et hygiène publique dans les villes du Tiers-Monde. *in* : La crise urbaine. *Le Courrier ACP-CE*, n° 131, janvier-février 1992, pp. 67-68.

GREEN (K.) *et al.*, 1994. Using Remote Sensing to Detect and Monitor Land-Cover and Land-Use Change. *PE&RS*, Vol. 60, N° 3, March 1994, pp. 331-337.

GU (X.F.) *et al.*, 1991. Utilisation de l'opération "Art - SPOT" pour tester le modèle 5S et la F.T.M. du satellite SPOT. *in* : Proceedings of the 5th international Colloquium. Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing, Courchevel, France, (ESA SP-319), pp. 53-56.

GUBRY (P.), GUERIN (V.), 1993. Structures démographiques et fécondité urbaine. *in* : Villes d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 168, octobre-décembre 1993, pp. 125-137.

GUERFI (M.), 1988. Application de la télédétection à l'analyse urbaine : utilisation d'une image SPOT en multibande pour l'identification des tissus urbains de l'agglomération rouennaise. Thèse, Université de Rouen, 162 p.

GUIDONE *et al.*, 1990. La détection satellitaire, un outil prospectif pour l'aménagement urbain de la baie de Sepetida Rio de Janeiro. IAURIF-Mission Coopération Internationale, juin 1990.

GUYOT (G.), 1992. Signatures spectrales des surfaces naturelles. Télédétection Satellitaire 5, Paradigme, 178 p.

HAERINGER (P.), 1990. De mégapoles en mégapoles. *ORSTOM actualités*, n° 29, juin-août 1990, pp. 2-7.

HARRIS (N.), 1992. Les données de la question urbaine. *in* : La crise urbaine. *Le Courrier ACP-CE*, n° 131, janvier-février 1992, pp. 50-52.

HARTNETT (J.) *et al.*, 1994. Per Pixel Reasoning Using a GIS Closely Coupled to an Expert System to Produce Surface Classifications Based on Remotely Sensed Data and Expert

Knowledge. *in* : EGIS/MARI'94, Sixième rendez-vous européen des acteurs de l'information géographique numérique MARI, Paris, France, 29 mars-01 avril 1994, pp. 677-683.

HASKONING, 1985. Ouagadougou 2000 : Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme. DGUTC, Ouagadougou.

HESSELING (G.), 1991. Les citoyens et le droit à la ville : des stratégies diversifiées. *in* : L'appropriation de la terre en Afrique noire : manuel d'analyse, de décision et de gestion foncières. Karthala, Paris, pp.203-213.

HERZLICH (G.), 1994. Le Sida en Afrique : la mort, la vie. *Le Monde*, mercredi 16 février 1994, p.16.

HIGHAM (A.D.) *et al.*, 1974. Multispectral Scanning Systems and their Potential Applications to Earth Resources Surveys : Summary Volume. ESRO, Neuilly-sur-Seine, 204 p.

HUGON (P), 1993. L'économie de l'Afrique. La Découverte, Paris, 1993, 124 p.

HUSSON (A.), OLIVA (P.), 1982. Classification supervisée des ensembles urbains et péri-urbains de la région d'Aix-en-Provence. *in* : Journées de télédétection en milieu urbain, 13 mai 1982, CNRS-IGN, Paris, pp. 28-42.

IAURIF, ICEA, Plan Urbain, 1988. Expérimentation d'une méthode simplifiée de recueil de données urbaines à Bouaké - Côte-d'Ivoire ; deuxième phase : analyse comparative des informations extraites des photographies aériennes et des images satellitaires. Programme interministériel REXCOOP, 37 p.

IAURIF, 1989. L'occupation du sol de l'axe Gama-Luziâna par télédétection satellitaire : Informations pour la planification urbaine et régionale du District Fédéral et de l'Entorno. Décembre 1989.

IAURIF, 1990. Cadrage régional de Beyrouth ; mise au point d'une méthode d'analyse par télédétection. Rapport technique, Ministère des Affaires Etrangères, 191 p.

IBOULDO (E.), 1990. Extension urbaine et besoins de transport pour les élèves de l'enseignement secondaire, cas de Ouagadougou. *in* : Maîtriser le développement urbain en Afrique sub-saharienne. Colloque international, Ouagadougou, octobre 1990, 13 p.

IGUE (J.O.), 1994. Les grandes villes africaines se vident. *Le courrier de la Planète - Afrique* - n° 21, février-mars 1994, pp. 6-7.

I.N.S.D., 1989. Recensement général de la population du Burkina Faso, 1985 ; analyse des résultats définitifs. Ouagadougou, 318 p.

JACQUEMINET (C.), 1991. Analyse de la structure spatiale du couvert ligneux en milieu sahélien sur images satellitaires Spot. Thèse EHESS, 213 p.

JAGLIN (S.), 1991. Pouvoirs urbains et gestion partagée à Ouagadougou : équipements et services de proximité dans les périphéries. Thèse, Université Paris VIII, 1 090 p.

JENSEN (J.R.) *et al.*, 1994. Improved Urban Infrastructure Mapping and Forecasting for BellSouth Using Remote Sensing and GIS Technology. *PE&RS*, Vol. 60, N° 3, March 1994, pp. 339-346.

JOHNSSON (K.), 1994. Segment-based Land-use Classification from SPOT Satellite Data. *PE&RS*, Vol. 60, N° 1, January 1994, pp. 47-53.

KABAGAMBE (D.), MOUGHTIN (C.), 1983. Housing the Poor : a Case Study in Nairobi. *Third World Planning Review*, vol. 5, n°3, August 1983, pp.227-248.

KAHIMBAARA (J.A.), 1986. The Population Density Gradient and the Spatial Structure of a Third World City : Nairobi, a Case Study. *Urban Studies*, vol. 23, n° 4, August 1986, pp. 307-322.

KENNARD (R.E.), TOLL (D.L.), 1984. Investigation of SPOT Spectral and Spatial Characteristics for Discrimination Land-Use and Land-Cover in Prince Georges' County, Maryland. *in* : SPOT Simulation Application handbook, Proceedings of the 1984 SPOT Symposium, May 20-23, Scottsdale, Arizona, pp. 165-170.

KUPFER (G.) *and al.*, 1987. Spatial Growth of Unplanned Areas in Nairobi : Use of Aerial Photography for Monitoring Urban Growth and Improvement Planning. *ITC Journal*, 1987, N° 3, pp. 239-247.

LACOSTE (Y.), 1982. Géographie du sous-développement. Quadrige-PUF, Paris, 288 p.

LAFFLY (D.), 1993. L'évolution des paysages et de l'occupation du sol observée par satellites. *Mappemonde*, 3/93, pp. 22-28.

LANGEREUX (P.), 1993. Produits nouveaux : CD-ROM et SPOT-VIEW 4.0. *Air & Cosmos / Aviation Internationale*, n° 1441 - semaine du 4 au 10 octobre 1993.

LAPORTE (J.M.), 1983. Etude de la texture sur des simulations d'image du satellite SPOT. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Paris VII.

LAPORTE (J.M.), CAMPAGNE (P), 1985. Télédétection satellitaire et croissance urbaine dans un pays en voie de développement ; Niamey. *Métropolis*, n° 70-71, 4<sup>ème</sup> trimestre 1985, pp. 54-57.

LARNEUIL (P.), 1979. La mission Marchand à Fachoda. *in* : L'Europe découvre l'Afrique. *Historama*, n° 42, octobre-novembre 1979, pp. 117-125.

LASSELIN (D.), COCHRANE (G.R.), 1990. Production en milieu urbain d'un image améliorée, rectifiée et restituée en couleurs naturelles; méthode simple de traitement sur microsystème de données SPOT panchromatique et multispectrale, ville d'Auckland (Nouvelle-Zélande). GDTA, 23 p.

LE BRIS (E.), 1991. Le foncier urbain : le primat du sol constructible. *in* : L'appropriation de la terre en Afrique noire : manuel d'analyse, de décision et de gestion foncières. Karthala, Paris, pp. 143-150.

LEBRIS (E.), 1993. Ville irrégulière, ville non maîtrisée. *in* : Villes d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 168, octobre-décembre 1993, pp. 218-230.

LE ROY (E.), 1991. L'Etat, la réforme et le monopole foncier. *in* : L'appropriation de la terre en Afrique noire : manuel d'analyse, de décision et de gestion foncières. Karthala, Paris, pp. 159-190.

LINGANE (Z.), 1993. Spécial Burkina Faso. *Marchés Tropicaux*, n° 2 314, février 1993, pp. 471-473.

LLIBOUTRY (L.), 1992. Sciences géométriques et télédétection. Masson, Paris, 289 p.

LOCOH (T.), 1992. La fécondité en Afrique sub-saharienne : amorce d'une baisse durable ? *La Chronique du CEPED*, printemps 1992, n° 4-5, 4 p.

LOHMANN (P.), ALTROGGE (G.), 1988. Utilisation of SPOT Multispectral Data for Urban Planning. *in* : SPOT 1 : Utilisation des images, bilan, résultats, Paris, novembre 1987. Cepadues-Editions, Toulouse, pp. 689-693.

LORTIC (B.), 1989. Intégration d'imagerie satellitaire dans un système d'information géographique. *in* : SEMINFOR 3, Système d'information pour l'environnement, Editions de l'ORSTOM, pp. 101-110.

LUSUGGA KIRONDE (J.M.), 1992. Creations in Dar es Salaam and Extensions in Nairobi : the Defiance of Inappropriate Planning Standards. *Cities : the International Journal of Urban Policy and Planning*, August 1992, Vol. n° 9, N° 3, pp. 220-231.

LUTCHMAN (T.), 1987. Monitoring Land Subdivision on the Fringe of Paramaribo Using Aerial Photography. *ITC Journal*, 1987, N° 3, pp. 248-253.

MAHE (G.), 1993. Les écoulements fluviaux sur la façade atlantique de l'Afrique : étude des éléments du bilan hydrique et variabilité interannuelle, analyse de situations hydroclimatiques moyennes et extrêmes. Editions de l'ORSTOM, Collection Etudes et Thèses, 438 p.

MANOU (A.), 1986. Modalité d'accession à la terre urbaine à la périphérie d'Abidjan : Port-Bouët II, pari gagné ? *in* : L'appropriation de la terre en Afrique noire : manuel d'analyse, de décision et de gestion foncières. Karthala, Paris, pp. 51-71.

MANUAL OF REMOTE SENSING, 1983. Vol. I : Theory, Instruments and Technics ; Vol. II : Interpretation and Applications. American Society of Photogrammetry, Falls Church, Virginia, 2123 p.

MARCHÉS TROPICAUX, 1994. Selon la FAO et le PAM : sombres perspectives alimentaires en Afrique de l'Est. *Marchés Tropicaux*, 10 juin 1994, p. 1182.

MARGUERAT (Y.), 1982. Les réseaux urbains en Afrique noire : de la pyramide à la macrocéphalie. *in* : Les grandes villes africaines : séminaire de Montpellier : 18-25 septembre 1980. *Société Languedocienne de Géographie*, tome 16, fascicule 1-2, janvier-juin 1982, pp. 19-29.

MARIE (A.), 1989. Politique urbaine : une révolution au service de l'Etat. *in* : Retour au Burkina. *Politique Africaine*, n° 33, mars 89, pp. 27-38.

MEMON (P.A.), 1982. The Growth of Low-Income Settlements : Planning Response in the Peri Urban Zone of Nairobi. *Third World Planning Review*, Vol. 4, N° 2, May 1982, pp.145-158.

MERING (C.), 1989. Elaboration d'une carte thématique à partir des données satellitaires : un essai de modélisation. *in* : Séminfor 2 : la modélisation : aspects pratiques et méthodologie, Montpellier, du 26 au 28 septembre 1988. Editions de l'ORSTOM, Paris, pp. 343-368.

MICHEL (A.) *et al.*, 1987. Mise au point des méthodes d'analyse des images des satellites à haute-résolution et évaluation des informations fournies par ces images : mise en évidence des réseaux routiers sur une image SPOT panchromatique : étude de faisabilité sur Quito (Equateur). *in* : Urbanisme et télédétection satellitaire, Service Technique de l'Urbanisme - CNES, 8 p.

MICHEL (A.), 1988. Stratification de l'espace urbain à partir d'images satellite pour réaliser un sondage à objectif démographique. Mise au point et évaluation des méthodes d'analyse des images SPOT et LANDSAT en milieu urbain. Thèse EHESS, 2 vol., 237 + 162 p.

MICHEL (A.), LORTIC (B.), 1992. Typologies urbaines et télédétection satellitaire : la notion de zones en milieu urbain. *L'Espace Géographique*, 1992, n° 2, pp. 167-177.

MORGAN (W.T.W.), 1967. Nairobi : City and Region. Nairobi, Oxford University Press, 154 p.

MOUTSARA (A.), 1987. Caractéristiques du tissu urbain à Brazzaville. *in* : Journées d'Etude sur Brazzaville : Actes du colloque : Brazzaville, 25-28 avril 1986. ORSTOM, Association des Géographes du Congo, Brazzaville, pp. 175-185.

NOIN (D.), 1992. Les tensions démographiques. *in* : Encyclopédie de Géographie. Economica, Paris, pp.865-877.

NOISETTE (F.) *et al.*, 1989. Analyse et diagnostic de la politique de l'habitat au Cameroun. novembre 1989.

OBERAI (A.S.), 1992. Démographie, emploi et pauvreté dans les grandes villes du Tiers-Monde. *in* : La crise urbaine. *Le Courrier ACP-CE*, n° 131, janvier-février 1992, pp. 64-66.

OBUDHO (R.A.), 1984. National Urban and Regional Planning Policy in Kenya. *Third World Planning Review*, Vol. 6, N° 4, 1984, pp. 363-387.

OLUBORODE (O.J.), 1990. L'imagerie SPOT, un outil pour la cartographie du recensement de population de la ville d'Ibadan (Nigéria). DESS de Télédétection, Méthodes et Applications, GDTA, 35 p.

OMOLUABI (E.), 1994. Données de base sur la population : Nigéria. CePed, Paris, 10 p.

ONYANGO (W.), 1991. Kenya Population Growth Slows. *New African*, N° 287, August 1991, p. 29.

O'QUIN (P.), 1992. La lassitude des bailleurs de fonds. *in* : Trente années d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 164, octobre-décembre 1992, pp. 224-237.

ORSTOM, 1986. Intégration des données de télédétection dans un système d'information géographique : suivi de la morphologie et de la démographie d'une ville : rapport intermédiaire - avril 1986. ORSTOM, Département D, 189 p.

OSMONT (A.), 1991. Régulariser pour réhabiliter : une nouvelle politique de l'habitat. *in* : L'appropriation de la terre en Afrique noire : manuel d'analyse, de décision et de gestion foncières. Karthala, Paris, pp. 238-244.

OUATTARA (A.), 1990. Des lotissements aux cités : Les facettes d'une politique de logement à Ouagadougou de 1960 à nos jours. *in* : Maîtriser le développement urbain en Afrique sub-saharienne. Colloque international, Ouagadougou, octobre 1990, 15 p.

OUEDRAOGO (M.M.), 1990. Situation de l'urbanisation au Burkina Faso. *in* : Maîtriser le développement urbain en Afrique sub-saharienne. Colloque international, Ouagadougou, octobre 1990, 17 p.

PABYAM (M.), 1988. Evolution de la gestion foncière et urbaine à Ouagadougou ou la problématique de la maîtrise du sol au Burkina Faso. Mémoire de D.E.A., Université de Paris I, 114 p.

PARROY (P.), 1979. La découverte de l'Afrique. *Historama*, n° 42, octobre-novembre 1979, pp.15-26.

PEBAYLE (J.), 1986. L'intérêt en géographie des données du satellite SPOT. Thèse de doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Paris I, 232 p.

PEDRON (C.) *et al.*, 1988. Intégration des données SPOT à un système d'informations géocodées. *in* : SPOT 1 : Utilisation des images, bilan, résultats, Paris, novembre 1987. Cepadues-Editions, Toulouse, pp. 515-530.

PENOT (C.), 1980. L'Islam et les Royaumes du Soudan. *Historama*, n° 44, février-mars 1980, pp. 143-152.

PEREIRA TENEDORIO (J.A.), 1990. Vers une méthode pour l'actualisation de la carte d'occupation du sol à l'aide des images SPOT HRV ; essai de détection des changements d'affectation des zones en milieu urbain. DESS de Télédétection, Méthodes et Applications, GDTA, 44 p.

PERON (Y.) *et al.*, 1975. Atlas de la Haute-Volta. Editions Jeune Afrique, Paris, 47 p.

PHOTO-INTERPRÉTATION, 1988. Numéro Spécial : Morphologie Mathématique. 1988-5, septembre-octobre, 44 p.

PICON-LOIZILLON (S.), 1985. Nairobi 1899-1939 : histoire de la création d'une ville coloniale et étude de la vie économique et sociale de la population blanche. Thèse de doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Paris VII, 244 p.

POLESE (M.), 1992. Urbanisation et développement économique. *in* : Encyclopédie de Géographie. Economica, Paris, pp. 743-762.

POURTIER (R.), 1992. L'explosion urbaine. *in* : Trente années d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 164, octobre-décembre 1992, pp. 153-167.

POUYLLAU (M.), 1989. Télédétection et Tiers-Monde : méthodologie, pratiques, nouveaux champs et nouveaux enjeux. Actes de la Table ronde internationale CNRS, 25, 26 et 27 octobre 1989.

QI (J.) *et al.*, 1991. View - Atmosphere - Soil Effects on Vegetation Indices Derived from SPOT Images. *in* : Proceedings of the 5th international Colloquium. Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing, Courchevel, France, (ESA SP-319), pp. 785-787.

RAKOTO, 1987. Guide de l'utilisateur PLANETE.

RIMBERT (S.), 1985. Une image diachronique d'Athènes. *Métropolis*, n° 70-71, 4<sup>e</sup> trimestre 1985, pp. 40-44.

ROBEY (B.) *et al.*, 1994. Baisse de la fécondité dans les pays en développement. *Pour la Science*, n° 196, février 1994, pp. 24-31.

SANOU (B.) *et al.*, 1986. Les enjeux des extensions urbaines à Ouagadougou. Rapport intermédiaire ORSTOM-CNRST, 1986, 65 p.

SANOU, 1990. Litiges créés par l'aménagement des zones d'habitat spontané : cas du secteur 19 de la ville de Ouagadougou, commune de Boulmougiou. *in* : Maîtriser le développement urbain en Afrique sub-saharienne. Colloque international, Ouagadougou, octobre 1990, 15 p.

SANMARCO (L.), 1992. Le mode rural sacrifié : de l'injustice au risque écologique. *in* : Trente années d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 164, octobre-décembre 1992, pp.168-177.

SAUTTER (G.), 1982. Introduction. *in* : Les grandes villes africaines : séminaire de Montpellier : 18-25 septembre 1980. *Société Languedocienne de Géographie*, tome 16, fascicule 1-2, janvier-juin 1982, pp. 7-16.

SCHOTT (J.R.), 1989. Remote sensing of the Earth: a Synoptic View. *Physics Today*, September 1989, pp. 72-79.

SCHWARTZ (J.), 1992. Le défi démographique. *in* : L'environnement en Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 161, pp. 43-56.

SHEFFIELD (C.), 1983. Voici la Terre : l'Homme sur la Terre. J.C. Lattès, Milan, 158 p.

SIG-GIS, 1992. Actes de la 3<sup>ème</sup> conférence européenne sur la cartographie assistée par ordinateur et les systèmes d'information géographique. Paris, France, 184 p.

SILIPACHARANAN (S.), 1992. Exploitation d'images SPOT et Landsat TM : application à la planification urbaine de Bangkok (Thaïlande). Thèse, Université Toulouse II, 310 p.

SINOUE (A.), POINSOT (J.), STERDANEL (J.), 1989. Les villes d'Afrique noire : politiques et opérations d'urbanisme et d'habitat entre 1650 et 1960. Ministère de la Coopération et du Développement - la Documentation française, Paris, 346 p.

SIRCOULON (J.), 1992. Evolution des climats et des ressources en eau. *in* : L'environnement en Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 161, pp. 57-77.

SOUDOPLATOFF (S.), 1985. Apport de la simulation SPOT aux études urbaines : Niamey (Niger). *in* : Expériences de simulation du satellite SPOT en Afrique de l'Ouest, GDTA, pp. 153-168.

SOURIS (M.), 1989. Un prototype de système d'information géographique pour la planification urbaine et son utilisation à Quito (Equateur). *in* : SEMINFOR 3, Système d'information pour l'environnement, Editions de l'ORSTOM, pp. 253-260.

SOUSSANA (J.F.), 1994. L'état des lieux. *in* : Dossier désertification, *Courrier de la Planète*, n° 20, décembre 1993 - janvier 1994, pp. 18-22.

SOUTH AFRICAN COMMUNICATION SERVICE, 1994. South Africa 1993, Official Year Book. Pretoria, 329 p.

SPOT IMAGE, 1989. Le catalogue des produits SPOT et des services. SPOT IMAGE, Toulouse, 54 p.

SPOT IMAGE, 1989<sup>2</sup>. SPOT, programmez vos prises de vue. SPOT IMAGE, Toulouse.

SPOT IMAGE, 1993. Dossier Presse, lancement de SPOT 3. SPOT IMAGE, Toulouse, septembre 1993.

SPOT IMAGE, 1993<sup>2</sup>. Géospot : l'information géographique pour vos décisions stratégiques. SPOT IMAGE, Toulouse, 9 p.

STANLEY (H.M.), 1979. Comment j'ai retrouvé LIVINGSTONE. Fayard, Paris, 331 p.

STU, CNES, 1987. Urbanisme et télédétection satellitaire. Service Technique de l'Urbanisme, CNES, 75 p. + 17 dossiers.

SURVEY OF KENYA, 1970. National Atlas of Kenya. Nairobi, 103 p.

TABAH (L.), 1983. Les perspectives démographiques mondiales. *in* : Demain le Tiers-Monde : population et développement. *Revue Tiers-Monde*, tome XXIV, n° 94, avril-juin 1983, pp. 304-324.

TANRE (D.) *et al.*, 1989. Influence de l'atmosphère sur les mesures satellitaires dans le spectre solaire - possibilités de correction. *Bul. S.F.P.T.*, n° 115 (1989 - 3), pp. 3-4.

THIBAUT (C.), 1983. La télédétection par satellite appliquée au milieu urbain : test de validité de l'indice de végétation dans la proche couronne. IAURIF, Paris.

THOLLEY (N.), 1991. Eléments de traitement d'image en télédétection ; support de cours. Université de Strasbourg.

TRAORE (J.M.), 1986. Aménagement urbain et pratiques foncières coutumières en Haute-Volta. *in* : Espaces disputés en Afrique noire : pratiques foncières locales. Karthala, Paris, pp. 33-40.

VENARD (J.L.), 1991. Les systèmes de gestion des données urbaines localisées. *Villes en développement*, n° 11, mars 1991.

VENARD (J.L.), 1993. Le financement de l'urbanisation. *in* : Villes d'Afrique. *Afrique contemporaine*, n° 168, octobre-décembre 1993, pp.207-217.

VENNETIER (P.), 1982. A propos des relations villes-campagnes en Afrique tropicale. *in* : Les grandes villes africaines : séminaire de Montpellier : 18-25 septembre 1980. *Société Languedocienne de Géographie*, tome 16, fascicule 1-2, janvier-juin 1982, pp. 45-57.

VERDIER (I.), 1990. La ville de Yaoundé. *Marchés Tropicaux*, n° 2 067, juillet 1990, pp. 2069-2090.

VERGES (F.), 1990. Les villes de 500 000 à 1 Million d'habitants en Afrique au Sud du Sahara. *La lettre d'information*, n° 2 - juin 1990, Réseau A.D.O.C., pp. 4-5.

WEBER (C.), HIRSCH (J.), SERRADJ (A.), 1990. Classification pixels et classification par zones : tests sur image SPOT en milieu urbain. *in* : Deuxièmes Journées de Télédétection : Caractérisation et suivi des milieux terrestres en régions arides et tropicales. ORSTOM Editions, Bondy, pp. 231-237;

WELCH (R.), 1982. Spatial Resolution Requirements for Urban Studies. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 3, N° 2, April-June, pp. 139-146.

WILMET (J.), VENNETIER (P.), 1986. Croissance urbaine et évolution de l'environnement à Brazzaville (Congo) et Kinshasa (Zaïre). *Photo-Interprétation*, n° 1986-5, fascicule 5, pp. 37-43.

WILMET (J.), DE KEERSMAEKER (M. L.), 1985. Occupation du sol en milieu urbain. *Métropolis*, n° 70-71, 4<sup>e</sup> trimestre 1985, pp. 48-51.

ZERBO (S.), 1981. De l'urbanisation "incontrôlée" à l'urbanisation "régularisée" : éléments de politique urbaine en Haute-Volta (Ouagadougou). Mémoire de maîtrise, Université Paris VIII, 110 p.

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

---

### FIGURES

<b>FIGURE 1.</b> .....	20
Carte des taux d'urbanisation en Afrique noire en 1990	
<b>FIGURE 2.</b> .....	22
Courbes de croissance démographique de quelques grandes villes africaines	
<b>FIGURE 3.</b> .....	24
Courbe de croissance de la population de l'Afrique subsaharienne au cours du XX <sup>e</sup> siècle et projections pour le premier quart du XXI <sup>e</sup> siècle	
<b>FIGURE 4.</b> .....	40
L'Afrique urbaine précoloniale (a)	
<b>FIGURE 4.</b> .....	41
L'Afrique urbaine précoloniale (b)	
<b>FIGURE 5.</b> .....	84
Les villes "millionnaires" de l'Afrique noire en 1990	
<b>FIGURE 6.</b> .....	112
Les indéniables progrès de la résolution spatiale	
<b>FIGURE 7.</b> .....	118
Les limites des quartiers de Ste Camille et de Ouemtenga (à l'est de l'aéroport) d'après une photographie aérienne numérisée de novembre 1988	
<b>FIGURE 8.</b> .....	119
Les limites des quartiers de Ste Camille et de Ouemtenga d'après une image panchromatique Spot (novembre 1987)	
<b>FIGURE 9.</b> .....	126
Disposition classique des principaux types de tissus urbains rencontrés	
<b>FIGURE 10.</b> .....	131
Exemple de confusions radiométriques lors d'un essai de classification réalisé sur la ville de Ouagadougou	
<b>FIGURE 11.</b> .....	132
Exemple de confusions radiométriques lors d'un essai de classification réalisé sur la ville de Nairobi	
<b>FIGURE 12.</b> .....	152
Les contraintes des corrections géométriques	
<b>FIGURE 13.</b> .....	156
Influence de l'atmosphère sur la radiométrie d'un pixel	
<b>FIGURE 14.</b> .....	162
Carte de fréquences saisonnières de ciels complètement dégagés entre 6 h et 18 h	

<b>FIGURE 15.</b> .....	163
L'environnement climatique de quelques grandes villes africaines	
<b>FIGURE 16.</b> .....	176
Le Kenya, pays de l'Est africain	
<b>FIGURE 17.</b> .....	178
Nairobi, ville du "Far East" africain	
<b>FIGURE 18.</b> .....	183
Nairobi vers 1904-1905	
<b>FIGURE 19.</b> .....	189
Localisation et densités des quartiers africains de Nairobi en 1948	
<b>FIGURE 20.</b> .....	191
La zone centrale de Nairobi vers 1965	
<b>FIGURE 21.</b> .....	196
La croissance démographique de Nairobi	
<b>FIGURE 22.</b> .....	201
Les extensions successives des limites de la Municipalité	
<b>FIGURE 23.</b> .....	204
L'espace urbain de Nairobi au début des années 1970	
<b>FIGURE 24.</b> .....	208
Les grandes lignes de l'occupation du sol des années 1970-1980	
<b>FIGURE 25.</b> .....	233
Le site de Nairobi vu par Spot	
<b>FIGURE 26.</b> .....	237
L'espace urbain de Nairobi en 1991	
<b>FIGURE 27.</b> .....	241
L'urbanisation de la plaine Athi	
<b>FIGURE 28.</b> .....	247
La dynamique urbaine de l'Est de la capitale	
<b>FIGURE 29.</b> .....	251
L'explosion de l'aire urbaine de Nairobi	
<b>FIGURE 30.</b> .....	256
Whaghadougou, la capitale mossi, vue par le capitaine BINGER en 1888	
<b>FIGURE 31.</b> .....	259
Situation géographique du Burkina Faso (ex Haute-Volta)	
<b>FIGURE 32.</b> .....	262
L'espace urbain ouagalais en 1975	
<b>FIGURE 33.</b> .....	264
accroissement de la population ouagalaise	

<b>FIGURE 34.</b> .....	272
Evolution des programmes de lotissement jusqu'au début des années 1980	
<b>FIGURE 35.</b> .....	276
Ouagadougou au début des années 1980	
<b>FIGURE 36.</b> .....	280
Les nouveaux secteurs de la ville lotie - 1990	
<b>FIGURE 37.</b> .....	294
Réorganisation communale de Ouagadougou -1988	
<b>FIGURE 38.</b> .....	300
Le site de la capitale	
<b>FIGURE 39.</b> .....	303
Ouagadougou vue par Spot	
<b>FIGURE 40.</b> .....	310
L'Est de Ouagadougou au début de l'année 1988	
<b>FIGURE 41.</b> .....	311
Fond de plan du nouveau périmètre urbain loti	
<b>FIGURE 42.</b> .....	313
L'Est de Ouagadougou à la fin de l'année 1989	
<b>FIGURE 43.</b> .....	318
Le réseau des voiries en latérite	
<b>FIGURE 44.</b> .....	323
L'extension des sols nus en périphérie sud-ouest	

## TABLEAUX

<b>TABLEAU 1.</b> .....	56
Augmentation de la population d'une ville sur une période de 5 ans. Variantes selon la taille et le taux de croissance de l'agglomération	
<b>TABLEAU 2.</b> .....	70
Augmentation de la population de Mazambhé (Dar el Salaam) entre 1967 et 1990	
<b>TABLEAU 3.</b> .....	97
Documentation cartographique disponible en 1991 pour notre étude sur 5 grandes villes africaines	
<b>TABLEAU 4.</b> .....	109
Principales caractéristiques des satellites Landsat et Spot	
<b>TABLEAU 5.</b> .....	166
Poids des contraintes climatiques sur l'acquisition d'une image Spot	
<b>TABLEAU 6.</b> .....	229
Les images Spot utilisées pour l'étude de Nairobi	

<b>TABLEAU 7.</b> .....	244
Matrice de corrélation des 4 canaux de 1991 (sur partie commune)	
<b>TABLEAU 8.</b> .....	244
Matrice de corrélation des 4 canaux de 1987 (sur partie commune)	
<b>TABLEAU 9.</b> .....	298
Les images spot utilisées pour l'étude Ouagadougou	
<b>TABLEAU 10.</b> .....	305
Matrice de corrélation des 4 canaux de 1989 (sur partie commune)	
<b>TABLEAU 10.</b> .....	305
Matrice de corrélation des 4 canaux du premier couple d'images (1987-1988)	

## PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

<b>PLANCHE 1.</b> .....	57
La "Ville-Vitrine"	
<b>PLANCHE 2.</b> .....	73
Les conséquences d'une mauvaise gestion urbaine	
<b>PLANCHE 3.</b> .....	127
Un milieu propice aux confusions radiométriques	
<b>PLANCHE 4.</b> .....	213
Deux visages de Nairobi	
<b>PLANCHE 5.</b> .....	281
Ouagadougou : le triomphe de l'horizontalité	
<b>PLANCHE 6.</b> .....	287
La reprise des implantations spontanées	
<b>PLANCHE 7.</b> .....	290
"Pigeonniers" le long de la route de Fada	
<b>PLANCHE 8.</b> .....	320
Aux limites des résolution spatiale et spectrale de Spot	

## TABLE DES MATIÈRES

---

REMERCIEMENTS .....	3
RÉSUMÉ .....	7
ABSTRACT .....	8
SOMMAIRE GÉNÉRAL .....	9
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>11</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE - LES DÉFIS DE LA CRISE URBAINE EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE .....</b>	<b>17</b>
<b>CHAPITRE 1. UNE URBANISATION RÉCENTE, RAPIDE ET DÉSÉQUILBRÉE .....</b>	<b>19</b>
<b>1. LA POUSSÉE URBAINE ET L'EXPLOSION DES GRANDES VILLES .....</b>	<b>19</b>
<b>2. UN CONTEXTE DE CRISES .....</b>	<b>23</b>
A - l'explosion démographique .....	23
B - la crise économique et politique .....	27
C - l'exode rural .....	30
<i>a - des raisons démographiques .....</i>	<i>30</i>
<i>b - des raisons écologiques .....</i>	<i>31</i>
<i>c - des motifs économiques .....</i>	<i>32</i>
<i>d - des causes sociologiques .....</i>	<i>34</i>
<b>3. L'ESSOR FULGURANT DES GRANDES MÉTROPOLES .....</b>	<b>37</b>
A - les métropoles : des origines le plus souvent coloniales .....	38
<i>a - quelques vieilles cités .....</i>	<i>38</i>
<i>b - une majorité de créations coloniales .....</i>	<i>43</i>
B - le visage de la grande ville coloniale .....	46
<i>a - les quartiers européens .....</i>	<i>47</i>
<i>b - les quartiers "indigènes" .....</i>	<i>47</i>
<i>c - les premiers plans d'urbanisme .....</i>	<i>50</i>
C - une croissance démesurée depuis l'indépendance .....	51
<b>CHAPITRE 2. LES GRANDES VILLES : DES ESPACES INSTABLES EN MUTATION GALOPANTE .....</b>	<b>55</b>
<b>1. LA FAILLITE DES POLITIQUES URBAINES ÉTATIQUES DEPUIS L'INDÉPENDANCE .....</b>	<b>55</b>
A - une évolution commune .....	55
B - l'espace urbain étatique : la ville-vitrine .....	56
C - les insuffisances de l'urbanisme étatique .....	61

<b>2. L'EXPLOSION DE L'"URBANISME" POPULAIRE</b> .....	65
A - une nébuleuse d'acteurs .....	65
B - un marché très souvent illégal .....	67
C - les conséquences d'un aménagement spontané de l'espace urbain.....	68
<i>a - la densification de l'existant</i> .....	68
<i>b - l'extension inconsidérée des périphéries</i> .....	71
<b>3. LA RÉACTION TARDIVE DES POUVOIRS PUBLICS</b> .....	78
A - une approche plus pragmatique .....	78
B - les limites de cette politique .....	81
<b>4. UN AVENIR PLEIN D'INCERTITUDE</b> .....	83

**SECONDE PARTIE - LES IMAGES SPOT : UN OUTIL EFFICACE  
AU SERVICE DE L'AMÉNAGEMENT URBAIN** .....91

<b>CHAPITRE 1. DES BESOINS CRUCIAUX NON SATISFAITS</b> .....	93
<b>1. LES BESOINS</b> .....	93
<b>2. LES OBSTACLES À L'UTILISATION DES COUVERTURES PHOTOGRAPHIQUES AÉRIENNES TRADITIONNELLES</b> .....	99
<b>CHAPITRE 2. LES IMAGES SPOT : UN PAS DÉCISIF POUR L'UTILISATION DE LA TÉLÉDÉTECTION SPATIALE EN MILIEU URBAIN</b> .....	105
<b>1. RAPPELS SUR LA TÉLÉDÉTECTION PAR SATELLITE</b> .....	105
A - le satellite : un nouvel outil " <i>pour voir mieux et plus vite</i> " .....	105
B - principes de base de l'imagerie satellite.....	105
C - le traitement d'image.....	107
<b>2. LES IMAGES SPOT : UNE RÉOLUTION SPATIALE QUI OUVRE VÉRITABLEMENT LA PORTE DU DOMAINE URBAIN</b> .....	108
A - les grandes étapes de la télédétection en milieu urbain .....	108
<i>a - Landsat TM</i> .....	110
<i>b - Spot</i> .....	111
B - le programme SPOT d'observation de la Terre.....	111
<i>a - l'accès à la cartographique et au domaine urbain</i> .....	111
<i>b - l'avantage d'une meilleure disponibilité des données</i> .....	114
<b>3. L'APPORT DES IMAGES SPOT À LA CONNAISSANCE DU DOMAINE URBAIN</b> .....	116
A - une résolution spatiale appropriée aux principales exigences de l'aménagement urbain.....	116

B - cartographie de l'occupation du sol : l'avantage des méthodes de photo- interprétation des images-satellite sur les traitements de cartographie automatique.....	121
<i>a - les obstacles à une cartographie automatique de l'occupation du sol     en milieu urbain</i> .....	122
<i>b - les multiples possibilités de la photo-interprétation "assistée"     des images Spot</i> .....	139
C - mise en évidence et cartographie de la dynamique urbaine .....	149
<i>a - principes et contraintes d'une étude diachronique</i> .....	149
<i>b - les méthodes de détection des changements</i> .....	159
<i>c - disponibilité des images</i> .....	161
D - vers un juste emploi des images Spot ? .....	168

## **TROISIÈME PARTIE - ÉTUDE DE CAS : L'APPORT DES IMAGES SPOT AU SUIVI DE NAIROBI ET DE OUAGADOUGOU**..... 171

<b>CHAPITRE 1. NAIROBI</b> .....	173
<b>1. NAIROBI, UNE CAPITALE DE LA CONQUÊTE DU "FAR EAST" AFRICAIN</b> .....	173
A - un site dans l'ensemble privilégié .....	173
B - Une ville créée de toute pièce .....	174
<b>2. LES REDOUTABLES CONSÉQUENCES D'UNE SÉGRÉGATION URBAINE JAMAIS DÉMENTIE</b> .....	177
A - La période coloniale .....	177
<i>a - le délicat passage du statut de dépôt de ligne à celui de capitale</i> .....	177
<i>b - faut-il déplacer la capitale ?</i> .....	181
<i>c - un espace urbain d'abord conçu pour sa minorité blanche</i> .....	184
<i>d - l'émergence de la cité noire</i> .....	188
<i>e - le legs des dernières années de la colonie</i> .....	192
B - Les politiques nationales menées depuis 1963 .....	195
<i>a - le défi de l'emballlement démographique de la capitale</i> .....	195
<i>b - des politiques urbaines constamment inadaptées</i> .....	199
<b>3. LES ACTEURS DE LA POLITIQUE URBAINE</b> .....	223
A - Le rôle de la "Nairobi City Commission" .....	224
B - Les interventions des services gouvernementaux .....	226
<b>4. L'OUTIL SPOT</b> .....	228
A - images et moyens de traitements utilisés .....	228
<i>a - les images</i> .....	228
<i>b - les outils du traitement d'images</i> .....	231
B - l'apport des images-satellite .....	232
<i>a - l'approche globale</i> .....	232
<i>b - l'espace urbain de Nairobi en 1991</i> .....	230
<i>c - l'urbanisation de la plaine Athi</i> .....	240
<i>d - mise en évidence de la dynamique urbaine de l'est de la capitale</i> .....	245

<i>e - l'explosion de l'aire urbaine de Nairobi</i> .....	249
<b>CHAPITRE 2. OUAGADOUGOU</b> .....	253
<b>1. OUAGADOUGOU : UNE TRÈS ANCIENNE CAPITALE</b> .....	253
A - les contraintes de l'environnement physique .....	253
B - La capitale bien peu "royale" des conquérants Mossi .....	251
<b>2. UN AMÉNAGEMENT URBAIN CHAOTIQUE</b> .....	257
A - La période coloniale .....	257
<i>a - la Bancoville d'une colonie déshéritée</i> .....	257
<i>b - l'émergence d'une véritable capitale</i> .....	260
B - L'indépendance : une constante mise en échec des politiques d'habitat .....	263
<i>a - la capitale face à l'explosion de sa population</i> .....	263
<i>b - 1960 - 1983 : le dramatique gonflement de la ville "illégal"</i> .....	265
<i>c - la révolution urbanistique des années SANKARA</i> .....	275
<i>d - l'inexorable reprise des implantations spontanées</i> .....	286
<b>3. LES ACTEURS DE L'URBANISATION : LA TUTELLE ÉCLATÉE DE L'ÉTAT</b> .....	291
<b>4. L'OUTIL SPOT</b> .....	297
A - les images utilisées .....	297
B - l'apport des images-satellite .....	301
<i>a - la dégradation du site de la ville</i> .....	301
<i>b - vue de Spot, la ville de Ouagadougou en 1989</i> .....	302
<i>c - étude diachronique de l'est de la capitale</i> .....	307
<i>d - cartographie des sols mis à nus à la périphérie sud-ouest</i> .....	322
<b>CONCLUSION</b> .....	327
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	335
<b>LISTE DES ILLUSTRATIONS</b> .....	342
<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	346