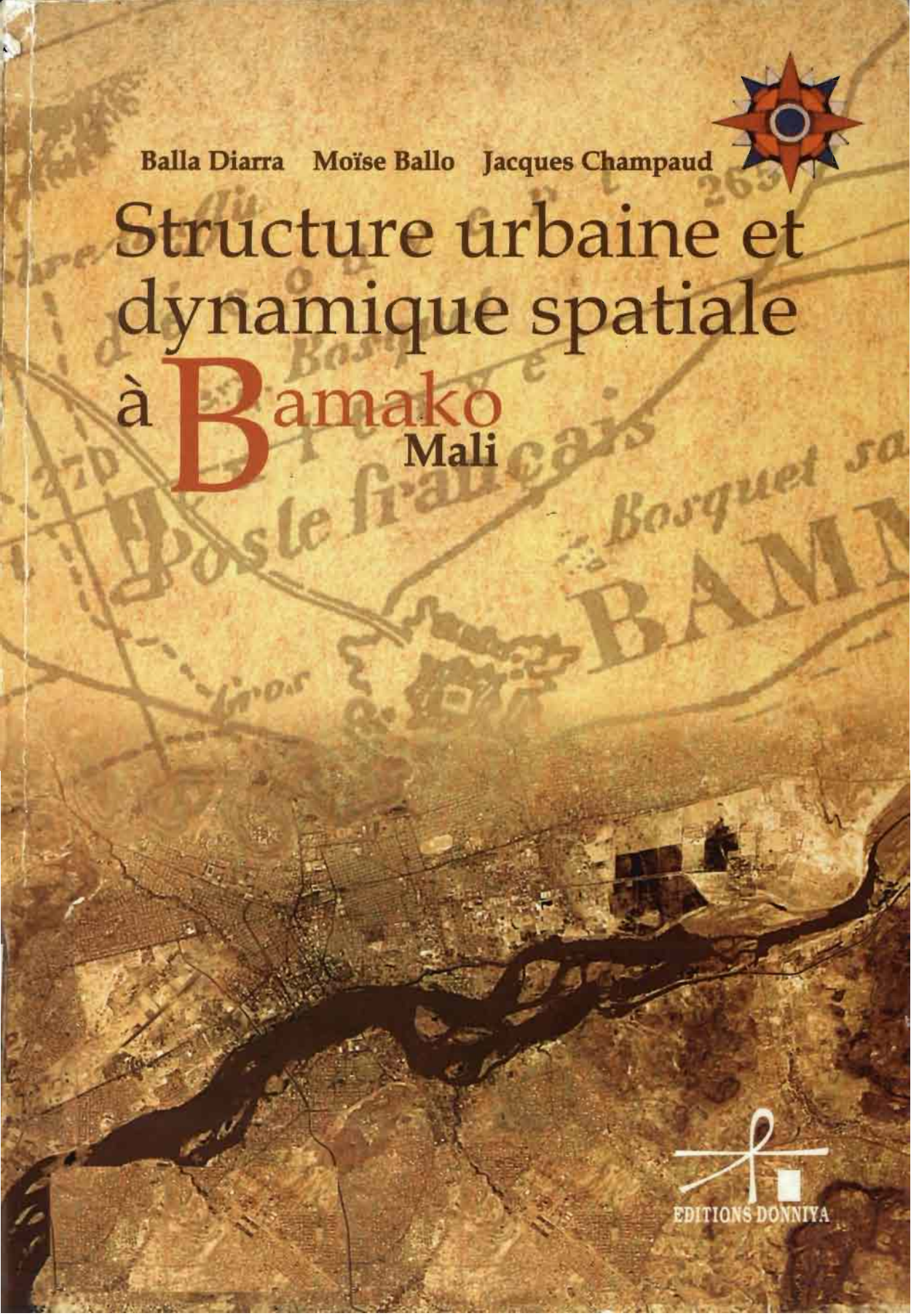
Balla Diarra Moïse Ballo Jacques Champaud

Structure urbaine et dynamique spatiale à Bamako Mali



EDITIONS DONNIYA

Balla DIARRA Moïse BALLO Jacques CHAMPAUD

STRUCTURE URBAINE ET DYNAMIQUE SPATIALE A BAMAKO

Mali

Ouvrage financé
par le Service de Coopération et d'Action Culturelle
de l'Ambassade de France à Bamako

ISBN : 2-911741-53-6
© Editions Donniya, 2003, Bamako

Couverture :
Image SPOT de la ville de Bamako en 1996
supperposée à la carte de la même ville en 1883

ISBN : 2-911741-53-6
© Éditions Donniya, 2003, Bamako

Couverture et maquette :
Editions Donniya/Bamako

Achevé d'imprimer par Imprim Color à Bamako Mali
décembre 2003

Editions Donniya/Imprim Color
BP 1273 • Cité du Niger Bamako Mali
Tél. (223) 221 46 46 - 221 45 99 • Fax (223) 221 90 31
imprimcolor@cefib.com • www.imprimcolor.cefib.com

INTRODUCTION

Bamako est depuis peu de temps une ville « millionnaire », en ce sens qu'elle a franchi, sans doute autour de l'année 1997, le million d'habitants. Au-delà de l'attraction des chiffres ronds, cela signifie qu'elle a atteint la taille des grandes villes, qui est aussi celle de bien des capitales africaines (1), et qu'elle se trouve confrontée à des problèmes de gestion de l'espace urbain d'une nature différente de ceux des autres villes maliennes, dont la plus importante, Sikasso (114 000 habitants en 1998), a une population qui ne dépasse guère le dixième de celle de la capitale.

L'objectif de ce travail n'est pas tant d'ajouter un exemple de plus, encore que la capitale malienne soit originale à bien des égards, à la collection de monographies des villes africaines, que d'essayer de montrer les relations entre cette croissance démographique et les modifications de l'espace urbain et péri-urbain.

Quatre ensembles de données nous paraissent indispensables pour mieux appréhender la réalité bamakoise :

1. l'espace qu'occupe la ville et la dynamique de son expansion ;
2. la manière dont les politiques d'urbanisation ont organisé cet espace ;
3. les éléments qui apparaissent à travers l'analyse comme structurants dans la ville et peuvent conduire à une modélisation.
4. les outils d'aide à la décision qui permettraient une action plus efficace des pouvoirs publics.

La ville s'inscrit dans un espace. Ce qui fait la ville, ce n'est pas seulement un nombre important d'habitants agglomérés en un même lieu, c'est aussi un espace particulier marqué par une plus grande densité d'habitations, la présence de quelques équipements spécifiques (voirie, équipements scolaires, sanitaires, économiques) et des fonctions exclusives (politiques, administratives, économiques culturelles) qui le différencient de la campagne. La consommation de cet espace par la ville est un premier indicateur de la croissance urbaine, et, assez paradoxalement cette consommation d'espace est parfois plus rapide que l'accroissement proprement dit du nombre de citadins. On verra combien cette

(1) Un peu plus d'un million pour Conakry et Yaoundé, un peu moins pour Ouagadougou, Niamey, Lomé ou Cotonou.

dialectique entre extension spatiale et planification de la ville est significative des problèmes que rencontrent les responsables de l'urbanisation.

Cette organisation de l'espace est le résultat des politiques d'urbanisation. La croissance des villes africaines est un phénomène marquant de la deuxième moitié du XXe siècle et le continent rattrape en quelque sorte, par un rythme plus rapide, les taux d'urbanisation des autres grands ensembles mondiaux. Mais, plus que le taux d'urbanisation global (proportion d'habitants vivant dans les villes par rapport à la population totale), la rapidité de la croissance durant les dernières décennies préoccupe tous les responsables de ces pays qui se sentent démunis, tout comme les bailleurs de fonds ou les « spécialistes », pour le maîtriser.

Le Mali est un bon exemple de l'application, programmée ou subie, des diverses politiques de développement. S'il ne reste plus guère de traces visibles de l'ancienne occupation humaine, la période coloniale, celle du socialisme autoritaire qui a accompagné les premières années de l'indépendance, le virage de l'époque militaire, néo-libérale en théorie mais tout autant dirigiste que la précédente, l'essor enfin de la démocratie depuis une décennie, ont chacun à leur manière donné lieu à des politiques économiques et urbaines qui ont marqué différemment le paysage bamakois.

Cette analyse des politiques urbaines conduit à un examen qui, au-delà des aspects quantitatifs de consommation de l'espace vise à qualifier les divers modes d'occupation des sols. Planifiés ou non, les quartiers de Bamako présentent des formes urbaines, des contenus sociologiques, des caractéristiques démographiques et des fonctions qui sont très diversifiés. Outre la qualité des constructions et leur utilisation, il est utile d'identifier les terrains disponibles ou les espaces verts, de mesurer la situation et l'état de la voirie. L'étude de la ville et la traduction graphique qui en est faite font appel à des techniques innovantes qui permettent de les appréhender avec plus de rigueur. L'exploitation des images satellites de SPOT notamment permet, par comparaison avec les documents iconographiques plus anciens (cartes, plans, photographies aériennes) d'assurer un suivi correct de la consommation d'espace et de l'évolution des modes d'occupation. Sur un autre plan, la cartographie assistée par ordinateur permet à partir de diverses sources statistiques de représenter et d'analyser les composantes sociale, démographique, économique de l'habitat et de mettre ainsi en rapport les aspects physiques de la ville avec la société.

A travers l'espace urbain apparaissent des éléments structurants forts qui contribuent à l'organisation de cet espace. Leur agencement, leurs relations avec les composantes de l'espace conduisent à proposer une modélisation qui fait ressortir les points forts de l'espace urbain et peut constituer un atout supplémentaire dans la panoplie des outils de planification urbaine.

Cette présentation de la ville dans sa structure et sa dynamique conduit tout naturellement, en effet, à s'interroger sur les relations entre la recherche et l'action. Plus précisément, il s'agit de savoir dans quelle mesure des outils nou-

veaux de la recherche peuvent aussi servir aux décideurs. La collecte des données, leur mise en forme et leur traitement se traduisent par des productions diverses, allant de documents iconographiques simples, comme la carte analytique, à des produits plus élaborés résultant de traitements informatiques complexes comme un système d'information.

Au-delà des outils, il convient de s'interroger aussi sur leur finalité et les perspectives nouvelles qu'ils apportent aussi à l'exercice de la démocratie communale. Mais il faut également examiner dans quelle mesure cette dynamique spatiale est compatible avec le développement à long terme de la ville. C'est la perspective du « développement durable », pour employer un terme à la mode, qui doit être prise en considération : Bamako poursuivant sa croissance, quelles conditions doivent être réunies pour que la situation des citadins, ceux d'aujourd'hui et ceux de demain soit meilleure que celle qui leur est faite actuellement ?

Cet ouvrage a été préparé principalement à partir de deux thèses soutenues à l'université de Provence par deux auteurs de ce texte : Balla Diarra, *Dynamique spatiale et politiques urbaines à Bamako : le rôle des images satellites SPOT dans la gestion des villes* ; Moïse Ballo, *Eléments pour la mise en place d'un système d'information urbain à Bamako.*

Ces recherches ont été conduites dans le cadre d'un programme franco-malien intitulé « Environnement des villes au Mali » (EVIMA) associant l'ISFRA (Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée, Bamako), l'université de Provence (Laboratoire Population-Environnement, Marseille, Institut de Géographie, Aix en Provence) et l'Orstom (aujourd'hui IRD, Institut de Recherche pour le Développement, Paris et Bamako). Ce programme a bénéficié d'un financement de la Coopération française, dans le cadre d'un projet CAMPUS.

D'autres recherches que celles dont il est rendu compte ici ont été menées sur des thèmes voisins : gestion de l'environnement, l'énergie domestique, agriculture urbaine et péri-urbaine, à Bamako, environnement et santé à Mopti, rôle régional de la ville de Sikasso.

CHAPITRE 1

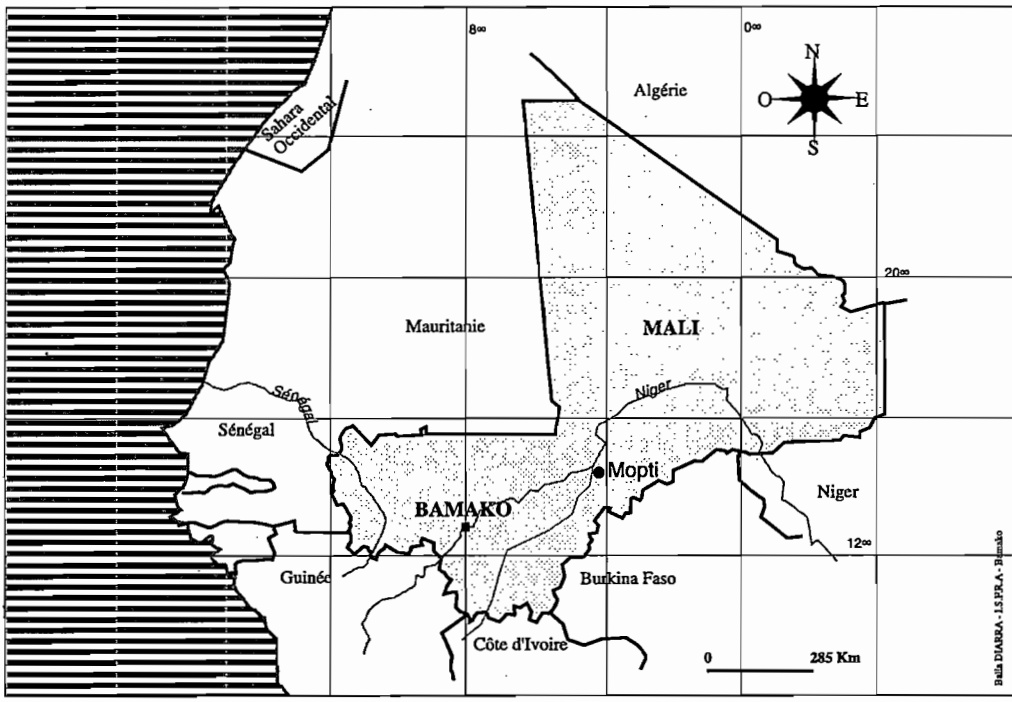
L'HISTOIRE DES VILLES DU MALI ET LA NAISSANCE DE BAMAKO

Le Mali, ex-Soudan français, est un pays enclavé au cœur de l'Afrique occidentale. Il partage ses frontières avec sept autres (cf. figure 1). Sa population de 10 millions d'habitants (10,3 au recensement de 1998), vit sur une immense superficie de 1 240 000 km². On aurait pu croire, avec une telle superficie, que les groupes humains qui y habitent aient vécu repliés sur eux-mêmes dans l'histoire comme ce fut le cas dans beaucoup de régions d'Afrique. C'est pourtant le contraire qui s'est produit. Ces populations ont fondé des entités politiques communes bien structurées et solides dont les plus importantes ont été les empires du Ghana, du Mali et du Songhoï. Ils ont donc *« toujours vécu ensemble, sous un maître ou sous un autre »* (Brasseur, 1968). Cette expérience commune très ancienne d'appartenance aux mêmes Etats dont parle Brasseur — de façon trop simpliste, il est vrai — explique que le Mali soit aujourd'hui un pays globalement stable au plan politico-ethnique.

Au plan de l'urbanisation cependant, le Mali reste, malgré tout ce que son histoire a pu lui apporter dans le domaine et dont on reparlera, un pays à population essentiellement rurale. Selon le recensement de 1987, sur une population totale de 7 696 348 seulement 1 690 289 vivaient dans les villes (2) soit 21,96 % de l'ensemble. Ces données montrent une augmentation sensible par rapport à 1976 où, sur une population de 6 394 918, 1 076 829 étaient citadins soit 16.84 %. Cependant, malgré l'importance des nouveaux citadins en 1987 (613 460 soit près de 57 % en plus de ceux de 1976) le Mali ne compterait guère plus de 30 % de population urbaine en l'an 2000 car sur une population de plus de 10 millions, on aurait à peine 3 millions de citadins (cf. tableau 1). On est donc encore éloigné du taux moyen d'urbanisation de 50 % projeté pour les pays en développement à l'horizon 2000 (J.P. Duchemin, 1984). Cette situation s'explique par un

(2) Est considérée comme ville toute agglomération de 2 500 habitants et plus.

Figure 1. EMPLACEMENT DE BAMAKO AU MALI ET EN AFRIQUE DE L'OUEST



faible taux d'urbanisation de départ, un fort taux d'accroissement naturel dans les campagnes, une tendance à la baisse de ce taux dans les villes et un dynamisme économique très moyen de celles-ci.

Pourtant, l'urbanisation n'est pas un phénomène nouveau au Mali. Contrairement à la plupart des pays d'Afrique au sud du Sahara où les villes datent de la colonisation, le Mali a une histoire et une culture urbaines très anciennes. Ces villes historiques ont été soit des capitales des grands empires médiévaux, soit le plus souvent des centres commerciaux, religieux et culturels. Cependant, l'urbanisation est devenue un phénomène majeur avec la colonisation et s'est accélérée encore à partir de l'indépendance en 1960.

TABLEAU 1 • ÉVOLUTION DE LA POPULATION URBAINE AU MALI

Année	Population totale	Population urbaine	Taux d'urbanisation
1976	6 394 918	1 076 829	16.84
1987	7 696 348	1 694 918	21.96
1996	9 235 608	2 394 469	26.61 (estimation)
2000	11 082 728	3 112 819	28.30 (projection)

Source : DNSI (Direction Nationale de la Statistique et de l'Information).

1. Les villes historiques

Jusqu'au milieu des années 70, l'histoire urbaine du Mali était confondue avec celle des grands empires médiévaux ; l'urbanisation au sud du Sahara étant alors considérée comme une conséquence des échanges avec le monde arabo-berbère. La découverte de l'ancienne Djenné (Djenné-Djeno), datant du troisième siècle avant J.C, mit fin à cette idée (3). Il est probable que plusieurs Djenné Djeno restent encore à découvrir au Mali.

Cependant l'essor des anciennes villes du Soudan — le Mali d'aujourd'hui — est lié, pour ce que nous savons, à l'histoire des grands empires du Soudan occidental ; les empires du Mali et du Songhoy notamment. La prospérité de ces empires, mais surtout la sécurité que les différents souverains ont su instaurer et maintenir pendant plusieurs siècles, sont à l'origine du rayonnement régional et international de ces villes où vivait une population nombreuse et riche.

Tombouctou, la plus connue, est une ville religieuse et culturelle. Ki-Zerbo raconte : « *Aderhamane El Temini du Hedjaz amené au Mali à l'époque de Kankou Moussa se fixa à Tombouctou. Il trouva cette ville remplie de jurisconsultes soudanais. Aussitôt qu'il s'aperçut que ceux-ci savaient plus que lui en matière de droit, il partit pour Fès s'y abandonner à l'étude, puis il revient exercer à Tombouctou* » (4). C'est que Tombouctou a abrité de grands connaisseurs du droit islamique dont par exemple Mahmoud Kati et Es-Saadi. Ahmed Baba, né le 26 octobre 1556, est sans doute l'un des plus illustres dont le nom est arrivé jusqu'à nous. Son centre de documentation, fonctionnel encore aujourd'hui, comporte des milliers d'ouvrages, témoignages écrits de l'histoire malienne des XVI^{e} et XVII^{e} siècles. Tombouctou était aussi un grand centre commercial et d'affaires. Située à la porte du désert sur les voies menant au monde arabo-berbère, la ville était la première escale des marchands berbères qui se rendaient à Djenné où ils échangeaient leurs marchandises contre celles venues du sud.

Cette dernière ville est à environ 700 km au sud de Tombouctou. Située sur le Bani, principal affluent du Niger au Mali et créée par les populations du même Djenné-Djeno (cf. supra), Djenné a été tout autant rayonnante que Tombouctou. Ville de grande animation culturelle certes, mais Djenné plus que Tombouctou a surtout rayonné par son commerce. La ville était le lieu de collecte des marchandises venues des quatre points cardinaux de l'Afrique. Djenné fut aussi un haut lieu de la culture islamique avec de nombreuses écoles coraniques et sa célèbre mosquée dont la légende est aujourd'hui encore vivace.

(3) Les recherches sont l'œuvre de deux Américains Susan et Roderick McIntosh entre 1977 et 1981. Pour d'amples informations, se référer à M. Rimbault et K. Sanogo (1991) *Recherches archéologiques au Mali. Les sites préhistoriques de la zone lacustre*, Khartala, ACCT, 567 pages. On pourra y lire les articles de ces chercheurs sur leurs découvertes.

(4) Ki-Zerbo, 1972, P. 149.

Gao, quant à elle, dut son essor à son rôle de capitale politique des Askia (titre que portaient les souverains du dernier grand empire du Soudan occidental : l'empire Songhoy). Elle devait être, par le nombre de ses habitants, plus importante que les deux autres villes précédentes. Ecoutons plutôt Mahmoud Kati l'auteur du *Tarikh el-Fettach* : *« Une contestation ayant surgi entre les gens de Gao et ceux de Kano sur le point de savoir laquelle des deux villes était la plus peuplée, frémissant d'impatience, des jeunes gens de Tombouctou et quelques habitants de Gao intervinrent et, prenant du papier, de l'encre et des plumes, ils entrèrent dans la ville de Gao et se mirent à compter les pâtés de maisons en commençant par la première habitation à l'ouest de la ville et à inscrire l'une après l'autre « maison d'untel, maison d'untel » jusqu'à ce qu'ils fussent arrivés aux derniers bâtiments de la cité du côté de l'est. L'opération dura trois jours et l'on trouva 7 626 maisons, sans compter les huttes construites en paille ».* Les résultats de ce recensement permettent de supputer que Gao comptait, en ce milieu du XVI[e] siècle, au moins 30 000 habitants (en prenant une moyenne de 4 personnes par maison). En 1998, Gao comptait 54 903 habitants. Gao était aussi un grand centre commercial et culturel.

Aujourd'hui, Tombouctou et Gao sont des capitales régionales. Mais elles n'ont plus leur dynamisme d'antan ; les activités économiques sont rares. Ceci explique que leur accroissement annuel ait été négatif entre 1987 et 1998 : – 0,06 % pour Gao (soit de 55 266 à 54 903 habitants) et – 1,05 % pour Tombouctou (de 31 962 à 28 467 habitants). Djenné n'évolue pas plus positivement.

D'autres villes historiques ont existé au Mali. Certaines comme Hamdallaye (capitale de la Diina, le royaume Peul) ont disparu, d'autres ont pu résister au temps. C'est, par exemple, le cas de Ségou que nous étudierons plus loin.

2. Les villes coloniales

Il s'agit des villes situées sur la voie ferrée, c'est-à-dire la voie de pénétration de la colonisation française à l'intérieur du Soudan et dont l'essor est lié à leur place dans le dispositif de la conquête coloniale et de l'économie de traite. Ce sont Kayes, Kita, Koulikoro, les seules villes maliennes qui n'existaient pas avant la colonisation (5). Même si la construction de forts dans ces villages n'avait, au départ, aucune volonté d'urbanisation, il est indéniable que les fonctions ainsi attribuées y ont attiré davantage de monde et donc d'activités économiques.

La première de ces villes est Kayes. Certes, ce n'est pas elle qui a vu le premier fort s'installer au Mali — Médine à 30 km à l'est l'avait précédé sur ce plan — mais celle dont le rôle dans la colonisation eut plus tard un impact réel sur sa croissance et son rayonnement. Kayes fut préférée à Médine à cause de son accès plus facile. En effet, bien qu'étant toutes situées sur le fleuve Sénégal,

(5) Une réserve doit être faite pour Koulikoro dont M. Park parle dès 1795.

la navigabilité par les chalands était plus régulière jusqu'à Kayes qu'au-delà. C'est alors que Kayes fut retenue comme point de départ de la voie ferrée dont la construction a commencé en 1885. La destination était Bamako dont la description de la situation et de la richesse par Park et Caillié avait fait un objectif prioritaire dans la stratégie économique coloniale.

L'histoire de Kayes est donc liée au chemin de fer. La ville a été érigée en capitale de la colonie du Haut Sénégal-Niger en 1904, mais ne le restera que jusqu'en 1908.

Très peu d'aménagements ont été réalisés à Kayes. Ce qui se ressent encore sur le paysage urbain. A part les bâtiments coloniaux — très délabrés de nos jours — et quelques bâtiments administratifs et riches demeures, disséminés çà et là, le reste est constitué de constructions en banco le plus souvent entremêlées, parfois seulement loties. Le plan de la ville fait penser à un quartier « réhabilité » comme c'est à la mode aujourd'hui à Bamako. C'est-à-dire qu'à part quelques grandes artères qui se rencontrent en étoile au niveau de la grande tour en béton installée au milieu de la ville entre le centre commercial et le quartier Liberté, le reste a l'aspect du bâti spontané. Et cette image n'évolue guère.

En 1987, la ville de Kayes compte 50 993 personnes et un taux d'accroissement annuel moyen de 2 %. Ce taux semble se maintenir car, en 1998, elle compte 67 262 personnes soit un taux annuel d'accroissement de 2,55 %.

Kita, située à quelques 300 km à l'est de Kayes est, encore de nos jours, au cœur d'une zone propice à l'agriculture. C'est cette richesse naturelle qui a amené Eugène Mage (1863), à proposer l'établissement d'un comptoir français. Ce qui fut fait en 1881 non sans quelques interrogations dubitatives de Borgnis Desbordes sur la richesse décrite par son explorateur. En effet, le militaire-colonisateur ne semble retrouver à Kita aucune trace de tout ce qui lui avait été dit. *« Mais enfin sommes nous bien à Kita »*, ne cessait-il de marteler (6). L'important pour la colonisation française est que Kita ait aussitôt répondu à sa fonction de poste militaire. N'eut été l'existence de ce fort grâce auquel les troupes françaises barrèrent la route aux forces de l'Almamy Samory, la prise de Bamako aurait été autrement plus difficile (7). Le développement de la culture de l'arachide est à la base du développement urbain de Kita. L'installation d'une huilerie, la Société d'Exploitation des Produits Arachidiers du Mali (SEPAMA) en 1978 marque le point de départ réel de l'expansion spatiale et le développement économique de la ville de Kita. Il s'agit d'une ville dynamique qui a reçu un nouvel élan avec l'introduction de la culture du coton en 1994 et la construction d'un lycée en 1996. Comptant 22 914 habitants en 1987, la ville en compte 33 000 en 1998, soit 3,37 % d'accroissement annuel.

(6) A. Sinou (1981), *Les moments fondateurs de quelques ville coloniales,* in Cahiers d'études africaines, n° 81-83, pp. 375 à 388.

(7) Samori avait envoyé Kémé Bourama, son jeune frère, et sa troupe sur Bamako. Cf. Ki-Zerbo, op. cit.

On pourrait évoquer d'autres villes comme Kati ville de garnison aux portes de Bamako, Koulikoro, lieu où le chemin de fer rejoint la voie fluviale qui permettait, pendant la période des hautes eaux d'atteindre Mopti, Tombouctou et Gao.

3. L'essor urbain après l'indépendance

On aurait pu étudier dans cette rubrique la plupart des villes du Mali. En effet, à part Tombouctou, Djenné, Ségou et Bamako, toutes les autres villes du pays doivent leur développement et leur renommée aux rôles administratifs et économiques qui leur ont été dévolus après l'indépendance. Même à Bamako, ce sont les libertés nouvelles acquises qui sont à la base des afflux massifs de populations et donc de la dynamique spatiale.

Cette mise au point étant faite, nous ne reviendrons pourtant pas sur les villes déjà étudiées. Cette partie sera essentiellement consacrée aux villes du sud : Sikasso et Koutiala, et à Ségou. Pour le reste de l'urbanisation au Mali, un tableau permettra d'en donner une vue d'ensemble.

3.1. Ségou

Ségou, à la différence des autres villes du Mali, eut une chance particulière : de Biton Mamari Couloubaly, fondateur et premier souverain du royaume du même nom, à nos jours, Ségou fut toujours capitale : capitale du royaume bambara, de l'empire toucouleur fondé par El hadj Omar Tall mais dont le chef était plutôt son fils Amadou Sékou basé à Ségou, chef lieu de cercle de colonie et aujourd'hui capitale régionale. Ce rôle dans l'histoire explique en partie la place de deuxième ville du Mali et cela sur tous les plans : politique, démographique (8), culturel et surtout économique. Un facteur majeur du développement actuel de Ségou est la volonté de ses ressortissants de bâtir une ville à la dimension de Bamako, la capitale nationale. Ségou a effectivement ses quartiers de villas, ses grandes stations services, ses grands centres culturels et de loisirs.

Ségou compte, en 1987, 88 135 habitants avec un accroissement annuel de 2,09 % depuis 1976 contre 90 898 en 1998 soit seulement 0,28 % d'accroissement.

3.2. Les capitales du coton : Sikasso et Koutiala

Plus que tout autre chose c'est le développement de la culture commerciale du coton qui est à la base de l'essor des villes du sud du Mali. Même si aujourd'hui on note une certaine tendance à la diversification (Bakary Casimir Coulibaly, 1995), la culture du coton et les activités qui y sont liées restent le moteur du développement de ces villes.

(8) Les résultats provisoires du RGPH de 1988, cependant, montrent qu'elle est supplantée par Sikasso : 113 813 contre 90 898 habitants.

Sikasso, capitale du royaume Sénoufo du XIXe siècle et aujourd'hui capitale régionale est la troisième ville du Mali par son développement économique. L'accroissement de la population est plutôt dû au croît naturel. Son taux d'accroissement annuel moyen de 2.46 %, le plus important après celui de Bamako s'explique essentiellement par une forte natalité 44 ‰ pour une mortalité en baisse : moins de 7 ‰. La faiblesse de la part de l'immigration dans l'augmentation de la population sikassoise peut s'expliquer par deux causes :

- la richesse naturelle de la région qui permet aux ruraux d'améliorer leur position économique ;
- très longtemps, les migrants de la région de Sikasso s'étaient plutôt orientés vers la Côte d'Ivoire, pays frontalier qui avait un taux de croissance économique plus élevé qu'au Mali. En 1998, Sikasso avait une population totale de 113 813 habitants contre 73 859 en 1987.

Sikasso est une ville qui ne cesse de s'étendre sous l'effet de divers facteurs. Outre les besoins de loger le surplus annuel de population, l'extension spatiale de la ville peut s'expliquer par deux autres facteurs :

- d'abord l'étendue des parcelles : les maisons à Sikasso sont bâties sur de grandes parcelles de terrain : au moins 900 m^2 ;
- ensuite la spéculation immobilière. Les riches Sikassois ont vite compris qu'ils pouvaient tirer profit en construisant des maisons pour loger les fonctionnaires des services administratifs et les travailleurs de la filière coton (Bertrand, 1988).

A Sikasso, les maisons sont généralement des bâtiments couverts de tôles ondulées et disposés autour d'une vaste cour. Il s'agit cependant, pour la plupart, de constructions en matériaux solides (les Sikassois sont de riches agriculteurs) et bien entretenues.

Koutiala, la plus importante ville du pays Minyanka, est aussi sans doute l'une des plus dynamiques du Mali. En effet, la population d'à peine 50 000 habitants en 1987 (48 698 exactement), atteint 74 153 âmes en 1998. Ceci signifie un accroissement annuel moyen de 3,9 % l'an. La croissance économique impulsée par la culture du coton est la seule explication à cet accroissement significatif de la population.

Le tableau 2 donne une vue d'ensemble sur le phénomène urbain au Mali entre 1976 et 1987.

Tableau 2 • RÉPARTITION DES CENTRES URBAINS SELON LA TAILLE ET LA RÉGION

Région	Taux urbanisation		< 5 000		5 000 à 9 999		10 000 à 19 999		20 000 à 49 999		50 000 à 99 999		100 000 et plus		TOTAL	
Année	76	87	76	87	76	87	76	87	76	87	76	87	76	87	76	87
Kayes	11.4	13.2	4	3	2	6	2	1	1	1	-	1	-	-	9	12
Koulikoro	7.8	11.7	2	1	3	8	1	1	1	2	-	-	-	-	7	12
Sikasso	10.4	14.9	3	2	2	5	1	-	2	1	-	1	-	-	8	9
Ségou	14.5	17.2	1	-	6	7	2	3	1	1	1	1	-	-	11	12
Mopti	10.5	12.7	4	2	6	7	1	2	-	-	1	1	-	-	12	12
Tombouctou	10.2	18.3	1	1	2	2	2	1	-	1	-	-	-	-	5	5
Gao	12	20.5	4	2	-	2	-	-	1	-	-	1	-	-	5	5
Bamako	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
TOTAL	16.8	21.9	19	11	21	37	9	8	6	6	2	5	1	1	58	68

Source : DNSI

L'examen de ce tableau montre l'importance de l'écart entre Bamako et les capitales régionales. Dès 1976, la capitale nationale a plus de 100 000 habitants alors qu'aucune autre ville n'atteint ce chiffre de population, même en 1987.

Les régions ayant un taux d'urbanisation élevé sont aussi celles qui sont économiquement plus importantes. Ce sont Ségou et Sikasso. Mais on s'aperçoit que dans la région de Sikasso, seules les localités où la Compagnie Malienne du Développement des Textiles (CMDT) s'est installée exercent une réelle attraction.

La région de Koulikoro, bien qu'étant la plus faiblement urbanisée, a connu entre les deux dates un certain dynamisme urbain. On passe de sept centres urbains à douze. Seule la région de Kayes avoisine un tel essor. Cependant, il s'agit de petites villes. En 1987, seulement trois ont plus de 10 000 habitants et aucune, y compris la capitale régionale, n'atteint 50 000 habitants.

Le développement démesuré de Bamako par rapport aux autres villes du pays (37,2 % de la population citadine totale du Mali au recensement de 1987), comme d'ailleurs partout en Afrique et dans le tiers monde, a deux causes majeures :

• une croissance démographique très rapide de l'ensemble de la population ;

◦ un exode rural important engendré par la concentration des infrastructures sociales et économiques dans la ville-capitale au détriment des villages dépourvus de toute infrastructure et où vit pourtant la majeure partie de la population.

Mais à notre avis ce dernier aspect de l'urbanisation dans le tiers-monde, qui est aussi la cause de la macrocéphalie, est dû à un phénomène que l'on oublie assez souvent de souligner avec force : le formidable développement des moyens

de transport dont ont bénéficié les jeunes Etats africains, moyens essentiellement dirigés sur la capitale. N'eut été cette possibilité de se déplacer facilement vers la capitale, les pôles d'attraction seraient plus nombreux et plus dispersés, comme ce fut le cas avant la colonisation. Les populations seraient en effet obligées de chercher à se développer sur place. Ou, si le trafic était facile entre les autres villes — ce qui aurait signifié que les pôles économiques soient mieux répartis — les flux migratoires auraient pris des destinations plus diversifiées. Or, on se rend compte qu'il est en général plus facile pour les populations de se rendre à Bamako que dans leur capitale régionale.

Ainsi, c'est d'abord parce qu'elle est capitale nationale que Bamako est aujourd'hui cette ville étalée aux nombreux problèmes d'aménagement et d'urbanisme. Il devient dès lors intéressant d'identifier les facteurs historiques et géographiques qui ont propulsé Bamako au devant des autres villes du Mali.

4. Bamako : l'histoire et la géographie

Ville aujourd'hui millionnaire, Bamako est la capitale du Mali. Elle est située sur le 12°38' de latitude nord et le 8° de longitude ouest. Poumon de l'économie nationale, Bamako n'a pourtant pas échappé à la grave crise qui secoue le pays. Au contraire, réunissant tous les espoirs vrais et virtuels du pays, la ville a vu affluer une population de plus en plus nombreuse. Il en résulta de sérieux problèmes de tous ordres que les autorités tentent, mais sans grand succès pour l'instant, d'endiguer.

Village préhistorique ? Peut-être (9), mais surtout une riche histoire.

4.1. Les enseignements de l'histoire

On peut distinguer deux grandes phases dans le développement de la ville.

Bamako avant la pénétration coloniale

Comme partout en Afrique, l'histoire de Bamako commence par une série de mythes et de légendes (10). Mais cet écheveau peut être démêlé (11) et on parvient à établir les faits historiques. Dans le cas précis de Bamako, cet exercice a été rendu plus facile par un certain nombre de facteurs. D'abord, la convergence des traditions orales des deux premières familles installées, ensuite la proximité

(9) Brasseur G. (1974) citant les travaux de Davies (1953) et Villien-Rossi (1963) parle de « *l'existence fort ancienne de groupements humains puisqu'il se trouve sur le même site de la ville et jusqu'à la chaussée de Sotuba des gisements préhistoriques. Ces vestiges remonteraient au néolithique, peut-être même au paléolithique supérieur* ».

(10) Meillassoux C. (1963), *Histoire du Kafo de Bamako selon la tradition des Niaré*, Cahiers d'études africaines, vol. 4; pp. 186 à 227. Voir aussi Diakité D. et Sanankoua B. (1987) ; Camara M. K. (1989).

(11) La légende ou le mythe en Afrique recouvre toujours un fait historique ou géographique. Cf. Amadou Hampaté Bâ, Préface à l'*Atlas du Mali*, éd. J. A., 1982.

entre la création de la ville et les passages des premiers explorateurs, qui en donnèrent des témoignages écrits.

Les traditions orales de Bamako sont claires. Les Niaré, des Soninké originaires de Nioro, sont les fondateurs du village. La tradition des Maures Tawati (ou Touré) parle de l'antériorité du passage d'un certain Bemba (12), mais elle précise que celui-ci avait quitté les lieux avant l'arrivée de l'ancêtre des Niaré. Des faits historiques plus récents et témoignés par écrit, confirment la fondation du village par eux (13).

Selon la généalogie des Niaré, la création du village se situerait vers 1640 (Meillassoux, 1963). Plus tard, les Bamakois, avec la complicité de Ségou (14) firent la conquête de plusieurs villages environnants et le village devint chef-lieu d'une petite chefferie (cf. figure 2). Cependant, le rayonnement de

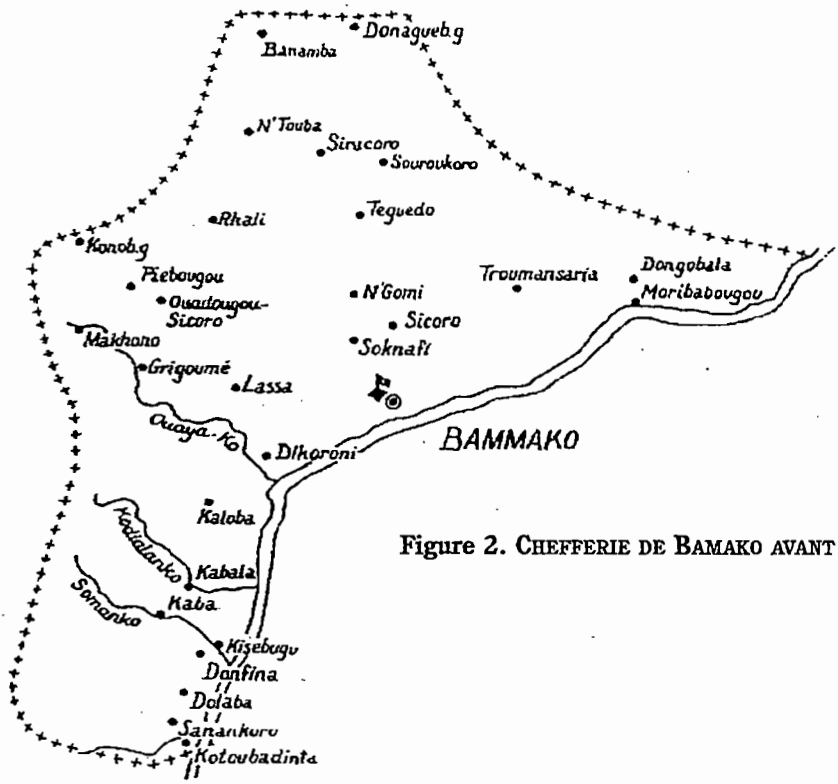


Figure 2. Chefferie de Bamako avant 1883

Source : Meillassoux 1963

(12) D'où d'ailleurs la polémique autour de la signification du mot « Bamako ». Certains disent Bamako = rivière de caïmans, d'autres Bambako = rivière de Bemba. Mais la première signification est la plus admise d'autant qu'en bambara, le caïman peut bien s'appeler « bama » ou « bamba ».
(13) Par exemple, les habitants des villages de Lassa, Mikungo et Koulouniko (les seuls que la carte au 1/50 000 de 1884 sur Bamako et ses villages montre, cf. Villien-Rossi, 1966) venaient refaire chaque année et jusqu'en 1903 encore le fort de Niaré car c'étaient leurs esclaves. C'est Diamoussa, fondateur de Bamako, qui fonda aussi ces villages et y installa ses esclaves.
(14) Diamoussa est le neveu de Biton Coulibaly, alors roi de Ségou. Cf. Meillassoux, op. cit.

Bamako ne commence vraiment qu'après l'arrivée des Touré dont l'installation favorisa le développement du commerce. En effet, les Maures n'hésitaient plus à y conduire leurs caravanes de sel du moment que leurs congénères bénéficiaient d'une grande notoriété (ils étaient aussi instruits en droit islamique). Or, le sel était un produit rare et très apprécié dans les régions sud. Les marchands de kola et d'or de ces régions, au lieu de remonter plus au nord (Djenné ou Tombouctou) en firent leur destination. Ainsi, Bamako devint une place forte au plan économique. Le village prospère et devint, par sa fonction, une authentique ville. Sa renommée dépassa ses seules frontières.

Mungo Park en a si souvent entendu parlé, qu'il ne put s'empêcher de dire son étonnement quand il aperçut que la ville n'était pas plus vaste que Koulikoro qu'il avait quitté la veille (15). Il affirme cependant que le commerce y est très développé, que les habitants sont riches par cette activité (ceci est très important car une des définitions courantes de la ville est que l'activité principale des citadins n'est pas l'agriculture). Voici ce qu'il écrit exactement (p. 96) : *« J'avais beaucoup entendu parler de Bamako comme d'un grand marché de sel. Je fus assez désappointé de ne trouver qu'une ville moyenne... Cependant, sa petite étendue est plus que compensée par la richesse de ses habitants ; car lorsque les Maures apportent leur sel à travers le Kaarta ou le pays bambara, ils s'arrêtent quelques jours à cet endroit ; et les marchands noirs ici, qui sont bien informés de la valeur du sel dans les royaumes en font le commerce de gros et en retirent un grand bénéfice »*. Réné Caillié aussi a beaucoup entendu parler de Bamako. Il ne visita pas la ville, mais donne une bonne description de son économie et de son emplacement. Il fut le premier à émettre l'idée de l'installation d'un comptoir français à cet endroit. *« Il serait désirable,* écrit-il (vol. 1, p. 420), *que l'on fît des tentatives pour établir un comptoir à Bamako ; ce poste rendrait maître du commerce de l'intérieur en y attirant les richesses des mines d'or qui s'exportent en partie à Kouhoudy, Gambie et Sierra Léone. L'éloignement du Sénégal l'empêche d'y participer (...). Il faudrait d'abord faire connaître la distance qu'il y a entre Bamako et l'endroit du Sénégal où les embarcations peuvent remonter, j'entends au-dessus du rocher du Félou. Après avoir établi un comptoir auprès de cette cataracte, on en formerait un second à l'endroit où le fleuve cesse d'être navigable. Il est à prévoir que de ce second comptoir à Bamako, il n'y aurait pas plus de 8 à 10 jours de marche et c'est de ce point important que les caravanes de sel et de marchandises d'Europe se rendrait à Bamako (16) »*. Jomard (cité par Villien-Rossi, 1966) en fait le commentaire suivant : *« L'idée d'y former un établissement est fondé sur une vraie connaissance des lieux ; déjà même elle a été suggérée, il y a longtemps, dans des mémoires soumis au gouvernement, et l'on en a fait voir les avantages. Aujourd'hui, les documents de M. René Caillié viennent en confirmer la possibilité ; il pense qu'il y aurait, de ce point, de 8 à 10 jours de marche jusqu'au point le*

(15) Park Mungo (1798), *Voyages à l'intérieur de l'Afrique faits en 1795, 1796 et 1797*, 2 volumes, 2e édition, Paris VIII, 411 pages.
(16) Caillié René (1830), *Voyage à Tombouctou et Djenné,* Paris, Imprimerie royale, 4 volumes.

plus rapproché du Sénégal. Or, il résulte de la construction de la carte, qu'en remontant le Bafing jusqu'à 30 lieues au-dessus de la première cataracte du Félou, on serait à 70 lieues en ligne directe de Bamako, ce qui est assez d'accord avec ce qui précède (17) ».

L'idée fut mûrie par Faidherbe en 1863, mais c'est Brière de l'Isle (18) qui envoya la mission Galliéni pour repérer les lieux en 1880. Pourtant Galliéni trouve un gros village sans commerce ni richesse (19). Il écrit : *« Bamako, dont le nom est si connu dans cette partie du Soudan, ne renferme plus actuellement qu'un millier d'habitants et n'a rien qui la distingue des autres villages de la région »* (Galliéni, op cit). Il a même pu parler de *« cette fausse appréciation sur le rôle politique et économique de Bamako...»* (Sinou, 1984) ; allusion à peine voilée à Park et Caillié. Ces écrits sont à la base des interrogations dubitatives de certains auteurs (Brasseur, 1974 ou Sinou, op cit.) quant au rayonnement historique de Bamako. Deux remarques peuvent être opposées à ce doute : 1°) Galliéni confirme malgré tout ce qu'il dit le rayonnement de Bamako dans la sous-région ; 2°) il nous semble un peu trop partial de mettre en doute les écrits de Park et Caillié à cause de ceux de Galliéni, les époques historiques étant totalement différentes. Galliéni n'arrive au Soudan que plus de cinquante ans après Caillié et près d'un siècle après Park. C'est cette réserve que le conquérant colonial lui-même semble faire quand il écrit : *« son enceinte rectangulaire* [il s'agit bien sûr de Bamako] *a sans doute, lorsque M. Park y a passé en 1805, pu contenir 5 à 6 000 habitants »* (20). Que s'était-il passé entre temps ? La ville commerciale a elle aussi été victime des guerres que se livraient les différents rois pour, justement, le contrôle des places économiques. Bamako n'a pas été directement victime d'une attaque militaire. Mais les guerres entre El Hadj Omar et Amadou Sékou, roi du Macina, ont coupé les routes commerciales du nord de même que le dépérissement du pouvoir des héritiers d'El Hadj Omar favorisa l'émergence, au sud de Ségou, de petites entités politiques dont les différentes guerres rendirent incertaines les routes commerciales dans cette partie du Soudan.

Mais la mission « pacifique » de Galliéni échoua. Ceci conduit à l'expédition militaire de Borgnis Desbordes qui entra à Bamako le 1er février 1883. Le 7 février, il entreprit la construction du fort à l'emplacement de l'actuelle place de la liberté.

---

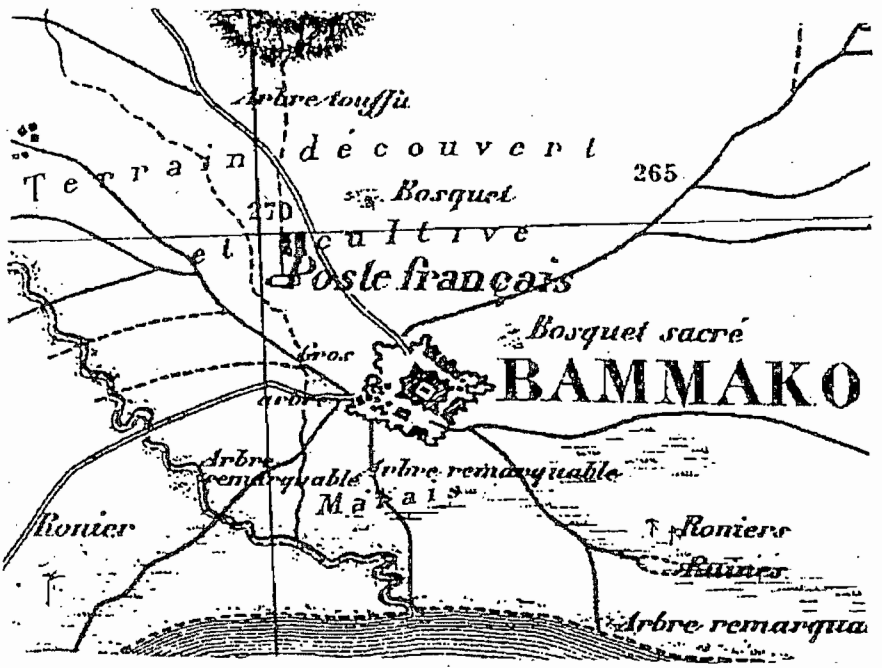
(17) On remarque bien dans ce commentaire que l'importance économique de Bamako était connue avant Caillié. De même, la connaissance exacte de son emplacement (qui est une preuve de son importance) est assez surprenante pour une période pendant laquelle les lieux étaient encore mal connus.

(18) Ces deux ont été les premiers gouverneurs de la colonie du Sénégal.

(19) Galliéni (1885). *Deux voyages à l'intérieur du Soudan français*, Archives d'Aix-en-Provence.

(20) Nous croyons d'ailleurs qu'il faut replacer ces déclarations dans leurs contextes respectifs. Park est un explorateur. Par contre, Galliéni ou Desbordes sont des conquérants coloniaux chargés *« d'apporter la civilisation aux indigènes »*. Il est donc vraiment aberrant d'attendre d'eux des discours sincères comme ce fut le cas de beaucoup d'explorateurs comme Park, Caillié ou Livingstone (Kizerbo, op. cit. p. 470).

Figure 3. BAMAKO ET SES ENVIRONS EN 1883



Source : Villien-Rossi 1963

Le militaire colonisateur trouva un village construit en place forte (les tata), distant du fleuve de quelques 600 mètres (cf. figure 3). Les murs avaient 4.5 mètres de haut, 2 mètres de large et 1700 mètres de pourtour. Ils étaient percés de sept portes, soigneusement fermées la nuit. A l'intérieur du tata, chacune des trois familles autochtones (Niaré, Touré et Dravé) était à son tour entourée par une fortification. Quant aux constructions, voici la description qu'il en donne : « *à l'intérieur [du tata s'entend] il y avait quelques cases rondes à toit de chaume conique où logeaient les Soninké, mais on voyait surtout des maisons bambara à terrasse. Certaines où vivaient les riches commerçants maures et notables bambara possédaient un étage. Celle de Titi Niaré s'ornait d'un bel escalier intérieur* » (Borgnis Desbordes, non daté, archives de Koulouba). Notons cependant que tout le village n'était pas à l'intérieur de la fortification. Certaines familles Touré et Dravé, mais surtout Bozo (ceux-ci voulant s'approcher davantage du fleuve, ce sont les gens de l'eau) étaient installées à l'extérieur. Telle est l'histoire, très résumée, de Bamako jusqu'à la pénétration coloniale.

L'ère coloniale et les débuts de la ville actuelle

Au regard de ce qui précède *« nous avons l'impression, pour ne pas dire la conviction que Bamako avait été une agglomération importante et plus active et que le village avait été précédé par une véritable petite ville »* (Villien-Rossi, 1966). Bamako n'est pas seulement une fondation coloniale car son expérience urbaine est antérieure à cette époque. Il ressort nettement de l'histoire que c'est son rayonnement qui a attiré le colonisateur. Et fait rare dans les annales de la conquête coloniale, l'expédition sur Bamako a été décidée à partir d'informations précises. Ce ne fut pas, par exemple, le cas de Kayes qui n'a été retenu qu'au moment où les difficultés d'accès à Médine apparurent au grand jour (Sinou, 1984). Disons plutôt avec Coquery-Vidrovitch qu'elle a été une *« place de colonisation »* (21). Comme telle elle a été — au sens culturel surtout — le vecteur de la « modernisation ». Ce rôle lui a effectivement donné un nouveau départ. Promue dès le 17 octobre 1899 chef-lieu de cercle de territoire civil, Bamako allait très vite bénéficier de structures qui ne manquèrent pas d'attirer davantage d'habitants. Avec son érection le 25 mai 1908 en capitale de la colonie du Haut Sénégal-Niger, devenu Soudan français le 4 décembre 1920 (22), au détriment de Kayes trop excentrée par rapport à l'intérieur, Bamako sera définitivement propulsée en avant de toutes les villes maliennes (jusque-là Tombouctou et Djenné étaient les plus connues). La ville acquiert rapidement une fonction administrative avec l'installation des administrateurs coloniaux à Koulouba (sur le plateau), puis économique avec l'installation progressive des grandes maisons commerciales de traite bordelaises : Peyrissac, Maurel et Prom, Deves et Chaumet, et marseillaises : CFAO (Compagnie Française d'Afrique Occidentale), SCOA (Société Commerciale d'Afrique de l'Ouest), CICA (Compagnie Industrielle et Commerciale Africaine) etc. Son statut de ville importante est reconnu dès le 20 décembre 1918 avec son érection en commune mixte, dirigée par un maire nommé.

Cette reconnaissance administrative de son importance lui vaut d'être retenue en 1945 parmi les grandes villes d'AOF qui devront bénéficier d'un Plan d'aménagement et d'urbanisme (cf. infra). C'est aussi à partir de cette date qu'elle devient la « plaque tournante de l'AOF » (23) grâce à l'animation politique nouvelle de jeunes cadres, animation elle-même due à la nouvelle orientation prise par la politique coloniale.

C'est dans ce contexte déjà très favorable à l'épanouissement d'une ville, qu'intervint l'indépendance qui confirma Bamako dans son rôle de métropole du

(21) Coquery-Vodrovitch (1993), *La ville coloniale « lieu de colonisation » et de métissage culturel,* in Afrique contemporaine, n° 168, Paris, pp. 11 à 22.

(22) En réalité, cette partie des domaines français s'appelait Soudan depuis 1892, mais elle restait rattachée au Sénégal. C'est en 1904 qu'elle devint une colonie indépendante sous le nom de Haut-Sénégal-niger (cf. Brasseur, *Le Mali,* 1974).

(23) Brasseur, G. Op. cit.

Soudan devenu Mali le 22 Septembre 1960 (24). A partir de cet instant, la ville commence son étalement irrésistible favorisé également par les larges espaces que son site lui offre.

4.2 Bamako dans sa région

Bamako est entièrement située dans la zone du climat soudanien qui, par définition, est un climat chaud (toujours plus de 18°c). La caractéristique principale du climat soudanien est l'alternance de deux saisons. Une saison sèche longue, et une saison pluvieuse allant de juin à septembre. La saison sèche comprend une courte saison fraîche (décembre à février) et une longue saison chaude avec des extrêmes parfois très élevées (plus de 38° c). Cette forte chaleur n'est pas totalement étrangère à l'extension horizontale de la ville. En effet, en l'absence de climatisation, la cour de la maison est le lieu privilégié pour se rafraîchir. C'est pourquoi on la veut toujours plus vaste.

La division du climat en deux saisons nettement tranchées, peut aussi avoir des incidences sur l'interprétation des documents d'analyse spatiale comme les photographies aériennes ou les images-satellite (cf. infra, ch.3). Mais l'incidence du climat sur la dynamique de l'espace est peu importante par rapport à celles de la situation de la ville et de son site.

La situation de Bamako

La situation d'un point se définit et s'analyse par rapport aux grands traits de la géographie régionale et nationale ; traits physiques et humains (frontières politiques, linguistiques, religieuses, économiques, etc.). Comme telle, Bamako en a une qui, dans le contexte historique de sa création et de son développement, pouvait aussi l'avantager. La situation de Bamako peut s'analyser à partir de quelques facteurs majeurs :

• La ville est située sur le plus grand fleuve d'Afrique occidentale ; *« note dominante de la géographie malienne »* (Brasseur, 1974). En plus de toutes les activités qu'il permet, le Niger est navigable de Bamako à Kouroussa (en amont, Guinée) sur près de 400 km.

• La vallée de ce fleuve, dans laquelle s'étend la ville, est relativement proche de celle de l'autre important fleuve d'Afrique de l'Ouest, c'est-à-dire le fleuve Sénégal. A la latitude de Bamako, celui-ci s'oriente est-ouest avant de se diriger vers l'océan Atlantique. N'oublions pas que c'est l'embouchure du fleuve Sénégal qui fut le point de départ de la colonisation française en Afrique occidentale. Or il apparaît que la bande de terre qui sépare les deux vallées, n'est pas un obstacle difficile à franchir comme le confirme la pénétration au Soudan. En effet, il s'agit de la partie nord du Plateau mandingue, très peu élevée et peu accidentée.

• Bamako est située au carrefour de plusieurs routes commerciales la reliant aux

(24) « Mali » fut d'abord le nom de la fédération qui unit le Sénégal et le Soudan du 20 juin 1959 à août 1960.

différentes régions de l'Afrique tout entière. Mungo Park, mais surtout René Caillié, ont très tôt relevé cet aspect de la situation de la ville (25). C'est bien cette position de carrefour qui explique son rayonnement précolonial. Et même la ville coloniale fut un grand centre commercial. L'or des régions Ouest (Bambouck, Bouré), le sel et le bétail des régions Nord, le riz et le mil de l'est, la kola et les esclaves du Sud, étaient dirigés sur Bamako.

Pourtant cette situation, fut-elle bonne, ne destinait nullement Bamako à devenir capitale du Soudan dans une logique coloniale. Dans cette logique, Koulikoro semblait mieux placée qu'elle. La pénétration coloniale s'étant faite par la voie ferrée, cette ville pouvait être le point de ralliement avec la voie fluviale, le Niger étant navigable, pendant la période des hautes eaux, de ce point à Gao. C'est donc la préexistence d'un centre (dont le colonisateur savait l'existence et dont il en fit un objectif de ses conquêtes au Soudan) qui a fait préférer Bamako. Il a fallu d'ailleurs prolonger peu après la voie ferrée de Bamako à Koulikoro.

Le site de la ville

L'étude du site revient à une analyse géologique mais surtout morphologique de l'emplacement même de la ville. Tout comme la situation, le site de Bamako fut pour beaucoup dans son épanouissement et surtout dans son extension spatiale.

D'un point de vue géologique, le substrat reste le vieux socle précambrien, commun à toute l'Afrique de l'Ouest. Ce socle, formé de roches métamorphiques en général, a été arasé par l'érosion qui y a déposé des sédiments (26). Le rebord du plateau sur lequel Koulouba et l'hôpital du Point G sont installés, est une strate de grès dur datant du primaire ou peut-être même avant, du supra-cambrien (27). Les grès du seuil de Sotuba « *faiblement glauconieux sédimentaires dans la zone néritique* » seraient d'origine marine (Urvoy, 1942). La plaine du haut Niger, dans laquelle la ville s'étend, est une couche de schistes tendres.

Partout le sol est latérisé. Il s'agit des sols ferrugineux tropicaux, d'aspect rougeâtre, provenant des terrains sous-jacents.

La morphologie du site de Bamako est liée à sa géologie. Cette partie de l'Afrique n'ayant subi que des mouvements tectoniques insignifiants, le relief est principalement constitué des couches géologiques que l'érosion différentielle a mis à nu. Celui de Bamako se résume en deux éléments. Le plateau, partie nord du Plateau mandingue, n'est que la couche de grès supra-cambrien, que les mouvements hercyniens ont portée à l'affleurement. Il détermine un escarpement dominant le fleuve. L'allure générale est celui d'une bordure festonnée. Les fes-

(25) M. Park (1795), R. Caillié (1830), op. cit.

(26) Urvoy Yves (1942), *Les bassins du Niger*, Mémoires de l'IFAN, Larose, détermine une dizaine de niveaux dans la stratigraphie du bassin.

(27) Kéita Monzon(1982), *L'atlas du Mali*, éd. Jeune Afrique.

tons constituent de véritables petites falaises au rebord abrupt. Il s'agit, en forme d'arc et d'ouest en est, de Lassakoulou (413 m), Koulounikokoulou (483 m), Koulouba (404 m) et la corniche du Point G (403 m). Ces festons sont généralement séparés par de petits cours d'eau qui entaillent le plateau. C'est le cas du marigot Woyowayanko entre le Lassakoulou et le Koulounikokoulou ; du marigot Sogonafing entre ce dernier et celui de Koulouba, etc. Les vallées de ces cours d'eau et le bas-fond au pied du plateau, constituent les réserves de végétation de Bamako. Ce sont donc des parties sensibles du site que l'extension des constructions menace sérieusement.

Au pied du plateau, s'étend la plaine nigérienne, constituée de schistes. D'un point de vue hypsométrique, c'est un terrain presque régulier. On passe presque insensiblement, du pied de la falaise de Koulouba au fleuve : 340 m au niveau de l'ENA (Ecole Normale d'Administration) à seulement 320 m au niveau du fleuve et cela sur près de 2 km. Avec une telle monotonie, on comprend facilement que les abords immédiats du fleuve soient des terrains inondables. Ils constituent donc une partie sensible du site à cause du risque que les populations courent en année de forte pluviométrie et aussi parce que ces terrains constituent un environnement favorable à la prolifération des moustiques.

Au-delà du fleuve, vers le sud, la plaine présente quelques collines, guère importantes (350 m, ce qui fait 30 m de plus par rapport au fleuve), notamment à Badalabougou, Quartier-Mali et Sabalibougou. Ailleurs, le terrain est plat. Il faut atteindre le sud-est du fleuve, vers Magnambougou, Sokorodji et Djaneguela, pour voir une dénivellation importante. A cet endroit, le Niger rencontre pour la première fois le plateau dont les deux versants se rapprochent. C'est là que débutent les rapides de Sotuba et *« le fleuve amorce une grandiose percée conséquente »* (Urvoy 1942). Le fond de son lit se présente, contrairement à l'amont, avant le pont, où celui-ci est tout couvert d'îles, comme *« un immense chaos de rochers énormes, creusés par l'érosion torrentielle et criblés de marmites de géant dues à l'écoulement fluvial tourbillonnaire »* (Villien-Rossi M-L, 1963).

Tel est le site de Bamako, suffisamment large pour qu'une ville puisse s'étaler. Aussi a-t-il contribué à l'extension spatiale de la ville, à cause du peu d'obstacles qu'il présente.

Cependant, on ne peut dire que la situation et le site ont été les éléments les plus déterminants dans la formation de la ville d'aujourd'hui. Le déterminisme naturel, en géographie humaine, ne saurait d'ailleurs plus être avancé comme explication à un paysage quel qu'il soit, encore moins en milieu urbain (Marconis, 1996). La ville est d'abord un espace anthropisé. C'est le regroupement d'un nombre croissant de personnes qui la crée. En plus, ces personnes ne se regroupent pas toujours sur des sites larges et/ou faciles à aménager. La quatrième ville du Mali par sa population, Mopti, est ainsi installée sur une presqu'île. La production d'espace urbain, dépend donc de la volonté des hommes, de leurs besoins du moment. Ils imaginent des techniques pour la mettre en valeur et des textes pour organiser sa production. Dans les villes en développement comme Bamako,

la production d'espace dépend très largement des problèmes d'habitat consécutifs à une croissance démographique très rapide. Ces facteurs ne sont pas les seuls qui entrent dans la production d'espace urbain. Mais ce sont eux qui en constituent les fondements car c'est à leur maîtrise qu'œuvrent les politiques d'aménagement.

CHAPITRE 2

LA FORMATION DES PAYSAGES URBAINS

1. La croissance démographique

L'étude de la croissance démographique a pour objectif de comprendre la structure et la dynamique spatiales de Bamako. En effet, ce sont les hommes qui produisent l'espace et le structurent selon leur volonté et leurs moyens. Par rapport à cette thématique, l'étude de la croissance démographique n'est réellement intéressante qu'à partir de 1945, date à laquelle on commence à s'intéresser véritablement à l'urbanisation de Bamako même si l'introduction du permis d'habiter lui est bien antérieur.

Globalement, il s'agit d'une croissance plutôt moyenne. Des inflexions importantes sont cependant observables. Elles sont analysées au travers de trois tranches chronologiques.

Tableau 3 • ÉVOLUTION DE LA POPULATION DE BAMAKO DEPUIS 1884

Années	Population	Accrois./an/	Sources
1884	2 500	%	Dr Collomb (archives Mali)
1945	37 000	4,5	Rapport Labnée (Archives Mali)
1960	130 800	8,8	Recensement (Archives Mali)
1968	170 000	4,08	Estimé/rec. de 1996 (= 161 300)
1976	419 239	12	Recensement (DNSI)
1987	658 275	4,4	Recensement (DNSI)
1998	1 016 167	4,03	Recensement (DNSI)

NB : le taux d'accroissement concerne l'intervalle qui le précède.

Figure 4. COURBE ÉVOLUTIVE DE LA POPULATION DE BAMAKO

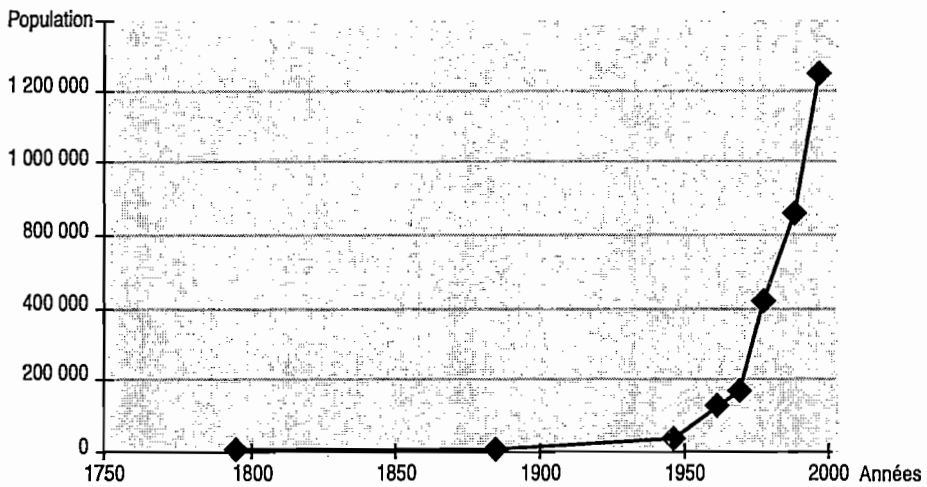
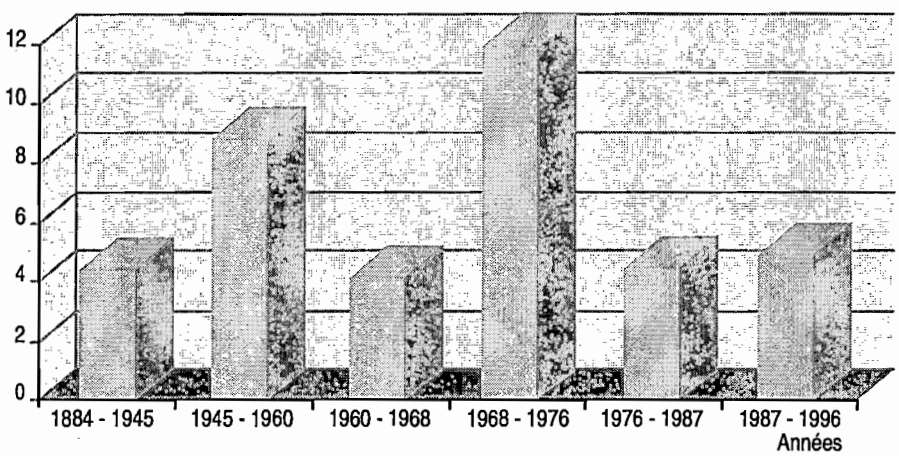


Figure 5. TAUX D'ACCROISSEMENT DE LA POPULATION



1.1. L'évolution démographique jusqu'en 1960

Avant 1945, la population de Bamako évolue très lentement malgré toutes les hautes fonctions qui étaient les siennes. L'explication est à chercher dans les pratiques coloniales (travail forcé, régime de l'indigénat, etc.), les deux guerres mondiales pendant lesquelles des soldats étaient recrutés de force, mais aussi dans l'absence de moyens de déplacements motorisés. En 1907, au premier recensement de son histoire, Bamako comptait 5 924 habitants et trente ans plus tard, en 1936, elle en comptait 21 391, soit une augmentation annuelle moyenne de 515 habitants.

C'est au début des années 40 que la population commence à s'accroître véritablement. La période 1945-1960 correspond au premier pic dans l'accrois-

sement démographique de Bamako. La population passe de 37 000 à 130 800 en quinze ans, soit un taux d'accroissement annuel de 8,8 %. Cette seconde phase de l'ère coloniale est à tous points de vue, différente de la première. Les excès sont corrigés et les Africains commencent à participer à la vie politique de leurs pays.

L'affluence vers Bamako a été favorisée davantage par le développement de la voie ferrée (arrivée dans la ville en 1904), de l'aéroport de Bamako devenu international en 1945, mais aussi par les grands chantiers ouverts par le lieutenant-gouverneur Louveau, créant ainsi beaucoup d'emplois non qualifiés. Beaucoup de jeunes ruraux ont ainsi pu s'installer à Bamako.

La lutte contre les grandes endémies a abaissé le niveau de la mortalité tandis que la fécondité restait inchangée. Au regard des chiffres des années 70 (cf. infra), on peut estimer à au moins 4 % le taux d'accroissement naturel aux environs de 1960.

1.2. La croissance de Bamako de 1960 à 1968

Avant le dernier recensement en 1998, la croissance démographique de Bamako n'avait pas été aussi faible qu'entre 1960 et 1968. De 130 800 habitants, on passe à seulement 170 000, soit un taux d'accroissement annuel de 4,08 %. Ce ralentissement s'explique essentiellement par la lutte implacable que les autorités socialistes ont mené, non pas contre l'immigration à Bamako, mais contre l'exode rural : institution de « laisser-passer » aux sorties des villages et aux entrées de Bamako, refus de délivrer des cartes d'identité aux jeunes qui passaient entre les mailles de la brigade routière, multiples rafles à l'approche de la saison des pluies (Blénau et La Cognatta, 1972).

Ces dispositions ont été rigoureusement appliquées à Bamako ; ce qui ralentit considérablement l'immigration vers la ville. Le taux d'accroissement annuel de 4,08 % est donc largement dû à l'accroissement naturel.

1.3.L'accroissement démographique de 1968 à 1996

De 1968 à 1976

Après la période de la Première République qui multipliait les entraves aux déplacements des personnes, on peut comprendre que celle qui suit voit se développer une certaine « ruée ». Le taux d'accroissement annuel observé durant la période 1968-1976 est impressionnant : 12 % ! En effet, on passe de 170 000 à 419 239 habitants en seulement huit ans. Un doublement de la population en moins de huit ans est un rythme de croissance trop rapide et assez rare.

La part de l'immigration est essentielle dans cet accroissement phénoménal. Le recensement de 1976 ne donne pas d'information chiffrée sur le solde migratoire. Mais celui-ci peut être estimé à partir du tableau 4 donnant, pour les différentes régions, les statistiques en pourcentage des personnes nées à l'intérieur et à l'extérieur de la région de résidence au moment de l'enquête.

Tableau 4 • Pourcentage des résidents selon lieu de naissance en 1976

Régions	Nés dans la région %	Nés hors de la région %
Kayes	95	5
Koulikoro	93,6	6,4
Sikasso	90,9	9,1
Ségou	91,7	8,3
Mopti	95,3	4,7
Tombouctou	96,3	3,7
Gao	97,6	2,4
Bamako	64,9	35,1
Ensemble	97,7	2,3

On constate qu'en 1976, plus du tiers des Bamakois sont des « étrangers » alors qu'on n'atteint nulle part ailleurs même les 10 %.

Cette originalité de Bamako est confirmée par les chiffres donnés, sur différentes périodes, par Ouédraogo et Piché (1995). Selon eux, 45,4 % des immigrants à Bamako se sont installés entre 1969 et 1981, alors que ce chiffre n'est que de 14,9 % entre 1960 et 1968.

L'immigration est donc la cause essentielle du doublement de la population en huit ans. Mais son ampleur ne saurait s'expliquer par la seule liberté de déplacement sur Bamako consécutive au renversement du régime socialiste. Le début des années 70 est en effet marqué par une sécheresse des plus rares connues par les Maliens. La sécheresse de 1972-73 a décimé le cheptel, provoqué la disette partout dans le pays. Une épidémie de choléra a aggravé la situation. Les villageois se ruèrent donc sur la capitale où arrive en premier l'aide alimentaire. De plus, les structures sanitaires y sont plus développées. Plus loin, on constatera que c'est aussi durant cette période que les premiers quartiers spontanés se sont développés et que de nouveaux se sont créés.

L'accroissement naturel a aussi contribué au gonflement de la population. Le taux de natalité en 1976 était de 43,62 ‰ contre un taux de mortalité de 8,4 ‰. Ce qui donne un croît naturel de 3,52 % soit près du tiers de l'accroissement total de cette période.

De 1976 à 1987

Après 1976, on retrouve une croissance moins forte : 4,46 % par an. La morosité économique fait que Bamako n'attire plus les jeunes villageois. Ceux-ci préfèrent se diriger vers la France, le Gabon, la Libye. Les premières vagues de

migrants maliens vers ces pays datent des années 1977-1979. Le solde migratoire du Mali est négatif : – 1.89 %. Pour Bamako, il est positif (le seul d'ailleurs parmi toutes les régions) mais faible : + 1.02 %.

Le taux d'accroissement naturel explique donc l'essentiel du chiffre d'accroissement de 4,46 %. Ce taux s'est maintenu malgré une baisse du taux de natalité qui passe de 43,62 ‰ à 40,5 ‰. La baisse du taux de natalité s'accompagne en effet de celle de la mortalité qui tombe à 6,06 ‰ ; ce qui signifie un accroissement naturel de 3,44 %.

De 1987 à 1998

La baisse constatée dans la période précédente se confirme nettement : 658 275 à 1 016 167 soit un accroissement annuel moyen de 4,03 %.
L'importance de la baisse s'explique sans doute par le tassement de la mortalité et la poursuite de la baisse de la natalité. En effet, la fécondité, elle aussi, est en baisse. L'importance de la planification familiale (acceptée maintenant par les maris notamment dans les jeunes ménages), de l'usage des préservatifs ont donné des résultats (les démographes parlent maintenant de la fin de l'exception africaine).

Est-ce donc la fin de l'immigration sur Bamako ? Sans doute non, mais peut-être la fin de l'immigration définitive. Ceci serait dû aux difficultés de plus en plus grande d'insertion dans la ville, notamment l'accès au logement.

2. Le logement et son financement

Les habitations occupent plus de 60 % de l'espace bamakois. Le logement constitue donc un fondement majeur de la dynamique spatiale de la ville. Cependant, son analyse est délicate, la confusion avec le foncier étant grande. En effet, la plupart des structures étatiques et privées, chargées du logement, font plutôt des distributions foncières (la parcelle de terrain nu). Celles-ci constituent de nos jours 90 % des moyens d'accès à un habitat à Bamako. Plusieurs filières d'obtention de ces parcelles existent — ou ont existé — avec des exigences financières différentes. Ces coûts financiers sont pour beaucoup dans la formation des paysages de la ville à travers l'appétit qu'ils donnent aux spéculateurs et au détournement des pauvres vers les villages et quartiers spontanés.

2.1.Les politiques de logement et leurs coûts

Plusieurs politiques de logement ont été expérimentées à Bamako. Entièrement étatiques au départ, le domaine s'est ouvert, à partir de 1979, au secteur privé avec l'achat de parts dans des organismes de logements parapublics comme la Société d'équipement du Mali (SEMA) ou l'ACI ou la création d'organismes entièrement privés (Faso-Kanou, Mali-Univers, etc.). Leurs différentes opérations n'étaient pas toujours harmonisées. La Stratégie nationale de logement (SNL), adoptée en décembre 1995, cherche justement à combler cette défaillance. Pour cela, elle s'appuie sur quatre points essentiels :

- la définition des produits de base, c'est-à-dire les différents types de parcelles et de logements ;
- les opérations d'urbanisme qui comprennent les acquisitions foncières dont les procédures seront simplifiées, les aménagements de terrains (les niveaux de viabilisation) et les opérations immobilières (réhabilitation et réalisation de nouvelles habitations) ;
- les statuts d'occupation des produits de base : la location ou la propriété (cette dernière sera plus encouragée) ;
- le marché de l'immobilier qui sera restructuré.

Pour la mise en œuvre de ces orientations, la SNL veut créer un cadre juridique et institutionnel dans lequel s'inscriront et se développeront les différentes actions. Ce cadre s'articule autour de trois organismes :

- la Banque de l'habitat du Mali (BHM), organisme de financement ;
- l'Agence de cession immobilière (ACI), organisme d'aménagement ;
- l'Office malien de l'habitat (OMH), mécanisme de financement.

Ce dispositif devrait permettre d'harmoniser les opérations d'habitations par rapport aux orientations définies malgré la pluralité des organismes et donc des politiques.

Parmi les politiques de logement en cours, deux méritent d'être évoquées à cause de l'importance de leurs opérations, mais aussi à cause du fait qu'elles sont représentatives de l'esprit qui prévaut dans le secteur du logement à Bamako.

La politique étatique des parcelles ordinaires (ou assainies)

Les lotissements de parcelles assainies — il s'agit de terrains peu viabilisés, limités au bornage et à quelques caniveaux — longtemps exécutés par les Domaines du District sont l'apanage dès le début des années 1980, des communes. Du moins doit-on dire que c'est en leur nom et sur leurs terrains que les services domaniaux du district procèdent aux lotissements. Les attributions sont faites par le gouverneur du district aux personnes proposées (un droit de vérification peut s'exercer par les maires). Ces attributions sont destinées normalement aux personnes de revenus modestes. C'est pourquoi les attributions multiples sont en théorie interdites. Les frais d'attribution comprennent les frais d'édilité (c'est-à-dire de bornage, des papiers, des déplacements), qui s'élèvent à 101 000 Fcfa et les frais d'aménagement dits de « viabilisation » dont le montant dépend des coûts engagés par le bailleur de fonds. Ces frais ne sont donc pas fixes mais sont assez souvent de l'ordre de 250 000 Fcfa. Il est à noter cependant, que dans certains lotissements où les parcelles sont de taille différente, en plus des frais d'édilité, le prix de la parcelle est fixé au mètre carré.

Après l'obtention de la lettre d'attribution qui fixe les conditions d'usage de la parcelle ainsi attribuée (vente interdite sans autorisation expresse des Domaines, construction en matériaux durables), le bénéficiaire remplit les dossiers pour le permis de construire d'un coût total de 7 500 Fcfa. Avec le permis,

il peut commencer la construction de sa maison, dont le coût moyen, pour un « 2 pièces » c'est-à-dire chambre, salon et magasin, s'élève aujourd'hui à au moins 1 257 500 Fcfa (28). En principe après finition de la construction, le bénéficiaire doit demander un « permis d'habiter ». Ce permis, institué par l'arrêté ministériel de 1919 était entièrement gratuit. Aujourd'hui, il est onéreux. L'article 114 du code foncier précise : *« le bénéficiaire du permis d'habiter est astreint au versement d'une contribution aux frais d'aménagement du terrain ».*

Après toutes ces démarches, le bénéficiaire aura payé au moins (en dehors de tout pourboire) 1 500 000 Fcfa.

L'Agence de cession immobilière (ACI)

L'ACI, créée en février 1992, est actuellement le plus gros lotisseur de terrains à Bamako. De Kalanban à l'ACI-2000 en passant par Baco-Djikoroni, elle a déjà attribué plus de 7 000 titres fonciers. L'ACI vend pour l'État et pour le District qui sont les principaux actionnaires (50 % et 49.8 % respectivement, le reste au privé). Elle reçoit ses terrains directement de l'État.

L'ACI a choisi comme procédure la vente aux enchères. A partir d'un prix de base, les acquéreurs potentiels proposent des augmentations par tranche de 10 000 Fcfa jusqu'au dernier enchérisseur. Cette méthode de vente, si elle semble transparente, peut être interprétée comme l'introduction officielle de la spéculation dans l'attribution des parcelles à usage d'habitation. En somme, il s'agit d'une sélection sans ségrégation. Les prix à l'acquisition sont d'autant plus élevés que la « mise à prix » (c'est-à-dire prix de départ de l'enchère) est déjà très élevée par rapport aux revenus des Bamakois. Dans le lotissement de Bako-Djikoroni-ACI, ce prix a presque systématiquement dépassé 1 500 000 Fcfa et la moyenne des prix d'achat était de 2 850 000 Fcfa. Le tableau 5 montre bien les profils des acquéreurs de parcelles à l'ACI. A Kalaban, la catégorie « autres » représente plus du tiers des bénéficiaires. Ce qui signifie que les profils étaient très diversifiés (29). Kalaban est le premier lotissement de l'ACI. Il fallait sans doute appliquer des prix incitatifs dans un premier temps, sans compter qu'à Kalaban, l'ACI n'a effectué aucun aménagement. La moyenne des prix était de l'ordre de 600 000 Fcfa. Tous ces prix sont en réalité hors de portée des Bamakois qui sont réellement dans le besoin de se loger.

(28) Estimation faite par nous-mêmes à la suite d'interviews auprès de professionnels du bâtiment (ingénieurs, architectes, maçons) et de propriétaires.

(29) Cependant, une étude détaillée de cette catégorie montre que même là, il s'agit d'agents de services qui payent bien comme la Compagnie Malienne de Développement des Textiles (CMDT) et de l'Energie du Mali (EDM).

Tableau 5 • PROFILS DES ACQUÉREURS DES PARCELLES-ACI DE BAKO-DJIKORONI ET KALABAN-COURA

	Bako-Djicoroni		Kalaban-coura	
Profils des acquéreurs	Effectifs	%	Effectifs	%
Maliens de l'extérieur	350	35	76	12,7
Commerçants	161	16,1	49	8,2
Agents des services financiers et assimilés	159	15,9	120	20
Directeur de services	40	4	6	1
Agents judiciaires et assimilés	32	3,2	0	0
Agents de santé et assimilés	57	5,7	16	2,7
Enseignants	11	1,1	27	4,5
Ingénieurs	103	10,3	93	15,5
Autres	87	8,7	213	35,5
Totaux	1 000	100	600	100,1

La diminution au fil des ans du nombre des attributions de parcelles (tableau 6) ne peut avoir d'autres explications que l'augmentation continue des prix de vente à un moment où les acquéreurs potentiels en ont déjà trop (30).

Tableau 6 • NOMBRE ANNUEL DES ATTRIBUTIONS DE PARCELLES PAR L'ACI

Années	1992	1993	1994	1995	1996
Attributions	1778	1703	1533	1188	871 (31)

2.2. Les organismes de financement et leur accès

Construire un logement à Bamako (comme partout au Mali) revient d'abord au propriétaire de la parcelle. Le séminaire sur l'élaboration d'une Politique nationale de logement, tenu en septembre 1989, a déclaré ce principe comme premier moyen d'accès à un habitat. La onzième résolution dit en effet de *« confier le financement en grande partie aux ménages eux-mêmes »*. Ce qui fut effectivement entériné par la Stratégie nationale de logement approuvée en décembre 1995. Or les populations ont déjà du mal à acquérir les parcelles nues, premier

(30) 12 % des parcelles de Bako-Djikoroni appartiennent à des personnes ayant déjà un lot dans le même lotissement.

(31) Nombre d'attributions à la date du 2/8/96, date de notre enquête.

maillon de la chaîne. Certes, les distributions de l'ACI ne sont pas destinées à tous. Mais même pour les attributions communales, qui sont censées être des « attributions sociales » dont le prix s'élève à 361 000 Fcfa, les cadres supérieurs ont toutes les difficultés à s'en procurer et plus encore à les mettre en valeur. Cette réalité apparut au grand jour quand, sous la pression des syndicats, l'Etat consentit à attribuer à certaines corporations un certain nombre de parcelles d'habitation. En effet, certains bénéficiaires de ces parcelles furent tout simplement contraints de les revendre. Ils vont alors grossir un secteur spontané déjà trop vaste.

Conscient de cette pauvreté généralisée et de la nécessité d'agir de manière à éviter une trop grande ruée vers les installations spontanées, l'Etat a toujours mis à la disposition des ménages des possibilités d'aide financière pour l'accès à un logement.

Dès 1960, en même temps qu'il créait la SEMA, l'Etat mettait à la disposition des éventuels bénéficiaires de ces logements, une ligne de crédit à la Banque de développement du Mali (BDM).

En 1967, le Fonds national de logement (FNL) est créé au sein de la SEMA pour la soutenir. Alimenté par 1 % des salaires (publics et privés) et certaines taxes, il devrait faciliter l'accès des salariés aux logements de la SEMA, dont les coûts se trouveraient amoindris. En effet, l'argent prêté par la Société d'équipements au Fonds, serait sans intérêts ou presque (32). En 1972, le FNL est détaché de la SEMA et transformé en Office Malien de l'Habitat (OMH) en 1996.

L'OMH a les mêmes ressources et les mêmes attributions que le FNL à la différence qu'étant désormais un service, il a un droit de regard sur l'utilisation de ses fonds et peut même procéder à ses propres opérations de construction. Si par exemple des coopératives se constituent afin de trouver des logements pour leurs adhérents (cas de la coopérative SISSO des enseignants), l'OMH pourrait leur prêter directement des fonds. Ce système sera certainement salutaire et étendra la portée des interventions de l'OMH. En attendant, la plupart des prêts sont consentis à travers la Banque de l'habitat du Mali (BHM) dont l'OMH est l'un des grands bailleurs.

La BHM fut créée en 1995 dans le cadre de la SNL. Pour bénéficier d'un crédit de la BHM, il faut avoir un revenu mensuel garanti et ouvrir chez elle l'un des deux types de comptes existants : le Plan épargne logement (PEL) ou le Compte épargne logement (CEL).

Le PEL est une épargne sur contrat d'une durée de trois ans. L'épargnant est contraint de faire un versement mensuel d'au moins 10 000 Fcfa et de ne pas faire de retrait avant l'échéance. Le PEL est en fait une épargne-logement pour petits revenus. Le taux du prêt est d'au plus 8 % par an et sa durée de remboursement de vingt ans.

(32) Le fonctionnement du FNL est sembable à celui de l'OSHE (Office de Soutien à l'Habitat Economique) en Côte d'Ivoire. Cf. P. Haeringer, 1984.

Le CEL est une épargne plus libre. L'épargnant peut faire des retraits sur son compte et peut prétendre à un crédit au bout de seulement six mois. Le CEL est une épargne pour hauts revenus qui n'ont pas besoin de beaucoup de temps pour constituer leur apport personnel. L'intérêt du CEL peut atteindre 9 % et les prêts sont remboursables sur quinze ans au plus.

Aux différentes échéances, l'épargnant a théoriquement droit à un prêt dont le montant peut atteindre neuf fois celui du compte. Mais la BHM ne le consent qu'à certaines conditions :

- que le fonds constitué représente 10 à 30 % du prix de l'immeuble (parcelle ou bâti), c'est-à-dire qu'il atteigne l'apport personnel exigé. Ceci n'est pas toujours facile d'autant que la BHM ne s'engage que pour des titres fonciers qui coûtent très chers à Bamako. Elle ne verse d'ailleurs pas les sommes à l'intéressé lui-même mais au promoteur (cas d'acquisition) ou au notaire (cas d'auto-construction) ;
- que l'épargnant ait un revenu mensuel régulier dont le tiers permette le remboursement mensuel du prêt ;
- que des garanties soient données en cas d'impossibilité de rembourser.

Ces explications signifient clairement que seules sont aidées par la BHM les personnes ayant fait état de revenus fixes et réguliers suffisants. La SNL de 1995 est claire à ce sujet : *« (...), l'exigence de réplicabilité des investissements de la Stratégie Nationale du Logement, dès ses premières années, impose que les clientèles cibles de départ soient les couches intermédiaires de la population dont les revenus sont " normalisés ", c'est-à-dire des revenus réguliers, identifiables et orientables facilement vers le dénouement de crédits immobiliers »* (Stratégie Nationale du Logement, Point 197).

Les possibilités de financement de logement par structures financières interposées, n'existent donc pas pour la plupart des Bamakois. En effet, la quotité mensuelle en cas d'acquisition étant généralement supérieur à 40 000 Fcfa, il faut des revenus de plus de 125 000 Fcfa. Ce qui est malheureusement rarement le cas. Or, au regard de leurs revenus mensuels et de l'importance des coûts d'acquisition et de construction de parcelle, il leur est difficile de compter sur l'épargne personnelle. Ceci est d'autant difficile que la situation du logement favorise une spéculation foncière et locative particulièrement pesante à Bamako.

Les difficultés de trouver un logement sont accentuées par la spéculation foncière qui augmente artificiellement les prix des parcelles et porte les coûts de location à des proportions trop élevées des revenus. Par exemple, dans tous les quartiers formels, le loyer d'une chambre-salon et un petit magasin est au moins égal à 12 500 Fcfa, ce qui représente plus de 15 % d'un salaire de 80 000 Fcfa. A titre d'information, ce montant est le revenu moyen des cadres supérieurs.

Les facteurs de dynamique et de structuration spatiale ainsi examinés, ne sont pas particuliers à Bamako. Ils sont communs à toutes les grandes villes d'Afrique noire. Ce sont des facteurs majeurs dans l'explication du phénomène d'extension de Bamako et des structures urbaines qui en résultent. Les fonde-

ments ainsi analysés ne sont cependant pas les seuls facteurs explicatifs des paysages actuels. On peut citer en plus certaines dispositions des textes domaniaux que les chefs coutumiers et parfois certains élus locaux ont exploitées (Diarra B., 1999). Il y a aussi les politiques d'aménagement. Mais celles-ci agissent en opposition aux fondements en cherchant à limiter au maximum leurs empreintes sur le paysage et donc, inversement, à le façonner suivant leur contenu. Dans le chapitre suivant, nous tentons justement d'analyser la part réelle des différentes politiques d'aménagement qui se sont succédées sur l'évolution spatiale et les structures urbaines. L'analyse portera principalement sur la période couvrant celle du Schéma d'urbanisme et d'aménagement actuel (1979). En effet, devant couvrir la période 1981-2010, il permet de faire un bilan jusqu'à aujourd'hui et de suggérer les améliorations nécessaires avant son expiration.

3. La dynamique spatiale et les politiques d'aménagement : l'impossible compromis

L'opposition entre les forces décrites dans le chapitre précédent et les politiques d'aménagement est à la base des paysages et leur dynamique. Quelques définitions de ces politiques permettent de mieux comprendre cette interrelation. Selon Kenneth Watts (1992) : *« les politiques urbaines visent un triple objectif :*

- *analyser la dynamique du processus urbain dans le pays concerné,*
- *identifier les problèmes qui en résultent,*
- *définir des politiques et des programmes destinés tant à accroître l'efficacité des zones urbaines dont le potentiel d'expansion est important qu'à apporter une aide aux zones où la rapidité de la croissance urbaine est à l'origine de problèmes environnementaux »* (*Le Courrier* n° 131, p. 37).

Pour Ragot (1982) : *« les documents d'urbanisme sont des outils indispensables à l'aménagement de l'espace urbain, ils ont pour rôle à partir d'un certain nombre d'analyses de base, d'anticiper sur l'avenir et de prévoir une organisation rationnelle des sols pour un horizon plus ou moins lointain ».*

On remarque bien que chacune de ces définitions met l'accent tant sur le rôle de réorganisation du tissu existant des politiques urbaines que sur leur rôle d'anticipation sur l'avenir. Les deux définitions montrent donc clairement que la dynamique de l'espace doit être fonction de politiques élaborées.

L'examen des politiques urbaines suppose donc de recourir à tous les documents se rapportant à la gestion du sol urbain : documents fonciers, d'aménagement, de logement. Mais les politiques foncière et de logement entrent dans un jeu de forces qui sous-tendent, expliquent les formes, les aspects de la production spatiale. Elles apparaissent donc comme « des politiques sectorielles » dont la réussite conditionne celle du Schéma. Celui-ci est donc le document d'urbanisme par excellence, les autres étant modelés par rapport à son contenu.

3.1. Principaux textes et actions d'urbanisme jusqu'en 1979

S'étendre sur la dynamique et les politiques urbaines de Bamako avant 1979 (date de l'élaboration du SDAU actuel) a peu d'intérêt. Ces dynamiques n'ont plus cours et leur impact sur le terrain se limite à quelques témoins. Cependant, on ne peut les ignorer entièrement. En effet, *« les territoires que les géographes étudient sont constitués d'héritages d'un passé plus ou moins lointain, géologique ou historique. Ces héritages complexes, que les sociétés actuelles tentent d'aménager en fonction de leurs besoins, possèdent leur propre dynamique dont les composantes géologiques, morphologiques, climatiques, sociales, ou géopolitiques doivent être saisies dans un temps plus ou moins long qui leur est propre, si l'on veut en comprendre les combinaisons actuelles et futures »* (Marconis R., 1996). Effectivement, si l'ancienne ville de Bamako, celle des Niaré, n'a plus de matérialité dans son paysage actuel, celle de l'époque coloniale est encore nettement perceptible. Mais surtout elle demeure l'élément structurant majeur de la ville (cf. composition colorée). Or l'époque coloniale débute à Bamako le 1er février 1883 (Sissoko S. M., 1983). De plus, c'est l'ampleur des dynamiques avant 1979 qui pousse, ou tout au moins, accélère l'élaboration d'un instrument officiel pour le suivi de l'urbanisation. Le survol de cette longue période peut être suivi par tranches chronologiques.

Bamako jusqu'en 1960

Jusqu'en 1960, les textes d'urbanisme pour réguler la dynamique de l'espace se limitent à des arrêtés laconiques qui ne concernaient généralement que la partie habitée par l'administration coloniale. Or cette partie a toujours évolué, textes ou pas, suivant des normes d'urbanisme. Quant à la partie occupée par les Noirs, seul l'arrêté local de 1919 l'a concerné avant 1945. Par cette loi, les Africains sont obligés désormais de faire une demande de parcelle et, une fois la construction terminée, un permis d'habiter avant toute occupation. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un vrai document d'urbanisme (il ne faisait état d'aucun aménagement à réaliser), cet arrêté permit d'éviter toute occupation spontanée jusqu'à la fin de la colonisation.

Il faut attendre le 15 mai 1949 pour qu'un projet de plan d'urbanisme concerne l'ensemble de la ville de « Bamako-Koulouba » (33). Ce plan prévoyait de gros aménagements comme le pont Vincent Auriol (actuel pont des Martyrs) ou la délocalisation de la gare ferroviaire qui n'a pas été effective. Quant aux habitations, à part la généralisation des lotissements, très peu de travaux d'urbanisme étaient prévus. Au plan spatial, la ville s'étend uniquement sur la rive gauche.

(33) Ce projet est approuvé en 1954. On trouve son dessin aux Archives de Koulouba et une reprise sur la carte de 1948.

De 1960 à 1968

A la fin de la colonisation, Bamako connut une extension importante dépassant les 3 000 km² en 1960. En plus, de nombreux villages se créaient et se développaient tout autour (Villien-Rossi, 1963). Les autorités d'alors ont rapidement pris conscience du danger que pouvait représenter une ville exagérément étalée. Elles prirent des mesures importantes et surtout les appliquèrent rigoureusement : suppression de la gratuité de la parcelle de terrain, lutte farouche contre l'exode rural en direction de Bamako, création de la SEMA pour contrôler la production du sol urbain. En 1963, un Plan directeur d'aménagement est adopté. Il se caractérisait par sa simplicité, ne prévoyant que les zones centrales, les zones industrielles et les zones d'extension. La période 1960-1968 est celle pendant laquelle la croissance spatiale et aussi démographique de Bamako ont été les mieux maîtrisées.

De 1968 à 1978

Ces dix années, en matière de contrôle de l'espace bamakois, sont marquées par un grand laxisme qui a eu plus tard des conséquences fâcheuses. La première preuve de cette attitude est l'absence, durant cette décennie, de tout programme d'aménagement propre. Le PDA de 63-68 était déclaré d'utilité publique dès 1969, mais il n'a pas été réellement suivi. Plusieurs lotissements ont malgré tout été réalisés notamment entre 1975 et 1977. Dans ces premiers lotissements, la volonté était sans doute de donner un autre visage à Bamako que celui des paysages en banco des anciens quartiers. Les deux Korofina et l'Hippodrome sont de beaux quartiers de la capitale : style villa, parcelle large, cour verdoyante. Malheureusement, aucune viabilisation n'a été effectuée dans ces quartiers. En plus, la très grande taille des parcelles (700 à 1 000 m²) semblait exclure toute crainte des éventuelles conséquences d'une extension démesurée. Celle-ci était pourtant déjà perceptible avec les villages périphériques créés avant l'indépendance qui s'agrandissaient très rapidement à cause de l'absence totale de contrôle. Ils atteignirent bientôt les quartiers lotis officiellement.

La période 1968-1978 est aussi celle pendant laquelle la plupart des quartiers spontanés ont été créés. Les plus importants sont observés sur la rive droite, sur des terrains insalubres. C'est le cas de Sabalibougou et de Daoudabougou (cf. figure 13 pour situer les quartiers de Bamako).

La période 1968-1978 marque une inflexion importante dans l'accroissement et la structuration spatiale de Bamako tout comme la période précédente. Mais à la différence de celle-ci, c'est une période de très forte croissance. Ceci ne pouvait laisser les autorités indifférentes qui prirent, à partir de 1979, des mesures pour stopper l'anarchie.

3.2. Le SDAU de Bamako et la dynamique spatiale depuis 1979

C'est en réalité dès 1974 que la volonté des autorités de s'attaquer au désordre spatial et particulièrement à son facteur majeur, le logement, apparaît.

Cette année, un schéma sommaire d'aménagement est adopté. En 1976, la DNUC entreprend les études pour l'élaboration d'un schéma (et non d'un plan, la nuance est de taille) directeur d'aménagement et d'urbanisme. Son étude et celle des évolutions constatées sur le terrain permettent d'apprécier l'impact réel de cet instrument d'urbanisme sur la dynamique et la structuration de l'espace à Bamako. En clair, de voir si le SDAU a effectivement favorisé un meilleur contrôle de l'urbanisation de la ville.

Le SDAU

Le Schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme de Bamako et environs a été élaboré en 1979 et approuvé le 1er avril 1981 par le décret 111/PGRN pour une période de trente ans (1981-2010). La version d'origine a connu deux révisions (1990 et 1995). Celles-ci s'inscrivent dans le cadre du décret d'approbation qui prévoit une révision tous les cinq ans. On peut cependant remarquer que la périodicité quinquennale n'est pas respectée. En effet, dans la période 1979-1990, on devrait avoir déjà deux révisions : en 1986 et 1990. Parmi les causes de ce retard d'exécution, des problèmes d'obtention cartographiques qui seront analyser dans les chapitres suivants avec leurs propositions de solution.

A nos jours, trois versions existent donc. La version de 1990 n'est en réalité qu'une sorte de rapport d'étape de la réalisation de celle de 1979 dont on cherche à atteindre les objectifs avant trente ans. Une différence existe entre les deux versions en ce qui concerne la forme. La version I est une planification globale. C'est pourquoi, bien qu'elle se garde d'être un plan, on est frappé, à sa lecture, par le détail des propositions. Cette version « oublie » aussi des aménagements essentiels comme les caniveaux. La version II tente de se défaire de cette globalité, mais elle n'y arrive pas en réalité. En effet, elle parle des PUS (Programmes d'urbanisme sectoriel), délimite leurs périmètres, soulève leurs problèmes particuliers, etc. Mais les détails des aménagements sont loin d'être laissés à l'initiative de ces PUS. Mieux, identifiant les bailleurs de fonds possibles de ces aménagements, le Schéma ne confie presque rien aux municipalités. Il semble que l'on a tout simplement voulu se montrer sensible aux critiques qui étaient alors faites des tentatives d'urbanisme global. C'est le glissement vers un urbanisme sectoriel que l'on a du mal à mettre en place. La deuxième révision achève ce processus de glissement.

La deuxième version a aussi le mérite d'avoir montré comment ses propositions d'aménagement seront financées, même si la répartition des dépenses est critiquable. En effet, en attribuant 87 % des dépenses aux investisseurs privés, le Schéma se rend très dépendant de l'extérieur (à l'époque aucun privé interne sérieux n'existait). A part ces quelques différences, la première révision reprend les mêmes propositions que la version I.

L'élaboration du Schéma Directeur est précédée par celle d'un rapport-constat qui fait l'état des lieux de la gestion de l'espace dans les années antérieures. Brièvement, ce rapport constate que Bamako connaît :

- un fort taux d'accroissement démographique,
- un déséquilibre entre les deux rives du fleuve au plan des équipements,
- un besoin de plus en plus croissant en logements, entraînant le développement anarchique des zones d'habitats spontanés,
- un déséquilibre domicile/lieu de travail (conséquences des deux premiers constats).

Après avoir *« situé les responsabilités »* (34) de cette situation, *« le schéma dégage un certain nombre d'orientations et prévoit un certain nombre d'actions consistant notamment à :*

• fournir des logements décents pour le plus grand nombre dans le cadre d'une utilisation rationnelle de l'espace et sans ségrégation sociale,

• la réhabilitation et la rénovation des quartiers spontanés, la rénovation de certains vieux quartiers, l'établissement de l'équilibre entre les deux rives du fleuve et de part et d'autre du centre ville, la fluidité de la circulation par la création de ponts supplémentaires sur le Niger ». D'autres propositions concernaient l'aménagement du centre-ville, le maintien de zones de verdure (maraîchères et boisées), etc. Les réseaux divers (eau, assainissement, électricité et téléphone) n'ont pas fait l'objet de propositions ; l'initiative fut laissée aux services techniques compétents.

Enfin, en même temps et après ces opérations, des lotissements devraient être exécutés en commençant par les lotissements de « blocage » (bloquer l'extension des quartiers spontanés) pour loger décemment et régulièrement les populations. Le schéma donne effectivement les zones en cours de lotissement et celles destinées à l'extension de la ville.

Les lotissements en cours en 1979, estimés à 3 230 hectares, étaient censés résoudre les problèmes de logement avant 1981, c'est-à-dire le début du démarrage effectif du schéma. Ensuite, une superficie de 2 040 ha serait aménagée pour loger les nouveaux ménages entre 1981 et 1990, première phase du schéma. Une partie de cette surface devrait porter des bâtiments en plan et en hauteur. Le tableau suivant donne, par phase, la répartition des ménages à loger selon le type d'habitat préconisé.

(34) Dès la première page du SDAU il est écrit : *« (...), ceux de 1963 et 1968* [il s'agit des plans d'aménagement] *n'ont guère réussi à canaliser le développement de la capitale du Mali ; cela à cause de facteurs multiples dont notamment le manque de suivi et la rigidité de ces plans, la mauvaise coordination entre services et leur mauvaise information ainsi que l'explosion démographique inattendue entraînant la crise du logement et ses conséquences que sont la spéculation immobilière et la spéculation foncière ».* Le moins qu'on puisse dire c'est que ces propos sont sans grands fondements ainsi qu'on peut le remarquer dans tous les écrits concernant cette période ayant trait aux questions démographiques (Bléniau et La Cognata, 1972), foncières et immobilières (L. Coulibaly, 1974) ou urbaines (Villien-Rossi, 1963 et 1966).

Tableau 7 • RÉPARTITION PAR PHASE DES MÉNAGES À LOGER SELON LE TYPE D'HABITAT PRÉCONISÉ

Types d'habitat	1ère phase	2e phase	3e phase
Parcelles assainies	75 %	67 %	55 %
Habitat programmé en plan	4 %	8 %	15 %
Habitat programmé en hauteur	21 %	25 %	30 %
Totaux	100	100	100

Source, SDAU 1979

Les zones devant abriter ces extensions devraient être : 1 700 ha pour les parcelles assainies en Commune I (au nord des quartiers de Boulkassoumbougou, Banconi et Sikoroni) et en Commune VI (au sud de Yirimadjo, entre ceux de Magnambougou et Missabougou) ; 340 ha pour les logements programmés en Commune VI (espace entre Sokorodji et le site préhistorique de Magnambougou) et en Commune V (espace entre le Quartier-Mali et Sabalibougou).

Ces choix correspondaient à l'objectif de gestion rationnelle de l'espace que le Schéma s'est fixé. Leur application devait, selon le Schéma, maintenir l'accroissement de l'espace bamakois dans des proportions acceptables. Bamako ne devrait pas dépasser 6 450 ha à l'échéance 1990 et 12 620 ha à l'horizon 2010. De plus, on ne devrait pas constater de nouvelles occupations spontanées. Elles ne sont pas prévues et celles qui arrivaient à surgir devraient être démolies. La deuxième révision du Schéma permettra de faire un bilan de ces évolutions à partir de l'analyse des facteurs de la dynamique jusqu'à cette date, notamment ceux du logement.

Les lotissements

La maîtrise et l'aménagement de l'espace, dont les dispositions du Schéma contiennent les voies théoriques ont été menés sur deux fronts essentiels : les lotissements ordinaires effectués de tout temps par l'État ou les collectivités, et la lutte contre les installations spontanées. Ces opérations absorbent effectivement toute l'énergie des services d'urbanisme et ce au détriment des autres opérations d'aménagement : VRD, espaces verts, zones d'activité économiques. Ceci ne serait d'ailleurs pas un problème majeur si les objectifs d'urbanisme étaient atteints dans ce domaine. Mais les lotissements entre 1979 et 1986 donnés dans le tableau 8 et qui constituent la dernière vague importante de lotissements avant ceux de l'ACI dans les années 1990, montrent plutôt un échec.

Tableau 8 • RÉPARTITION DES LOTISSEMENTS PAR COMMUNE DE 1979 À 1986

COMMUNES	LOTISSEMENTS	SUPERFICIE/ha
I	Lotissement de Boulkassoumbougou Nord	198
	Zone de recasement de Bobobougou	8
	Recasement de Banconi au nord de Fadjiguila	106
	Lotissement du TF 607 au nord de Boulkassoumbougou	10
	Recasement de Banconi au nord dudit quartier	65
II	Lotissement de l'île de la cité du Niger (Komogoun)	42
IV	Lotissement de Taliko Dogodouma	113
	Lotissement du Tf 2642 à Sébénikoro	38
	Recasement de Sébénikoro	152
	Lotissement de Sibiribougou	116
V	Lotissement de Torokorobougou complémentaire	73
	2e PUM à Bako-Djikoroni	155
	Mali-Univers à Bako-Djikoroni	10
	Lotissement de Kalanban-coura sud	725
	Recasement de Bako-Djikoroni	185
	Recasement de Daoudabougou	22
VI	Opération Fasso-kanou	81
	Lotissement sud-est I.J.A	74
	Mali-Univers Faladié	20
	Morcellement d'un secteur de bureaux et commerce à Sogoniko	2
	Projet immobilier de 350 logements à Niamakoro	27
	Morcellement de l'lot CR à Sogoniko	1
	Lotissement du TF 1621 à Niamakoro	155
	SEMA Faladié	95
	TF 4583 Route de Niamakoro (à l'ouest de Sogoniko)	3
	Recasement de Niamakoro à l'est du quartier	120
	TOTAL	2596

Source : SDAU, 1990

En effet, l'Etat lotit dans la période 2 596 hectares (en plus des 3 230 en cours entre 1976 et 1979). On se rappelle que dans le SDAU les besoins étaient évalués à seulement 2040 et ce jusqu'en 1990. Si le problème de logement n'a pas été résolu pendant cette période — et il ne l'a pas été — soit toutes les données étaient fausses, ce qui est moins probable (les données sont collectées 00 par des spécialistes), ou les mêmes individus se partagent toutes les parcelles, ce qui est plus vraisemblable. La première révision du schéma recommande expressément d'arrêter cette pratique au risque de continuer à fausser les objectifs du Schéma. De plus, ces lotissements ne coïncident pas toujours avec les zones délimitées à cet effet par le SDAU. Par exemple, aucun lotissement officiel n'a été réalisé dans le quartier de Yirimadjo qui devait pourtant être la première zone d'extension.

Après cette vague, très peu de lotissements ordinaires ont été effectués à Bamako. La plupart des terrains à lotir ont été cédés à l'ACI dont les attributions, comme on l'a vu sont d'une toute autre nature.

Bamako couvre en 1986 une superficie de 8 000 hectares (35) (on est bien au-delà des 6 450 prévus pour 1990 par le Schéma). Ce qui dépasse largement les superficies officiellement occupées. Les extensions spontanées ont donc sans doute été beaucoup plus importantes que les extensions voulues et plus rapides qu'entre 1968 et 1978.

L'évolution du domaine spontané depuis 1979

Le tableau 9 donne l'évolution de l'habitat spontané depuis 1976. On constate une progression importante de l'habitat spontané entre 1979 et 1986, soit plus de 200 % et cela malgré les stratégies de blocage adoptées. On a même vu apparaître, comme une sorte de réaction, de nouveaux quartiers spontanés à côté des lotissements de blocage. C'est le cas de Boulkassoumbougou auprès duquel apparaissent deux nouveaux quartiers spontanés, plus au Nord Boulkassoumbougou-nouveau et Sangarébougou. Ce fut le cas aussi à Daoudabougou sur la rive droite du fleuve. En 1987, 40 % des Bamakois (259 400 personnes) vivaient dans le spontané contre 30,5 % en 1983 et 21,5 % en 1976. En 1995, ce chiffre atteint 50 % de la population bamakoise (DNUC-CNUEH, 1992).

Tableau 9 • Evolution des superficies (en ha) occupées par le spontané

Années	1976	1979	1983	1986	1994
Superficies	657	757	1 764	2 930	3 919

Source : 1ère révision du Schéma

(35) Source : image SPOT 1986. Pas de carte cette année.

Contrairement à la période 1968-1978 où de nombreux quartiers spontanés furent créés, l'extension spontanée durant la période 1978-1995 s'explique essentiellement par l'accroissement des spontanés existants. L'importance des installations entre 1979 et 1986 s'explique sans doute par celle de la démographie dans la période qui a précédé : 12 % d'accroissement entre 1968 et 1976.

Les occupations spontanées et les villages phagocytés par la ville expliquent cette importante superficie (12 800 ha en 1996) que couvre Bamako. A partir de 1979 (et même bien avant), on voit nettement apparaître cette forme d'extension dite « en tache d'huile » où des établissements humains existants s'étendent et finissent par se rencontrer, créant ainsi une occupation continue subitement très étendue (figure 6). Cette forme d'extension est celle qu'on rencontre dans toutes les grandes villes d'Afrique.

Dans tous les cas, l'extension de l'espace urbanisé et les paysages qui l'accompagnent, échappent aux programmations du Schéma à cause de la pression exercée sur les sols urbains par le logement. C'est pourquoi les autorités décidèrent d'y consacrer un instrument particulier qui permettrait d'atteindre les objectifs du Schéma. Cet instrument, appelé Stratégie nationale de logement (SNL) a effectivement vu le jour en 1995. Cependant, elle doit son contenu au séminaire sur une Politique Nationale de Logement (PNL) au Mali tenu du 4 au 9 septembre 1989 dont elle reprend presque entièrement les résolutions (Diarra B., op cit.).

4. Les paysages urbains et la géographie des aménagements

4.1. Paysages et aménagements

Nous avons suivi, à travers plusieurs tranches chronologiques, la formation de l'espace bamakois, les occupations légales et illégales qui l'ont constitué. Mais quelle est aujourd'hui la physionomie de l'espace ainsi formé, c'est-à-dire le résultat de ces multiples combinaisons ?

Globalement, c'est une ville basse. De la corniche de Koulouba qui la surplombe, on n'aperçoit qu'un amas de petites constructions à toit en tôles dont la monotonie n'est perturbée que par quelques pics dont l'Hôtel de l'Amitié est le plus important. Ces pics se concentrent de plus en plus au bord du fleuve sur la rive gauche : la Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest (BCAO), le siège de la compagnie Air Afrique, le Palais des Congrès. Une autre caractéristique d'ensemble de ce paysage est l'insuffisance notoire des éléments de viabilisation, et ce même dans les quartiers de grand standing. Par exemple, au quartier de l'Hippodrome, il n'y a pas de caniveaux ! L'absence de drainage des eaux pluviales explique, qu'en saison des pluies, les eaux stagnantes et la boue existent partout. Dans ce domaine des aménagements, le déséquilibre rive droite/rive gauche demeure une réalité et ce malgré les gros efforts déployés depuis 1991. Nous verrons pourquoi ce problème mettra du temps à se résoudre. Mais Bamako, c'est aussi une ville verdoyante, une ville qui grouille.

Dans le détail, en plus de la ville coloniale, quatre grandes typologies se dégagent : le type « spontané », le tramé ancien, le tramé récent, les villas. La répartition de ces typologies par commune est donnée dans le tableau 10.

L'importance du spontané par commune correspond à celle donnée ci-dessous. Mais certaines informations sont très critiquables car invraisemblables. Il s'agit en l'occurrence des 100 % de tramé ancien en Commune III et de spontané en Commune VI. En Commune III, il est vrai que le tramé ancien est largement dominant. C'est là où l'on rencontre les quartiers lotis pendant la colonisation. Ceci dit on rencontre quand même quelques spontanés comme c'est le cas à N'Gomiriambougou au flanc du plateau de Kati. Pour la Commune VI, la statistique de 100 % de spontané est tout simplement inexacte. Magnambougou-Projet, Daoudabougou-Est sont des lotissements entièrement réguliers.

Tableau 10 • RÉPARTITION EN % DES TYPOLOGIES DE QUARTIERS SELON LA COMMUNE

Typologies/Communes	I	II	III	IV	V	VI
Tramé ancien	-	61.00	100	18.03	-	-
Tramé récent	4.76	8.51	-	58.70	45.94	-
Villas	15.39	21.10	-	-	6.24	-
Spontané et villages	79.85	9.39	-	23.27	47.82	100
Total	100	100	100	100	100	100

Source DNUC, 1992.

La typologie du spontané

Le spontané est la marque caractéristique des grandes villes d'Afrique. L'expression de spontané recouvre une réalité complexe. Sa définition est malaisée. Le paysage du spontané est fait généralement de petites maisons en banco, d'architecture médiocre. Celles-ci sont bâties sur un terrain non loti. Les constructions sont donc entremêlées avec des rues débouchant dans des impasses. Dans ces quartiers, on ne parle pas d'adduction d'eau encore moins d'électricité. La description ainsi donnée est celle retenue et rappelée par l'imaginaire populaire dès qu'on parle de spontané.

C'est donc tout naturellement que les populations furent indignées quand, en avril et mai 1995, le gouvernement démolit les constructions spontanées de Sirakoro-sud sur la route de Sikasso. En effet, il s'agissait de belles constructions, parfois en « dur », toujours enduites de ciment. Les rues étaient larges, bien rectilignes comme dans un lotissement officiel. Ce spontané nouvelle forme montre bien, s'il en était besoin, que l'occupation spontanée n'est plus

le fait des ruraux. Le même problème fut rencontré à Niamakoro où de vraies villas furent démolies. Il est à noter d'ailleurs, comme J.P Duchemin (1984) l'avait remarqué il y a longtemps, que la précarité des maisons de ces quartiers n'est pas le seul fait de la pauvreté des populations ; elle est aussi une conséquence de la précarité du statut foncier. Chaque fois que ce statut a été régularisé comme dans les spontanés réhabilités (Magnambougou-village ou Djoumanzana-village par exemple), on voit apparaître de belles constructions. Le paysage de ces quartiers fait de mélange de constructions en banco et en parpaings avec une tendance vers ce dernier type, sera la règle dans tous les autres quartiers spontanés.

Ce nouveau type de spontané, que l'on rencontre dans d'autres grandes villes africaines, est séparé de la forme primaire par un type intermédiaire. Dans celui-ci, les trames, sans être rectilignes et larges, existent quand même de façon régulière. Les îlots sont nettement séparés par des rues sur lesquelles ouvrent les portes des concessions. Les impasses sont rares. Ce type de spontané est celui rencontré à Magnambougou-village ou à Sokorodji.

Une autre caractéristique des premiers quartiers spontanés est que assez souvent le propriétaire est lui-même son propre maçon. Il enlève le banco, matériau de construction, d'une partie de sa parcelle. Le trou ainsi fait servait de dépôt d'ordures. De ce fait, « l'autoconstruction » a souvent été utilisée pour définir le spontané. Mais ce terme, pour certains auteurs, ne signifie pas seulement ce qui vient d'être dit. Il renferme aussi l'idée que le propriétaire est au début et à la fin de la construction de sa maison (achète la parcelle, les matériaux de construction, paye le maçon, l'ingénieur, etc.). Mais une telle idée ne signifie rien ou presque pour le Bamakois car il est très peu habitué aux constructions « finies ». De sorte que, dans ce sens, plus de 80 % des constructions de la ville seront classées spontanées, ce qui est inexact.

L'absence de lotissement et l'autoconstruction ne suffisant pas à cerner le terme de spontané, on a recours à l'aspect juridique. Sont spontanées toutes les constructions illégales. Voici la définition de la DNUC : *« Le quartier spontané est un quartier ayant anarchiquement poussé sous l'effet de l'accroissement urbain, en dehors des zones officiellement attribuées à des usages d'habitation. C'est un quartier n'ayant aucun statut juridique, aucun plan de lotissement légal, dont l'occupation est illégale au regard de la législation en vigueur ».* Un quartier est difficilement entièrement illégal au regard de la loi foncière actuelle. Il peut seulement y avoir beaucoup de constructions illégales. Mais ces aspects juridiques du spontané ne seront pas examinés ici (Diarra B., op cit.).

Quel est donc le trait commun de tous ces types de spontané ? A notre avis, c'est le manque d'infrastructures socio-économiques, de VRD (Voirie et Réseaux Divers), en un mot d'aménagement. En effet, les attributions ayant été faites en l'absence de tout plan d'aménagement, l'espace n'est occupé que par les habitations. Leur aménagement, même futur, s'en trouve rendu particulièrement difficile et douloureux car certains en seraient immanquablement victimes. Le tableau 11 permet de se faire une idée de cette insuffisance d'infrastructures.

Tableau 11 • INFRASTRUCTURES DES VILLAGES ET QUARTIERS SPONTANÉS EN 1987

Quartiers spontanés		Equipements		
Communes	Nombre	Ecoles (P.C) (36)	Centres/santé	Pharmacie
I	3/8	5	3	1
II	2/10	0	1	0
III	3/18	0	0	0
IV	3/8	4	0	2
VI	8/10	6	1	1

Source RGPH, vol 1.

La présence du spontané dans les villes d'Afrique noire amène parfois à se demander s'il s'agit de vraies villes ou de gros villages. D'ailleurs pendant longtemps, le spontané a effectivement joué le rôle d'espace transitoire entre la culture authentique du village, faite de grande sociabilité, de regroupements familiaux, d'activités agricoles, etc., et celle de la ville trop empreinte d'individualisme, de comportements immoraux et a-sentimentaux, toutes choses qui faisaient peur au nouveau citadin.

Mais, outre que les constructions spontanées ne sont pas majoritaires, il y a le fait que, pour les Maliens, la ville, ce n'est pas seulement une armature de béton. C'est aussi une manière de penser citadine, un projet pour l'avenir, une crainte pour l'avenir tournés vers la ville. En effet, quelle que soit la pauvreté d'une ville comme Bamako, elle reste, dans le contexte malien, un lieu d'espoir. Espoir de pouvoir faire fortune (ou tout au moins d'exercer une activité rémunératrice), espoir de pouvoir se soigner et d'envoyer ses enfants à l'école, espoir aussi de pouvoir échapper à l'autorité traditionnelle parfois rigide du village, etc.

Le tramé ancien

Cette typologie correspond aux anciens quartiers de la rive gauche, lotis pendant la colonisation et à quelques quartiers de la rive droite, lotis en 1960 comme Badalabougou-Ouest. Ce type a donc d'abord une connotation d'ancienneté. Mais elle a aussi une traduction physique sur le terrain. Il s'agit d'une structure en damier, rigoureusement carroyée avec des constructions en banco. Mais l'évolution de celles-ci, commencée dès les années 1960, les a beaucoup transformées. On ne reconnaît plus le paysage décrit par Villien-Rossi en 1966. En effet, ce ne sont plus quelques maisons en « dur » qu'on rencontre parmi les constructions en banco, mais presque la moitié le sont aujourd'hui. L'ensemble donne un paysage où des bâtiments très modernes côtoient de très vieilles constructions aux murs mal ravalés dont les briques mal alignées sont la preuve

(36) Premier cycle : de la première à la sixième année d'étude.

qu'elles n'ont pas été montées par un maçon qualifié. À ce niveau, une des rares possibilités de rapprochement entre les villes d'Europe (les anciennes villes) existe. Il s'agit de l'état vétuste et délabré des constructions des premiers quartiers et des éternelles réadaptations qu'elles occasionnent. C'est le cas par exemple du premier arrondissement de Marseille où les constructions croulent parfois sous le poids de leur âge et sont parfois même abandonnées. C'est là que l'on rencontre les restaurants les moins chers, les hôtels les moins chers car, quel que soit le nombre d'étages, l'ascenseur est assez souvent absent et l'éclairage de piètre qualité. Cette dernière caractéristique est cependant tout le contraire à Bamako. En effet, quel que soit le confort d'une chambre dans les quartiers centraux, elle revient en général plus cher que dans les quartiers de la périphérie même immédiate.

Les maisons en banco à toit en terrasse ont presque partout disparu. Mais on rencontre quelques témoins dans le quartier de Bolibana. Ces maisons sont mal aérées, donnent l'impression de crouler sous le poids de leur âge.

Une autre caractéristique de ces quartiers est leur densification. Etant, à cause de leur ancienneté, proches des grandes zones d'activité économique et des grands services sociaux, ces quartiers sont préférés par les locataires. Cela leur évite les mouvements pendulaires entre lieu de travail et domicile. Les propriétaires de maisons ont très tôt compris qu'ils pouvaient tirer profit de cette proximité. Ils ont donc construit sur tous les côtés de leurs concessions. Aujourd'hui, malgré la très grande taille de ces parcelles, certaines se trouvent sans cour ou presque (cet aspect est surtout criant à Niaréla et aussi Bozola où les constructions sont moitié habitations, moitié boutiques). La norme de l'assiette du bâti ou Coefficient d'Occupation du Sol (COS) fixée aux 2/3 de la parcelle par la DNUC, est partout dépassée.

En dehors de la ville coloniale, ces anciens quartiers sont les mieux aménagés. Au recensement de 1987, ces quartiers, dans quelque commune qu'ils se trouvent, possédaient la gamme complète des équipements sociaux. Au plan de l'assainissement, ils ont des caniveaux, notamment à Médina-coura et Dar Salam. Mais beaucoup de ces caniveaux sont aujourd'hui remblayés faute d'entretien. C'est également dans ces quartiers qu'on rencontre quelques voies secondaires bitumées.

Le tramé récent

Ce type urbain est de nos jours le plus fréquent. Il concerne la très grande majorité des constructions bamakoises après 1968. Il est ainsi appelé par opposition au tramé ancien de la période d'avant 1968, duquel il diffère d'abord par l'âge. Il ne s'agit plus aussi de carroyage rigoureux. Ces autres caractéristiques principales sont : la disparition du vestibule, l'apparition d'une grande porte. Contrairement au tramé ancien, les constructions sont en briques de ciment. Mais les constructions sont disposées de la même manière, autour de la cour au milieu de laquelle on retrouve le puits. Les chambres-antichambres sont

devenus la règle sauf les chambres pour les enfants qui restent uniques. L'ensemble est couvert de tôles et possède une véranda.

Les quartiers de ce type urbain sont, comparativement au type précédent, moyennement équipés, notamment les premiers qui se rencontrent généralement sur la rive gauche. L'assainissement est le problème majeur de ces quartiers. L'arrêté n° 1 (1986) du District de Bamako réglemente l'assainissement individuel. Chaque propriétaire est obligé de creuser, à l'intérieur de sa concession (et non à l'extérieur comme dans les premiers quartiers) des fosses septiques dont les dimensions sont définies selon le nombre de personnes habitant la maison et la perméabilité du terrain. Mais la propreté ne se résout pas par la seule prise en charge des eaux usées par les populations elles-mêmes. Il y a le problème du drainage des eaux pluviales, surtout quand aucune route secondaire n'est bitumée. Malheureusement avant les récents efforts, aucun caniveau n'existait dans ces quartiers. Quant aux collecteurs, sur 63,7 km prévus par le Schéma de 1990, seuls 7 km ont été réalisés. Le Schéma insiste sur cet aspect. Mais nous pensons que la priorité doit être donnée aux réseaux secondaires de drainage, car en leur absence, les collecteurs ne jouent pas pleinement leur rôle.

Un autre problème d'assainissement commun à ces trois types de quartiers, est celui des ordures ménagères. Dans le spontané classique (non réhabilité) les ordures étaient déposées dans un coin de la concession. Mais depuis un certain temps (à partir de 1990 exactement), des GIE (Groupement d'intérêt économique) se sont créés pour le ramassage de ces ordures ménagères. Le problème n'est pourtant pas résolu, car outre les difficultés rencontrées par les GIE (formation du personnel, difficultés de recouvrer les modiques sommes : 25 fcfa/jour/concession), il y a le problème des dépôts intermédiaires. Ceux-ci constituent aujourd'hui un réel problème d'hygiène publique. En effet, longtemps ignorés, faute de moyens de ramassage par le District, ces dépôts ont grossi, débordant parfois sur les voies.

Les villas

Contrairement aux autres types de paysages, la matérialité de la villa n'est pas perceptible sur une image de la ville. Ce type de paysage urbain ne peut être défini, par rapport aux types tramés, que par son architecture. En effet, il est bâti aussi sur une structure tramée qui peut être — mais rarement — un carroyage régulier (comme le Millionkin justement) donc voisin, sur ce plan, du tramé ancien, ou irrégulière comme dans le tramé récent, ce qui est plus fréquent.

La description de ce type de construction à Bamako n'est pas facile. On y rencontre tous les modèles, des plus simples aux plus compliqués. A notre avis, ce n'est d'ailleurs pas tant la disposition des chambres de la villa qui est intéressante à savoir, mais plutôt les pratiques spatiales, c'est-à-dire les usages que les habitants de ces constructions font de leurs espaces. Jean-Marc Ela (1980) est sans doute celui qui a su le mieux peindre ces pratiques dans les villes africaines : le jardin, la piscine, la voiture et toutes les autres marques de confort.

La villa, ou le quartier de villas, est l'introduction dans l'espace de statuts, de rapports sociaux qui ne trompent pas. Elle crée une différence nette d'avec les constructions voisines. Ce qui ne manque pas de créer une certaine envie, un certain conflit « froid ».

Cependant, il convient de nuancer les jugements ainsi faits, surtout de nos jours. La villa n'est plus forcement un signe extérieur de richesse. Les Bamakois préfèrent de plus en plus ce type de construction pour un certain nombre de raisons :

• Le système intégré de la villa permet de mieux rentabiliser la parcelle de plus en plus petite (dans les lotissements actuels guère plus de 300 m²). Celle-ci ne permet donc plus les constructions sur les côtés au risque d'être sans cour, ce que le Malien ne peut supporter.

• La possibilité de construire en hauteur, autre forme de rentabiliser l'espace. Beaucoup prévoient ainsi les possibilités de logement de leurs enfants dans le futur. En effet, le problème foncier est si réel aujourd'hui à Bamako qu'aucun chef de famille ne se fait d'illusion sur les chances de ses enfants d'acquérir une parcelle. Cette raison conjuguée à l'étroitesse de la parcelle est à la base de la floraison, dans certains quartiers, des maisons à étages qui deviennent un aspect de plus en plus remarquable du paysage urbain bamakois. Ce paysage est surtout caractéristique de celui de Magnambougou-Projet où l'exiguïté des parcelles (160 m² pour la plupart) a fortement incité — du moins pour ceux qui en ont les moyens — à construire en hauteur. Dans ce cas, le rez-de-chaussée est réservé au salon, à une ou deux chambres pour les grands enfants et aux magasins, douches.

Pour toutes ces raisons, les bénéficiaires de parcelles aujourd'hui n'hésitent pas à entamer la construction de leur villa, même s'ils devront attendre, pour la plupart d'entre eux, plusieurs années — rarement moins de trois ans assez souvent beaucoup plus — avant de l'occuper.

Si les quartiers de villas se distinguent nettement des autres par leur architecture, il n'en est rien en ce qui concerne les aménagements. Le résultat est que les rues de ces quartiers pendant la saison des pluies sont dans le même état que celles des types précédents. Cet aspect est criant dans les deux Korofina.

4.2. L'organisation spatiale des paysages

La ville coloniale

Le plan de cette ville est plutôt l'étoile même si une espèce de damier apparaît dans la partie proche de Médina-coura, c'est-à-dire l'actuelle zone des états-majors militaires. Le centre de cette étoile est l'emplacement du fort (actuelle place de la Liberté) qui fut le point de départ de la ville coloniale.

Son paysage urbain est presque homogène. Il s'agit de robustes constructions en parpaing couvertes de tuiles. Elles avaient généralement deux cours. La

première, réservée à l'Européen (aujourd'hui le haut cadre de l'Etat) qui y vivait, est la plus vaste. Elle porte quelques grands manguiers ou caïlcédrats. L'autre est réservée au boy. Les chambres ouvraient sur un grand salon auquel on accédait de l'extérieur par une véranda. Les constructions étaient presque toujours à 50 cm du sol. Après 1945, un nouveau type de construction apparaît dans cette ville. Les tuiles rouges de la toiture de même que les pierres furent abandonnées au profit du ciment armé. Ce style est celui de toutes les villas-jardins construites à cette époque pour loger les hauts fonctionnaires de l'administration et de l'armée (37). C'est le cas aussi de tous les bâtiments de commerce au sud-ouest de la ville européenne. Dans ces constructions coloniales nouveau style, les chambres ne communiquent plus directement au salon mais à des couloirs bien aérés.

Une des spécificités de ce paysage, ce sont ses rues bien ombragées à cause des grands caïlcédrats qui les jalonnent. L'image-satellite, à travers la composition colorée, rend bien cette caractéristique de la ville coloniale. Ces grands arbres sont de véritables témoins de l'emprise coloniale sur telle ou telle portion de l'espace bamakois. Par exemple, sur la route de Koulikoro, à l'est de la ville coloniale, la fin de ces caïlcédrats correspond à peu près à la limite entre les quartiers existants pendant et après la colonisation. Les mêmes arbres s'aperçoivent sur le plateau où les bâtiments autour du palais du gouverneur se multiplient et s'alignent le long de la route de Kati. Toujours sur le plateau mais plus à l'est de Koulouba, apparaît l'hôpital du Point G dont les constructions débutent dès 1931.

Cette ville coloniale, dans le contexte bamakois et contrairement à beaucoup de villes, capitales coloniales en Afrique noire, n'était pas séparée de la ville africaine par une zone *non ædificandi*. Malgré les déplacements de quartiers opérés, la ville s'est plutôt adaptée au tissu urbain existant. Des bâtiments coloniaux sont ainsi apparus dans des quartiers comme Bamako-coura dont des parties furent adaptées au plan en étoile de la ville européenne.

La partie coloniale de la ville est sans doute la seule bien aménagée et par conséquent se distingue nettement des autres. Ces aménagements, régulièrement entretenus par les régimes successifs, existent depuis l'époque coloniale : des réseaux de drainage couverts, des collecteurs. S'agissant des équipements, les plus performants se trouvent là : les plus grands hôpitaux, la majeure partie des lycées. Il en est de même pour les activités : le centre commercial, les plus grands services, les ministères, la présidence.

Au regard de l'étude de ces paysages, on comprend pourquoi la rive gauche est, et de loin, mieux équipée que la rive droite. C'est principalement un problème d'ancienneté.

(37) L'exemple type est le quartier du Fleuve. Certaines constructions ont bien sûr été refaites, mais l'ensemble garde la même physionomie.

La ville moderne

Dans les pages précédentes, nous avons montré que les quartiers et les paysages traduisent des réalités socio-économiques même si des manifestations culturelles apparaissent ça et là. On a montré également que les logements et les parcelles sont plus chers au centre que vers la périphérie. Est-ce à dire pour autant que l'on peut représenter les paysages bamakois par une courbe « qualité du bâti » dont les valeurs décroîtraient du point centre vers la périphérie ? Il est vrai que les quartiers les moins beaux, les moins équipés sont les spontanés de la périphérie comme Sarambougou (au nord de Boulkassoumbougou sur la rive gauche) et Niamakoro pour ne citer que ceux-ci, de même que la ville coloniale qui est le centre de la ville est de loin le mieux équipée. L'affirmation de l'interrogation faite se limite cependant là. L'organisation spatiale des paysages urbains de Bamako s'explique plus par le processus d'urbanisation, même s'il est vrai que les actions d'aménagement opérées depuis l'indépendance ont « déplacé » (de façon virtuelle) les quartiers spontanés à la périphérie. En effet, ces opérations ont eu tendance, presque systématiquement, à lotir et régulariser le statut foncier des quartiers proches du centre. Ceci a eu l'effet d'homogénéiser les paysages aux alentours de la ville coloniale (autrement dit du centre-ville). Le plan en damier a ainsi été imposé à tous les quartiers restructurés après l'indépendance. Cependant, des exceptions notoires existent à ce schéma. Certains quartiers spontanés comme Banconi, Bobobougou ont échappé à cette tentative d'homogénéisation. Des quartiers lotis les ont donc encerclés. De plus, les vieux quartiers du centre ont vu naître à leur périphérie des quartiers nettement beaux, parfois luxueux (même s'ils restent nettement moins équipés que la ville coloniale), comme le Millionkin à l'est de Missira ou Quinzambougou à l'est de Bagadadji.

Tout cela donne un paysage d'ensemble entremêlé, difficile à illustrer, à représenter par exemple par un chorème. La représentation chorématique de l'organisation spatiale des paysages bamakois peut être envisagée à partir d'un noyau (la ville coloniale) autour duquel se sont développés, sous forme de zones concentriques pas toujours homogènes, les paysages suivants : le tramé ancien, le tramé récent avec parfois des quartiers de haut standing comme le Millionkin, Quinzambougou ou Badala-SEMA, une auréole de quartiers spontanés : Banconi, Bakaribougou, Bobobougou près de la SONATAM (rive gauche), Magnambougou, Daoudabougou-ancien, Sabalibougou, Baco-Djikoroni (rive droite). Ensuite, une auréole de tramé récent datant de la fin des années 70 au début des années 80 et parfois de haut standing (les Korofinas, Faladjé-SEMA). Enfin, les villages périphériques intégrés à la ville comme Niamakoro, Sikoroni, Taliko se sont développés sur les marges lointaines de la ville.

Cette description est, une fois de plus, assez schématique. Par exemple, les lotissements de l'ACI à Kalaban sont à la périphérie. Pourtant on y rencontre que de très belles constructions. Elle est schématique aussi parce que la

« concentricité » des zones de paysages est loin d'être rigoureuse. En effet, à part un secteur très étroit de Banconi (entre l'Hippodrome et Korofina sur moins de 200 mètres), aucun quartier spontané n'apparaît le long des grands axes routiers (38). Ces axes ont effectivement joué un grand rôle non seulement dans l'extension de la ville (cf. supra) mais aussi dans la disposition des paysages. En effet, les lotissements officiels ayant toujours concerné — du moins dans un premier temps — les zones faciles d'accès, c'est-à-dire les voisinages des principales routes, les quartiers spontanés se trouvèrent naturellement repoussés aux marges, dans des endroits souvent dangereux. On peut dès lors imaginer une représentation de l'organisation spatiale des paysages suivant les principaux axes existant avant 1980 (39). Aux abords immédiats des axes, on aura une succession des tramés ancien, récent ou un paysage de villas. Au-delà de ces paysages, seront les constructions spontanées.

Pour conclure cette première partie, on peut retenir deux choses :

• une extension spatiale très rapide (illustrée par la figure 6) et un paysage urbain particulièrement changeant. Beaucoup d'études ont traité de ces phénomènes. Mais ils sont si importants dans l'urbanisation de Bamako et surtout si changeants, qu'il n'est pas exagéré de dire que seule une mise à jour annuelle permet de rester dans leur actualité. Ceci est encore plus vrai aujourd'hui. Par exemple, le paysage de Bamako tel qu'il apparaît sur un document cartographique de 1996, comme notre dernière image (cf. infra), est largement dépassé aujourd'hui et a besoin d'une importante mise à jour ;

• l'étude régulière de l'espace bamakois est d'autant moins une vaine préoccupation que les phénomènes de dynamique ci-dessus évoqués, semblent échapper largement aux contrôles des autorités. Non pas que des textes réglementaires n'existaient pas. Bien au contraire, on a vu depuis 1919 avec l'introduction du permis d'habiter jusqu'à ces dernières années qui ont vu se succéder plusieurs versions du Schéma de Bamako, qu'il y a toujours eu des textes dont l'objectif était la réglementation de l'occupation de l'espace. Même dans la période des fortes extensions, c'est-à-dire entre 1968 et 1978, il y a eu le Schéma sommaire d'aménagement et d'urbanisme de 1974-75. Par contre, ces textes d'urbanisme ont rarement été les seuls canevas de la production de l'espace. Leurs différentes projections, qu'elles aient concerné l'évolution de la superficie de la ville ou celles des types de bâti — particulièrement celle du domaine spontané — ont toujours été dépassées. Plus inquiétant, il semble que les autorités ont toujours été surprises (ce qui signifie qu'elles les ignoraient) par ces dépassements, c'est-à-dire la non-conformité de la réalité sur le terrain aux prévisions du Schéma. Les démolitions sont la preuve, s'il en était encore besoin, qu'il y a un problème de connaissance et donc de maîtrise de l'espace urbanisé ou urbanisable. Or de

(38) Les grands axes routiers qu'on rencontre aujourd'hui dans certains quartiers spontanés sont postérieurs à ceux-ci comme par exemple la nouvelle route de l'aéroport qui traverse Sabalibougou.
(39) On sait qu'après cette date très peu de quartiers sont nés (cf. supra).

1960, date des premiers déguerpissements à Badalabougou, à 1995, qui a vu de nombreux déguerpissements sur la rive droite, les démolitions ont été une constante de l'urbanisme bamakois.

Les données cartographiques à jour sont donc parmi les besoins cruciaux des services d'urbanisme maliens. Non pas que Bamako manque de couvertures cartographiques, la périodicité a même été améliorée depuis 1979, c'est-à-dire le lancement du SDAU (cf. tableau des cartes). Mais s'il y a démolitions à chaque révision du Schéma, c'est que les cartes viennent à un moment où les occupations illégales ont pris une telle ampleur que leurs déguerpissements nécessitent des opérations de grande envergure (comme en avril-mai 1995), devenant du coup socialement douloureuses. Il y a donc nécessité d'un suivi permanent que les moyens traditionnels de production de données géographiques, pour diverses raisons dont nous parlerons, ne semblent plus pouvoir satisfaire au moment voulu. Il faut donc penser à l'utilisation des techniques nouvelles de productions cartographiques. Les nouvelles techniques, quel que soit d'ailleurs le domaine, profitent beaucoup aux pays pauvres à cause des coûts d'utilisation moins élevés (internet dans le domaine de la communication est à cet effet assez significatif). C'est pour contribuer à la résolution de tous ces problèmes spatiaux analysés tout au long de cette partie, que nous avons utilisé, à partir des images du satellite français SPOT, la télédétection spatiale qui est une nouvelle source de données cartographiques en pleine expansion. Il s'agira de montrer comment les images spatiales, d'obtention et de traitement rapides, peuvent permettre aux urbanistes un suivi plus régulier de la limite urbaine, de l'espace urbanisable et des paysages urbains. C'est d'ailleurs pour coller à leur préoccupations particulières, que l'étude qui suit part du Schéma de Bamako dont on a pu suivre dans le temps les difficultés pour maîtriser l'espace à cause de la dynamique trop rapide de celui-ci.

CHAPITRE 3

L'ANALYSE SPATIALE : INTÉRÊT ET MÉTHODES

1. Urbanisation et informations géographiques à Bamako

L'information géographique (Ferrier, 1974 ou Didier, 1990) peut être décomposée en deux catégories : les données qui n'ont pas une traduction spatiale mais qui se rapportent à une aire bien circonscrite (la population de Bamako, le prix de la parcelle numéro x du lotissement de Djikoroni, zone ACI, etc.) et celles qui sont localisables sur le terrain (les constructions, la voirie, etc.). Ces dernières peuvent être relevées directement sur le terrain (ce qui peut être long et coûteux) ou à partir de médiateurs que sont les cartes, les photographies aériennes mais aussi les images satellite. L'utilisation de ces dernières, à cause de certaines insuffisances dont nous parlerons, n'a pas beaucoup d'intérêt si les deux premières sources sont d'obtention facile par le pays concerné (coût, rapidité). Il est donc nécessaire, avant toute utilisation des images dans une étude, d'identifier les besoins d'informations localisées et d'analyser les moyens de leur satisfaction dans le contexte du pays concerné.

1.1. Besoins d'informations spatialisées à Bamako

Dans le cadre de la planification d'opérations d'urbanisme, l'urbaniste élabore un document opérationnel. En ce qui nous concerne, c'est le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU) de Bamako. Pour la définition d'un tel document, des données de plusieurs natures sont collectées : techniques, économiques, financières, démographiques, sociales, politiques et aussi spatiales.

La télédétection n'intervient naturellement que dans l'étude et la résolution des problèmes d'ordre spatial car elle ne peut fournir que des informations localisées. En jetant un coup d'œil sur la nomenclature de la planche « occupation du site » (40) du SDAU dessinée lors de la révision de 1990 et analysée ci-

(40) La planche n° 1 du SDAU de Bamako serait plutôt la limite d'intervention du Schéma. La planche occupation du site est n° 2. C'est lors des différentes révisions que celle-ci devient n° 1 car la limite d'intervention du Schéma ne change pas, elle n'est donc pas reprise (précisions données par le directeur de la planification urbaine en 1996 ; M. H. Diakité).

dessous, on peut se faire une idée des problèmes spatiaux que l'urbaniste cherche à maîtriser (qui ne sont d'ailleurs pas particuliers à Bamako). Ils ont pour nom : extension trop rapide de la ville créant des difficultés de cartographie et surtout de mise à jour des modes d'occupation du sol ; problème d'insertion de la ville dans son site se traduisant par une occupation des espaces végétalisés et/ou dangereux d'où de réels problèmes environnementaux. Pour la maîtrise de ces problèmes, les urbanistes ont des besoins qui apparaissent à la lecture de la même planche :

• une connaissance précise de la limite urbaine et des modes d'occupation du sol ainsi que des surfaces qu'ils occupent. Ils ont aussi et surtout besoin de la mise à jour régulière et rapide de ces informations. En effet, dans les villes d'extension très rapide comme Bamako, si les autorités chargées de l'urbanisme connaissent presque toujours les endroits faisant objet d'occupations illégales, elles sont presque tout autant surprises par leur ampleur et leur rapidité. C'est ce qui conduit aux déguerpissements parfois désastreux. En effet, les autorités semblent ne contrôler l'évolution spatiale que tous les cinq ans lors de la révision du Schéma. Or, outre le fait qu'à Bamako ce temps peut être suffisant pour que les constructions illégales prolifèrent dans les zones d'extension, les autorités n'ont pas (ou ne se sont pas données) les moyens de respecter cette périodicité ;

• les urbanistes ont également besoin de connaître la configuration du site (pentes, dépressions, etc.) mais aussi une vision globale de la ville par rapport à ses environs notamment les villages péri-urbains. Leurs terres sont en effet envahies par les citadins et c'est aussi à partir de ces villages que les fronts spontanés se forment et se développent en direction de la ville.

La satisfaction de ces besoins est nécessaire pour les autorités chargées de l'urbanisme à la recherche de solutions aux graves problèmes spatiaux auxquels Bamako est aujourd'hui confrontée. Mais quels sont les moyens dont disposent-elles pour cela ?

Conditions d'obtention des données géographiques au Mali

Le tableau 12 donnant la liste des cartes existantes sur Bamako, montre la nature des problèmes en matière d'informations cartographiques.

La période 1980 à 1996 semble assez bien couverte. Mais si l'on analyse les dates de publication des cartes par rapport à celles des différentes révisions du Schéma, on constate qu'elles semblent n'avoir pas servi suffisamment. La carte, issue de la couverture aérienne de 1983 et du complètement terrain de 1985, n'est publiée qu'en 1988 et n'a donc pu pleinement servir à la révision, en 1986, du Schéma auquel elle était destinée. Cette révision sera d'ailleurs reportée en 1990. Pour cette année, on se contenta de cette carte déjà ancienne car celle issue de la couverture récente de 1989 n'a été prête qu'en 1991, c'est-à-dire une année après la révision du Schéma. La rapidité d'obtention de l'information semble donc le problème majeur auquel les planificateurs sont confrontés en matière de cartographie. C'est sans doute pour cette même raison que la dernière

Tableau 12 • CARTES EXISTANTES SUR BAMAKO

ANNÉES	*ECHELLE*	*TITRES DES CARTES*	*PHOTOGRAPHIES DE BASE*	*SOURCES*
1881	1/10000	Bamako (par Galliéni)		Meillassoux C, 1963
1883	1/40000	Bamako et ses environs	Mission topographique	Villien-Rossi, 1963
1894	1/20000	Bamako (par Graves H)		Meillassoux C, 1963 (41)
1936	1/20000	Bamako		DNCT
1948	1/15000	Bamako		DNCT
1960	1/20000	Bamako	1960	DNCT
1974	1/50000	Bamako	1965, 73	DNCT
1980	1/20000	Bamako et environs	1973, 74, 76, 79	DNCT
1988	1/50000	Bamako et environs	1980, 83, terrain 85	DNCT
1991	1/50000(42)	Bamako et environs	1986, 89	DNCT
1996 ?	?	non parue	1986, 89, 1995	DNCT

re révision, celle de 1995, fonda ces projections sur le fond topographique de 1988. Dans ces conditions, l'aménagement urbain, qui exige une bonne connaissance de l'espace concerné, sera forcément conduit avec un certain nombre d'incertitudes. La première révision du Schéma Directeur d'Aménagement en 1990, dont les travaux ont débuté dès 1986, a affronté le problème de document cartographique à jour et en parle clairement dans son introduction (SDAU, 1990) : *« les objectifs d'aménagement et d'urbanisation du SDAU de Bamako et environs (première révision) ont été projetés sur un fond de plan support à l'échelle 1/20 000 ne couvrant pas toute l'aire d'intervention du Schéma et présentant une difficulté de lecture. (...). Par souci de mener une analyse plus réaliste sur des bases concrètes, il a été retenu de limiter les interventions sur les secteurs couverts par le fond de plan support... ».* En réalité, le Schéma ne pouvait prendre le risque d'exclure des zones importantes de la ville de sa planification car il ajoute : *« Toutefois, certaines zones d'activités, dont les critères de localisation les situent hors des domaines couverts par ledit fond de plan, seront décrites par rapport à des repères géographiques facilement identifiables ».* Il y a donc eu de sérieux problèmes d'obtention de données cartographiques à jour. Si les autorités veulent se donner les moyens de suivre et d'encadrer les villes, il leur faut mettre en place un système de collecte rapide d'informations sur les modes d'occupation et de changements d'affectations du sol (très rapides à Bamako). C'est la seule solution pour éviter la gestion au coup par coup.

(41) Ces trois premières cartes existent aussi au CAOM à Aix-en-Provence, dans la rubrique *Plans et cartes coloniaux*.

(42) Cette carte a été reprise par CARPOL (Cartographie Polyvalente) à des échelles plus grandes : 1/10 000 et 1/3 000. CARPOL est un service technique du District de Bamako.

Or jusqu'ici — et c'est la cause des retards ci-dessus constatés — les moyens d'acquisition de données géographiques sont les photographies aériennes. Ces techniques restent à coup sûr mieux indiquées pour l'étude du milieu urbain, leur résolution au sol pouvant atteindre 0,03 m (A. Dagorne, 1989). Mais le renouvellement des missions aéroportées devient de plus en plus difficile au Mali à cause de deux facteurs majeurs : le coût et le temps.

Le coût

La réalisation d'une couverture aérienne est financièrement très coûteuse. Selon F. Dureau *« (...), il est possible d'affirmer que les photographies aériennes sont toujours sensiblement (en France, environ 10 fois) plus chères que les images satellite »*. On rencontre dans la littérature d'autres rapports de prix moins importants (Armand, 1995 ou Wilmet, 1996). Ces différences dépendent des paramètres considérés dans la formation des coûts, notamment en ce qui nous concerne dans les pays pauvres ne disposant pas de cartes topographiques fournies et/ou à jour. Dans ces pays, en effet, les coûts de contrôle et complètement de terrain pour une image SPOT peuvent être importants. Mais tous ces auteurs reconnaissent un rapport de coût d'au moins 1 à 2 en faveur de l'image SPOT. En effet, la réalisation d'une couverture aérienne est contraignante. Il s'agit d'acquérir une série de photographies en mode vertical et régulièrement enregistrées sur des bandes rectilignes et parallèles afin d'assurer une couverture spatiale complète de l'aire étudiée. Les clichés se recouvrent de 10 à 20 % transversalement, c'est-à-dire entre bandes successives, et de 50 à 80 % longitudinalement, c'est-à-dire le long de l'axe de vol entre séries photographiques, entre clichés de la même bande. Ce dernier recouvrement a l'avantage de permettre la restitution du relief par stéréoscopie. Pour une bonne qualité des photographies, il est nécessaire que les appareils photographiques soient embarqués à bord d'avions spéciaux, pilotés par des équipages compétents et expérimentés.

Le coût de la mission est alourdi par celui du nombre des clichés. Pour les études urbaines qui demandent des échelles parfois très grandes (jusqu'à 1/500), le nombre de photographies peut atteindre rapidement la centaine. Ainsi à l'échelle du 1/10 000, une superficie de 267 km² (zone d'intervention officielle du SDAU), ne pourra être couverte à moins de 120 clichés. En effet, à l'échelle du 1/10 000 une planche photographique de format standard 23 x 23cm couvre 5,3 km² (A. Dagorne, 1989) (43). Du coup pour couvrir, à la même échelle, la surface d'une scène entière Spot (soit 60 x 60 km = 3 600 km²), il faut plus de 1 500 photographies !

Le temps

Dans ces conditions, le second facteur limitant dans l'utilisation des photographies devient forcément le temps. On imagine aisément qu'il faut un temps

(43) On tiendra compte aussi des différents recouvrements lors du calcul !

long pour analyser une centaine de clichés (44). L'examen de couples photographiques à l'aide du stéréoscope permet un gain supplémentaire d'information et de précision. Par contre, l'analyse doit être conduite avec méticulosité et devient encore plus longue. Ceci explique que les cartes issues de photographies aériennes paraissent dépassées au moment de leur publication (au moins un an après la couverture ; fréquemment deux ans). Ce fut le cas de la couverture photographique aérienne de Bamako de 1983 dont on a déjà parlé.

Le temps de traitement n'est cependant pas une raison suffisante pour se priver d'une source cartographique aussi fine qu'est la photographie aérienne, notamment en milieu urbain. Le temps ne serait d'ailleurs pas un facteur limitant si les moyens de se procurer les photographies à temps existaient. Il est donc dans une dépendance étroite des coûts d'acquisition et de traitement (45).

Pour contourner ces problèmes lors de l'établissement de SDAU par exemple, les urbanistes des pays en développement ont recours à diverses solutions :

- utilisation de petits avions permettant la prise de photographies verticales et/ou obliques de petit format. Cette technique ne peut s'appliquer à de grandes surfaces à cause des énormes déformations d'échelle et géométriques, le nombre trop élevé de clichés et les oublis possibles de bandes (46) ;
- agrandissement de cartes à petite échelle ;
- complètement sommaire sur le terrain de cartes anciennes.

Mais ces solutions ne peuvent être que provisoires et sectorielles.

Dans ce contexte de difficile obtention d'informations géographiques et face à la nécessité d'un remodelage et d'une restructuration continus des espaces urbains, la télédétection spatiale se présente comme une alternative crédible. En effet, les images spatiales permettent de satisfaire bon nombre des besoins existants et donc d'aider le Schéma à atteindre ces objectifs.

Mais chacune ou presque des informations géographiques, dont l'obtention permet de résoudre un des problèmes soulevés, peut être recherchée avec plus ou moins de détails, de précision. Il se pose donc clairement la question de l'échelle d'analyse.

Dans la planification urbaine, les petites échelles (moins du 1/50 000), visent généralement à saisir la ville dans son environnement. Dans le cas d'une ville capitale comme Bamako, l'urbaniste peut vouloir chercher à protéger le fon-

(44) Le redressement géométrique des photos à partir de choix d'amers pour créer la mosaïque est long et pas toujours facile.

(45) Ce problème des coûts est réel au Mali et explique, qu'à part Bamako, toutes les autres localités du pays soient privées presque entièrement de documents cartographiques. C'est en 1995 qu'une série de couvertures aériennes, financées par l'AGETIPE et non par la DNCT (ce qui dénote bien de la pauvreté de cette direction), a concerné les capitales régionales.

(46) Voir à cet effet les études menées par Cambrezy et Souris (1998) avec une caméra numérique sur les camps de réfugiés au Kenya. Le détail fourni par les photographies prises est impressionnant, mais leur nombre aussi. Impossible (ou presque) de l'appliquer à une grande surface.

cier des entités villageoises environnantes et suivre leur extension. Les échelles moyennes (1/50 000 à 1/10 000) permettent assez facilement un inventaire largement satisfaisant des modes d'occupation du sol. Pour l'établissement et les révisions du Schéma Directeur de Bamako, les cartes d'occupation du sol sont toujours dessinées à l'échelle du 1/20 000. Les images spatiales SPOT peuvent contribuer pleinement à ces deux premiers niveaux car ces échelles leur sont facilement accessibles grâce à la résolution à 10 mètres de l'image panchromatique. Au tout premier niveau, elles sont mêmes inégalables comme on le verra en étudiant leurs avantages. Par contre, pour l'établissement du cadastre ou, plus encore, pour passer à l'urbanisme opérationnel, de gestion (inventaire des décharges d'ordures ménagères, localisation des réseaux de drainage, etc.), les échelles allant jusqu'au 1/500, voire plus, sont nécessaires. Les images sont dès lors, en l'état actuel des résolutions, éliminées des sources d'informations (47). Ceci signifie que les données de télédétection spatiale présentent des limites qui imposent à l'aménageur de l'urbain de se référer dans certains cas à d'autres sources. Il est donc utile, voire nécessaire, de connaître ces limites avant d'entamer toute étude dans laquelle les images-satellite pourraient être utilisées.

2. Limites et avantages de l'imagerie-satellite

Introduisant leur document de formation en télédétection spatiale (48) (année 1996), les ingénieurs du LCT (49) avertissent : *« la télédétection civile, née au début des années soixante-dix, s'est vue attribuer depuis vingt ans un rôle de plus en plus important. Or la télédétection (technique d'acquisition à distance d'informations) n'est pas une nouvelle science, elle n'est pas l'instrument qui " voit tout et résout tous les problèmes "».* Effectivement, des contraintes fixées par les thèmes étudiés existent et méritent d'être détaillées avant toute tentative d'interprétation d'images satellite. Selon Y. Baudot (1997), l'interprétation d'une image (ou d'une photographie) passe par les trois niveaux suivants :

- détection (exemple : il y a un objet à cet endroit) ;
- identification (exemple : c'est une construction) ;
- analyse (exemple : c'est une construction à étage de telles dimensions ayant telle fonction).

Si la phase de détection est presque toujours possible sur les images du satellite SPOT, il n'en est pas de même pour l'identification encore moins pour l'analyse. Ces difficultés d'interprétabilité sont liées à certaines caractéristiques

(47) Il faut dire cependant que depuis la prise des premières images du satellite américain IKONOS d'un (1) mètre de résolution en mode panchromatique et quatre (4) mètres en mode XS, la plupart des échelles sont désormais accessibles à la télédétection spatiale.

(48) C'est d'elle dont il est ici question. En effet, définie littéralement, la télédétection concerne les images satellites aussi bien que les photographies aériennes (cf. Jules Wilmet, 1996).

(49) Laboratoire Commun de Télédétection regroupant le CEMAGREF et l'ENGREF à la Maison de la Télédétection à Montpellier.

des données-satellite qui sont parfois de sérieuses limites dans l'étude des thèmes de l'urbain et spécifiquement à Bamako.

LIMITES

Problèmes liées à la résolution radiométrique (50)

Pour être en mesure d'utiliser les images satellite, il est indispensable de connaître la signification physique des radiométries (ou luminances ou comptes numériques) des objets scannés autrement dit de connaître la nature de la relation entre le « signifié », c'est-à-dire le thème scanné et le « signifiant », c'est-à-dire la radiométrie, le chiffre sensé le représenter. Il y a là un vrai problème de sémantique (J. Wilmet, 1996).

En effet, la grande hypothèse de la télédétection est que l'on peut reconnaître les objets au sol à partir du rayonnement électromagnétique qu'ils émettent (51). Celui-ci est mesuré par des capteurs embarqués sur satellite dans certaines longueurs d'onde « les fenêtres atmosphériques » (52). La réalisation de cette hypothèse suppose que les conditions suivantes soient totalement remplies :

- que chaque objet ait une réflectance propre, en d'autre terme sa « signature spectrale » ;
- que celle-ci soit indépendante du temps et du milieu ;
- que les capteurs aient la possibilité d'identifier ces réflectances (notion de résolution radiométrique).

Or, s'il semble vrai que les objets ont leur réflectance, il n'est pas du tout certain que celle-ci est totalement différente d'un objet à l'autre. Certains objets ont des radiométries très voisines. Ainsi en milieu urbain, il n'est pas toujours facile de distinguer un morceau de route latéritique d'un paysage en banco comme s'est le cas dans certains quartiers de Bamako. A ce niveau, se pose concrètement le problème de la résolution radiométrique (53), c'est-à-dire la capacité des détecteurs actuels de pouvoir différencier les signaux émis par les thèmes étudiés.

La capacité des détecteurs à différencier les signaux d'objets est encore mise à l'épreuve par le changement de temps et de milieu. Un toit de tôle ou de

(50) La résolution radiométrique caractérise la sensibilité radiométrique d'un détecteur dans une bande spectrale, c'est-à-dire sa capacité à différencier, dans cette bande, des signaux provenant de différents objets. Par contre, la résolution spectrale est la capacité des appareils de mesure à définir la position et à séparer des bandes spectrales du spectre électromagnétique. On dira par exemple que Landsat TM, faisant des prises dans sept (7) bandes, a une résolution spectrale plus grande que SPOT qui n'a que trois bandes (Weber, 1996).

(51) Le terme de réflectance (une partie de l'énergie reçue du soleil est réfléchie de façon diffuse) convient plus quand on parle de SPOT. L'émission concerne la thermographie : la température émise par les objets et enregistrée par des radiomètres spéciaux. L'énergie diffusée est à l'origine analogique, c'est-à-dire continue dans l'espace (et le temps). C'est le radiomètre qui la discrétise, c'est-à-dire la découpe selon ses clés de différenciation.

(52) Ceci signifie clairement que ce ne sont pas toutes les longueurs d'onde du spectre électromagnétique qui laissent passer l'énergie réfléchie ou émise par les objets au sol.

béton portant une légère flaque d'eau, des maisons en banco humides, des feuilles d'arbre gorgées d'eau n'auront pas la même réflectance que s'ils étaient à sec. De même un pâté de maisons sur de la latérite rouge n'aura pas la même réflectance que si elle était sur une surface rocheuse ou limoneuse. L'influence du milieu explique que des objets différents aient parfois la même radiométrie ou que le même objet ait des radiométries différentes (54).

Ces problèmes de radiométries sont amplifiés par la complexité du processus de diffusion même. Outre que celle-ci varie d'un objet à l'autre (diffusion spéculaire, lambertienne (cf. Boon et Rochon, 1992), différentes interférences principalement dues à l'atmosphère (absorption par les molécules gazeuses et les aérosols, réflectance propre de ceux-ci) viennent compliquer la difficile différenciation des réflectances. Des analyses en laboratoire ont ainsi pu montrer que les courbes de « signatures spectrales » de certains objets variaient sensiblement d'allure du sol au niveau des capteurs (Boon et Rochon, 1992).

Pourtant, la grande limite de l'étude du milieu urbain par la radiométrie ne semble pas être la difficulté à distinguer parfois, bâti et sol nu ou végétation gorgée d'eau et certaines flaques d'eau, etc. C'est plutôt son incapacité presque totale à dissocier les fonctions attachées aux objets, même s'ils sont distingués sur l'image. Or, la plupart des postes d'une nomenclature dressée par l'urbaniste dans le cadre d'un projet d'aménagement ou d'urbanisme sont fonctionnels. En plus, quelle que soit l'étude urbaine, son objectif n'est pas seulement de parvenir à distinguer le bâti de la végétation ou le bâti dense du non dense, etc., mais aussi de déterminer les différentes zones d'activités économiques, industrielles, universitaires. Si l'aménagement se définit comme étant n'importe quelle action pensée de transformation du milieu, l'urbanisme est le choix à opérer parmi ces actions mais aussi dans leurs emplacements. Ces choix ne peuvent être opérés que si chaque aménagement est rigoureusement identifié par sa fonction et bien localisé. L'impossibilité quasi totale d'arriver à de telles distinctions par la radiométrie est due au fait que le capteur ne « voit » que le « contenant » non le « contenu ». Il ne scanne que l'état de surface. Ceci est une contrainte très importante qui limite beaucoup la portée de l'avantage constitué par l'aspect numérique des images (cf. infra : classification).

Un autre aspect des images-satellite jouant sur leur interprétabilité et qui s'explique par la résolution radiométrique, est leur dynamique. Celle-ci met en évidence la capacité (ou l'incapacité) des capteurs à utiliser la plage des 256

(53) Et aussi de résolution spectrale car les deux sont liées. En effet, les objets « signant » mieux dans certaines bandes par rapport à d'autres, la capacité d'un satellite à séparer plusieurs bandes du spectre est un pas vers une plus grande discrimination des objets.

(54) Pour toutes ces raisons, J. Wilmet (op cit. p. 93) trouve que le terme de « signatures spectrales » est inapproprié, notamment en milieu urbain, et parle de leur *« incapacité (...) de correspondre aux vocables habituellement utilisés dans les sciences géographiques »*. Aussi invite-t-il à prendre en compte la texture, la structure et le contexte des objets dans l'interprétation des images satellites (cf. plus loin).

valeurs numériques (0 à 255) théoriquement possibles. Or, si nous regardons l'histogramme des valeurs d'une image, nous constatons que seule une petite partie de cette plage est utilisée par les capteurs. C'est le cas par exemple de l'image de Bamako du 29 novembre 1986 : les valeurs utilisées vont de 30 à 66 seulement. Le résultat sur l'image est que celle-ci apparaît assez sombre (55) avant réétalement de la dynamique. Remarquons que la dynamique d'une image est liée au contraste intrinsèque des objets scannés, c'est-à-dire à l'importance de leur différence de nature. Dans les villes (comme celles d'Europe) où les routes sont toutes goudronnées, celles-ci se distinguent nettement des constructions en parpaings. Ce n'est nullement le cas à Bamako, notamment dans les quartiers spontanés, où les matériaux de construction sont ceux du substrat. Dans ces endroits, l'action de la poussière est importante. Elle ne se voit pas directement sur l'image comme dans le vécu quotidien des Bamakois. Son action est indirecte. En effet, en se déposant sur les objets, la poussière contribue à homogénéiser leurs radiométries, celles-ci étant toujours une mesure de surface. Ainsi, il arrive que sur une image de Bamako les routes goudronnées soient parfois confondues avec les routes latéritiques. Ce problème apparaîtra nettement au moment de la classification des images (cf. infra).

Le problème du pas d'échantillonnage et de la résolution spatiale

La ville a longtemps été « oubliée » dans les études par télédétection, celle-là apparaissant alors comme une technique d'étude des milieux agricoles et naturels (56). Il s'était toujours posé, en plus des contraintes liées à l'identification radiométrique, le problème du pas de sondage et de la résolution spatiale. Ces notions (résolutions radiométrique et spatiale) sont d'ailleurs indissociables. En effet, la sensibilité du détecteur étant plus grande pour les objets à sa verticale, il est utile que le champ de vue instantanée (la taille du pixel) soit petit pour espérer que la radiométrie soit pure, c'est-à-dire soit celle d'un seul et même thème.

Le pas de sondage est la distance qui sépare le centre de deux détecteurs voisins. La projection au sol du pas de sondage donne la résolution spatiale matérialisée par le pixel (57), c'est-à-dire la plus petite surface détectée puis scannée (58). La résolution spatiale *« peut être assimilée à la distance minimum qui doit sépa-*

(55) L'image peut paraître aussi trop floue si la plage se situe dans les valeurs élevées, comme c'est le cas du panchromatique de 1996 (cf. infra). L'aspect visuel avant étalement de la dynamique dépend donc de la plage utilisée dès le départ par le capteur. Cette plage dépend bien sûr des états des objets scannés.

(56) La télédétection reste encore plus utilisée pour l'étude de ces milieux.

(57) On rencontre aussi mais très rarement le terme français « tachèle ».

(58) Chaque radiométrie correspond donc à un pixel. Le nombre en ligne de ceux-ci est fonction, sur SPOT, du nombre de détecteurs portés sur le capteur. Ce nombre à son tour est déterminé par le pas d'échantillonnage qui explique la taille du pixel. Ainsi pour les XS, il y a 3000 détecteurs soit 3 000 pixels de 20 mètres sur chaque ligne ; pour la panchromatique, 6 000 détecteurs soit 6 000 pixels de 10 mètres. Mais la taille de la scène ne varie pas : 60 km/60 km dans les deux cas.

rer deux objets au sol pour qu'on puisse les distinguer » (Armand M. 1995). Ainsi, comme l'échelle d'une carte, la résolution spatiale de l'image « *fait référence à une fonction qui transforme le réel observé en une représentation réduite et fixe un seuil en deçà duquel certains objets ne seront pas représentés* » (59). Par exemple, si cette distance est plus grande que la moitié de la taille des objets à étudier, il y a peu de chance que l'on puisse les identifier car leurs différents signaux risquent d'interférer. On voit donc clairement que le pas de sondage recouvre d'abord la notion d'échantillonnage spectral ; celui-ci se rapportant à une surface à l'intérieur de laquelle les réponses spectrales des différents objets présents seront immanquablement considérées en une seule. On comprend dès lors aisément que plus la résolution au sol est grande, plus il y a de chances de distinguer plusieurs objets car leurs radiométries auront plus de chances d'être pures. Cet aspect est très important en milieu urbain et particulièrement à Bamako où les parcelles et les constructions sont de petite taille. Il a été constaté que pour qu'un objet soit clairement identifié sur une image, il est souhaitable qu'il ait une taille quatre à dix fois plus grande que celle du pixel, en clair qu'il soit représenté sur l'image par au moins quatre surfaces élémentaires (Y. Baudot, 1997). Ce rapport taille-objet/pixel qui est vraisemblablement un facteur déterminant dans l'interprétation des images satellites, a longtemps constitué un facteur limitant pour les études en milieu urbain. Les études sur ce milieu par télédétection ne datent que d'une dizaine d'années, c'est-à-dire après l'arrivée sur le marché de technologies satellitaires dont la résolution spatiale est adaptée à de telles études (le satellite français SPOT). Aujourd'hui encore, on ne peut pas affirmer que le problème de résolution spatiale, en milieu urbain, est résolu (60). En effet, malgré les progrès appréciables apportés par SPOT, la résolution spatiale reste insatisfaisante pour deux raisons :

- elle laisse croire que la radiométrie du pixel n'est influencée que par la taille donnée du pixel (par exemple 20 x 20 pour SPOT-XS). Cela est rarement vrai car le pas de sondage varie très souvent (à cause des mouvements aléatoires du satellite) et donc la zone « vue » par le détecteur est plus grande. La radiométrie du pixel est donc presque toujours entachée par celle des objets situés en dehors. Parfois il s'agit de véritables « mixels » dont la classification pose problème ;
- le détecteur n'est pas uniformément sensible. Cela signifie qu'un objet est mieux « vu » donc facilement identifiable suivant sa position dans la zone-pixel.

C'est pour ces raisons que, pour être identifiable et surtout analysable, un objet doit être nettement plus grand que le pixel.

(59) Cependant du fait qu'intervient ici, outre l'importance spatiale, l'importance de la réflectance des objets, des exceptions à cette généralisation existent. Nous y reviendrons en abordant les contraintes liées aux caractéristiques géographiques du milieu d'étude.

(60) Il existe des images aéroportées (i.e. des enregistrements numériques à bord d'avions) à très haute résolution (5 à 6 m) mais elles restent rares et chères.

Yves Baudot (1997), comparant la tache urbaine aux plages de texte (les paragraphes sont les quartiers et les maisons sont les caractères), tire la conclusion suivante par rapport aux influences des paramètres ci-dessus étudiés : « *La reconnaissance des caractères n'est possible, avec un taux de réussite suffisant, que pour des caractères de 50 m, pour un pas d'échantillonnage de 10 m, pourvu que la résolution effective et le contraste soient bons* ». Or à Bamako, à part quelques maisons à étage, la taille moyenne des maisons est de 3 à 4 mètres. En suivant le développement de Baudot, il faut une taille de pixel d'au plus 1 m pour pouvoir identifier des maisons de telles dimensions. Actuellement, seules les photographies aériennes atteignent de telles performances. C'est dire donc que l'identification des objets, notamment par classification, sera assez malaisée.

Contraintes liées aux caractéristiques des objets du milieu étudié

Dans les lignes précédentes, soulevant certaines limites liées aux performances techniques du satellite, nous avons à plusieurs reprises parlé de la taille du bâti. Cela montre que la qualité des images s'explique aussi par les caractéristiques des objets scannés.

La première de ces caractéristiques est la taille des objets. On a vu qu'elle était déterminante dans la détection d'un objet par le capteur et donc dans la présence de celui-ci sur l'image. Cependant, en visualisant une image, on se rend compte que certains objets détectés n'ont pas la taille du pixel. C'est le cas par exemple des toitures en tôles neuves très réfléchissantes qu'on remarque très nettement dans les zones d'extensions où le bâti n'est ni haut ni continu. Ceci signifie que le contraste intrinsèque d'un objet par rapport à ceux qui l'entourent, est aussi important (surtout s'il est au centre du champ de vue instantané) et pose donc la question de la nature des objets qui composent le milieu que l'on étudie. Cette question est d'importance dans le contexte bamakois et l'on en a déjà donné des explications et des exemples. La grande taille des parcelles semble être un facteur facilitant l'identification à une échelle plus grande, celle de l'îlot par exemple. Pourtant dans le contexte bamakois, une trop grande taille risque d'être plutôt nuisible à un essai d'analyse radiométrique. En effet, une trop grande cour (restée nue) risque de donner plus de poids au sol qu'au bâti dans la formation de la radiométrie des pixels et donc également dans une classification par exemple. C'est le cas dans les anciens quartiers tramés à grandes parcelles comme le quartier de Hamdallaye, où « le fond fait plus de bruit que la cible ». La nuisance apparaît surtout dans la classification intégrant le canal panchromatique à grande résolution. Une grande résolution spatiale serait-elle donc, paradoxalement, désavantageuse pour la classification ? Il semble que oui. En effet, l'augmentation de la résolution au sol signifiant également une plus grande discrimination radiométrique, les plages couleurs à l'issue d'une classification seront nombreuses et donc forcement entremêlées. Si l'identification visuelle d'un objet est améliorée, la classification des objets, si nombreux et différents en milieu urbain, peut s'en trouver plus difficile (Wilmet, 1996).

La structure spatiale des objets scannés peut être, selon l'objectif poursuivi, un facteur limitant dans l'interprétabilité des images. Si l'on ne cherche qu'à identifier le bâti par exemple, il vaut mieux que la structure urbaine soit serrée autrement dit que le bâti soit dense. C'est pourquoi le spontané dense apparaît souvent plus nettement comme classe de bâti que le tramé discontinu (cf. classification). Par contre, pour prétendre analyser les objets identifiés (nature du bâti, dimensions, etc.) il est nécessaire que la structure soit desserrée. Pourtant, même dans un tel cas, l'analyse sera impossible si la taille des constructions est petite. C'est le cas dans la plupart des quartiers de Bamako.

L'emplacement géographique des objets — dans une dépression, sur une élévation ou sur une pente forte ; leur orientation par rapport au soleil — est aussi un facteur important dans la formation de la radiométrie. Ainsi les villages « rurbains » de Mikoungo et de Sogonafing au pied de la colline de Koulouba ou le village de Samé dans la vallée du marigot le Woyowayanko le long des rails, s'identifient mal par rapport au village de Nafadji au nord de Djélibougou sur le plateau.

En conclusion, il faut dire qu'il n'y a pas de correspondance bi-univoque entre un taxon et une radiométrie, celle-ci dépendant de plusieurs facteurs. Si la résolution spatiale semble le facteur le plus important dans les études urbaines à partir d'images satellites, ses performances (ou ses limites) dépendent, pour une grande part, des caractéristiques spectrales et spatiales des objets scannés. Tout cela signifie que les résultats d'interprétation d'une image satellite ne sont pas fiables sans une validation par un contrôle de terrain. Mais si l'identification et la classification des objets posent souvent problème, l'image fait apparaître en revanche des grandes structures qui sont difficilement perçues par d'autres moyens, notamment l'œil. Se pose alors le problème de l'espace vécu par les Bamakois et l'espace « vu » par le satellite. Ce que l'individu appréhende dans son environnement physique, c'est le détail : par exemple belles ou mauvaises constructions, rues boueuses ou chaotiques, etc. Le global n'existe pas pour lui ou du moins il n'y a pas accès. Si l'on montre, sans aucune explication, une image SPOT à un Bamakois non spécialiste en la matière, son premier réflexe est de chercher les espaces qu'il connaît. Aux premiers coups d'œil, il est tenté de dire qu'il ne voit rien. Mais une petite orientation sur les éléments caractéristiques du milieu se trouvant dans l'image, lui permet de se retrouver très rapidement. Il ne parviendra toujours pas à montrer le bâtiment de sa maison qui n'est sans doute pas assez grand pour être individualisé sur une image SPOT. Mais inversement, il retrouvera des choses qu'il n'a jamais vues : la configuration de sa ville, l'allure des objets qu'il côtoie tous les jours (comme les routes qu'il emprunte). C'est que SPOT, à des centaines de kilomètres au-dessus de nos têtes, « voit » énormément de choses.

2.2. Avantages

Ces limites — qui ne sont pas du tout à minimiser mais encore moins à ignorer — ne constituent donc pas toujours des obstacles insurmontables. Leur influence sur les résultats dépend assez souvent des objectifs poursuivis, c'est-à-dire de l'échelle envisagée pour l'étude. De plus, plusieurs études ont prouvé que l'utilisation des algorithmes développés au sein des logiciels permet de s'affranchir de certaines de ces contraintes. Ainsi, avec l'application des méthodes de filtrage spatial, il est possible de délimiter la tache urbaine et même souvent les densités de bâtis. La création de néocanaux à partir d'opérations arithmétiques permet de mieux discriminer certains thèmes. C'est le cas par exemple de la végétation à partir de l'indice du même nom ou même à partir de la composition colorée. En milieu urbain, ce néocanal, en montrant les taux de couverture végétale, permet parfois de jeter un pont entre aspect du quartier et niveau de vie des populations. Pour les pays en développement, les apports possibles de la télédétection spatiale à la connaissance et au suivi du milieu urbain prennent une importance particulière. Dans ces pays, les problèmes d'insuffisance et d'obtention des données géographiques dûs au manque de moyens financiers, ne peuvent être résolus ou en tout cas seront plus facilement résolus avec l'apport de la télédétection spatiale grâce aux avantages suivants qui lui sont seuls propres. Outre l'avantage du coût dont on a déjà parlé, on peut citer :

• la vision globale : par sa capacité à observer en un seul « coup d'œil » (pour reprendre l'expression très imagée de J. Wilmet, 1982) de grandes étendues d'espace (chaque scène couvre quelques milliers de km^2), la télédétection est la seule technique capable de nous donner une large vue des formes et structures urbaines ainsi que des changements qu'elles subissent. Cet avantage explique que la télédétection soit la seule source cartographique capable de saisir la ville dans un environnement très large et cela sur une seule scène. Dans le temps, pour de telles études, il fallait mettre bout à bout des centaines de clichés de photographies aériennes. Ce qui, on s'en doute, demandait un travail énorme. Ce gain de temps apparaît par exemple très nettement quand il s'agit d'extraire la limite de la tache urbaine sur une image récente afin de saisir très rapidement son évolution depuis une date antérieure à laquelle une carte ou une autre image existe. On parvient ainsi, en quelques heures, à se faire une bonne idée du rythme moyen d'accroissement car la superficie concernée peut être calculée avec précision ;

• les jeux de données sont cohérents spatialement ou temporellement. En effet, la résolution spatiale est la même pour toutes les prises de vue et grâce à l'héliosynchronisme les conditions d'éclairement sont aussi les mêmes aux variations saisonnières près. Ceci facilite les comparaisons diachroniques, notamment si les images ont été prises durant la même saison ;

• le suivi des évolutions rapides est encore facilité par la grande répétitivité des données satellites. En effet, beaucoup plus que les photographies

aériennes, les données satellite sont plus rapidement disponibles pour les pays en développement (cf. infra). Suivant la taille de leur scène, les satellites Landsat TM (61) (185 km/185) et SPOT (60/60), par exemple, peuvent couvrir le même endroit respectivement tous les 18 et 26 jours (62). Cette répétitivité est encore accrue sur SPOT à cause de la visée latérale qui, outre qu'elle rend possible la stéréoscopie, permet de balayer la même zone à moins de quatre jours d'intervalle ;

• la création d'orthophotographies ou de photographies rectifiées (63) et de leur mosaïque par prise d'amers (les points d'appui repérables sur les images) peut être facilitée par les images satellite. En effet, photographie et image étant toutes deux des sources exhaustives d'informations, il devient souvent plus facile (surtout si le logiciel incorpore un module de prise automatique de l'homologue d'un amer déjà repéré sur l'un des documents) de prendre les amers sur les images que sur les cartes qui, elles, sont des documents non exhaustifs (le cartographe dessine ce qui l'intéresse), sans compter les erreurs de dessin ;

• la forme numérique des images a permis le développement d'algorithmes de traitement qui facilitent grandement l'interprétation visuelle. Ces algorithmes permettent aussi, dans certains cas, une reconnaissance automatique des formes ;

• enfin – et ce n'est pas le moins important – la continuité des programmes spatiaux et surtout la résolution spatiale de plus en plus fine des capteurs, ouvrent grandement la porte à des études urbaines plus élaborées. Ceci est effectivement le cas aujourd'hui avec le satellite IKONOS. On attend simplement le lancement de la commercialisation effective de ces images. Mais déjà avec les 10 m en mode panchromatique de ce satellite français, les études urbaines par télédétection ont été facilitées.

Au regard de tous ces avantages (car c'est bien en ces termes que se pose le problème de l'utilisation de la télédétection en milieu urbain ou de la télédétection tout court), l'imagerie-satellite SPOT peut servir, dans la gestion urbaine à Bamako, d'alternative crédible à l'insuffisance de données cartographiques. Certes elle n'a pas encore la très haute résolution des photographies aériennes pour permettre l'élaboration d'un plan cadastral par exemple. Mais la télédétection spatiale permet l'obtention rapide de presque toutes informations dont les autorités urbaines ont besoin pour suivre et encadrer l'évolution des villes. Nous

(61) Thematic Mapper.

(62) Ce temps, appelé la « périodicité » ou le « cycle » du satellite est égal à la somme des révolutions ou « périodes » du satellite sur son orbite. Le cycle est de 369 périodes ou 26 jours. La période varie de 101,4 à 104,4 mn pour SPOT. Elle dépend de l'altitude du satellite (moyenne = 830 km) qui détermine aussi la vitesse. Au bout des 26 jours, le satellite revient sur son point de départ et le cycle reprend.

(63) Les photographies aériennes sont assimilables à des perspectives coniques des paysages. Les déformations sont donc très importantes du centre vers les périphéries. Ces déformations sont amplifiées par les mouvements aléatoires (roulis, tangage, lacet) de l'avion. L'orthophoto implique que la rectification soit faite à partir d'un MNT (Modèle Numérique de Terrain) i.e. un canal dont les chiffres représentent les altitudes des points de la photo ou de l'image (on aurait dû parler d'ortho-image).

soulignons bien le mot « rapide » car, comme on l'a vu en examinant les dates des cartes existantes, c'est d'abord en termes d'urgence que se pose le problème de l'information cartographique à Bamako. Dans une telle situation, la recherche de la précision au centimètre près n'a qu'une utilité limitée surtout que, comme on le remarquera dans la suite, les postes de nomenclature que le planificateur bamakois dresse pour élaborer ou réviser son Schéma n'atteignent pas dix classes. Dès lors, le recours aux photographies est une peine supplémentaire mais doit être envisagé à chaque fois que les disponibilités financières le permettent car il s'agit, à cause de sa très haute résolution spatiale, d'une source cartographique de première importance (64).

Ainsi les images satellites permettent l'extraction précise et quantifiée des informations concernant :

• (1) la limite urbaine : celle-ci permet de mesurer et de suivre l'extension spatiale urbaine et son rythme. Cet aspect est particulièrement important pour le suivi des zones d'urbanisation illégale. Le suivi des extensions rapides permet aux autorités d'éviter que les endroits dangereux ou protégés (zones insalubres, abords de l'aérodrome, espaces verts, etc.) soient envahis par les constructions. Ceci leur évite d'engager les opérations de destructions massives de constructions qui ne peuvent amener que désolation et désapprobation de la part des populations ;

• (2) la végétation, les espaces nus : l'urbaniste a besoin de ces informations thématiques pour la projection d'un certain nombre d'aménagements. Par exemple pour le développement futur de la ville, il a besoin de la localisation et de la surface des espaces vides interstitiels. Toutes ces informations (limite urbaine, végétation, espaces vides, etc.) peuvent être mises ensemble pour une vision plus globale : c'est la carte des modes d'occupation du sol qui aide à la prise des décisions d'aménagement ou à la rédaction du bilan de parcours du Schéma ;

• (3) les images Spot permettent également la mise à jour régulière de ces informations à travers différentes techniques. Celle qui s'utilise de plus en plus à cause des possibilités de traitements combinés qu'elle offre, est l'intégration des résultats de l'interprétation des images dans un Système d'information géographique (SIG). Cet outil permet, grâce à des possibilités ci-dessus évoquées, une diachronie plus dynamique : superposition de documents multidates pour le suivi de l'évolution d'un phénomène spatial comme la limite urbaine ou les réserves foncières. La mise à jour, pour l'établissement du bilan d'exécution des

(64) J. Wilmet (1996) trouve d'ailleurs que la question de l'utilisation des photographies ou des images pour l'étude du milieu urbain est mal posée. Il s'agit de voir ces deux sources d'informations géographiques non dans une opposition mais dans une complémentarité. Pour une étude donnée, il est utile de connaître les atouts et les faiblesses de chaque source. Les photographies aériennes restent sans aucun doute la source la mieux indiquée. Mais dans les situations de faiblesse des moyens et d'urgence dans l'obtention de certaines informations (ce qui semble être le cas au Mali), il vaut mieux recourir aux images satellites.

projections, est fondamentale pour un Schéma. En effet « *parce qu'un Schéma directeur définit la localisation des développements et des protections, il ne permet pas de maîtriser le processus ou le contenu. Il est nécessaire de contrôler sa pertinence dans le temps* ».

3. Méthodologie

Cet ouvrage n'est pas, comme on peut le constater, un développement théorique sur les principes de la télédétection spatiale et des SIG. Il se veut plutôt une contribution pour l'utilisation pratique de ces outils dans des cas concrets. C'est dans ce souci que la méthodologie exposée ci-après a été suivie. Elle est utilisable dans presque toutes les études de terrain.

3.1. Les documents de base de la planification urbaine

L'étude se faisant dans un objectif opérationnel : extraire des images-satellite SPOT les informations nécessaires à l'élaboration des outils de planification urbaine à Bamako, il fallait au moins partir d'un de ces documents antérieurs. Cette référence a pour but de permettre une comparaison entre les informations géographiques que les urbanistes maliens ont l'habitude de chercher — et qui sont sans doute ceux dont ils ont besoin — pour élaborer le SDAU et celles obtenues à partir des images.

La version du Schéma Directeur considérée dans cette étude est celle de 1990 pour des raisons de concomitance de ses dates avec celles des images utilisées (1986 et 1996). Cette version (dont l'élaboration a débuté dès 1986) a été révisée en avril 1995.

Deux planches du Schéma nous intéressaient :

• la planche « zonage » est la carte qui porte les projections d'aménagement pour les années à venir. C'est en fait elle le Schéma. Nous ne l'avons malheureusement pas trouvée dans les archives de la DNUC ;

• la planche « occupation du site » est celle qui fait état des modes d'occupation du sol au moment de l'élaboration du Schéma afin de procéder au « zonage » des projections. Ce document existe. Il a donc été le plus utilisé. Les modes d'occupation qu'il représente sont bien sûr ceux de 1986 (cf. tableau 12).

La planche « occupation du site » montre ce que peuvent être les besoins des planificateurs dans la perspective de l'élaboration de l'outil de base de l'aménagement urbain bamakois. Elle comporte les postes de nomenclature suivants (cf. figure 7) :

- zones urbanisées ;
- quartiers et villages spontanés ;
- plantations et maraîchers (espaces verts) ;
- concessions rurales (à Magnambougou) ;
- zone industrielle ;
- site préhistorique (Magnambougou également) ;
- zone universitaire (colline de Badala).

Soit au total sept postes. Une remarque importante peut déjà être faite : sur les sept postes de la nomenclature, quatre sont fonctionnels donc théoriquement inaccessibles par SPOT (cf. supra). Pourtant les images devront permettre leur obtention et l'analyse de leur évolution.

En plus de la planche « occupation du site » du SDAU, des cartes anciennes ont été utilisées, notamment pour le suivi de l'extension spatiale de la ville. Mais cela nécessitait que l'on parvienne à les superposer correctement entre elles et avec les images. Ceci n'a pas été facile car ces cartes avaient des différences de géoréférencement énormes (Diarra B. op cit.).

3.2. Présentation des images

Nous avons vu au chapitre traitant des limites et avantages des images que les résolutions radiométrique et spatiale sont importantes dans la recherche des informations. Selon le milieu de l'étude et les objectifs qu'elle poursuit, les images doivent donc être choisies en fonction de ces paramètres. Les images SPOT multispectrales (20 mètres de résolution) et surtout panchromatiques (10 mètres de résolution) sont, parmi les images satellite couramment utilisées, celles à même de mieux étudier le milieu urbain, dans la mesure où elles portent la meilleure résolution.

Pour cette étude deux couples d'images SPOT, XS et P à des dates d'un intervalle de dix ans ont été utilisés :

- le premier couple XS et P a été pris les 29 et 30 novembre 1986 (année de lancement de SPOT1) à 11 heures. L'image multi-spectrale (XS) a été prise à un angle de 25° à gauche (L25) de la trace (65) et l'image panchromatique à 13° à droite (R13). C'est cette opposition entre les angles de prise de vues de deux images d'un même site, qui donne les couples stéréoscopiques servant à la création de modèle numérique de terrain (MNT) ;
- le second couple XS et P a été pris le 8 avril 1996 à 10 h 59, donc presque à la même heure que le premier couple. L'identité des heures de prise de vue est due au fait que SPOT est un satellite héliosynchrone, c'est-à-dire qu'il passe au même point du globe à la même heure solaire locale. Cette qualité est très bénéfique dans les études diachroniques car le site se trouve dans les mêmes conditions d'éclairement aux variations saisonnières près. La différence saisonnière peut cependant être une difficulté majeure pour l'étude diachronique comme on le verra plus loin.

(65) Ligne obtenue par l'ensemble des sous-points du satellite. Le sous-point est le point terrestre à la verticale du satellite. La distance entre deux traces est égale à 108,6 km. Pour que le satellite puisse couvrir toute la surface terrestre, il faut qu'il puisse prendre des images à plus de 108 km de part et d'autre de sa trace. SPOT peut prendre effectivement les images dans une bande de 950 km centrée sur sa trace (soit dans 475 km de part et d'autre).

Les deux couples sont naturellement du même K-J : 40-325 (66) et ont été achetés avec un niveau de prétraitement 1B (67).

3.3. Les traitements appliqués

« Traiter une image revient à lancer toute opération susceptible de mettre en relief l'information utile, recherchée » (Marion A., 1987). Il s'agit donc de décrire comment l'image permet d'obtenir les informations recherchées. Pour l'extraction d'informations sur les images satellite, plusieurs méthodes existent. On peut les grouper en deux catégories :

• les méthodes d'extraction dites automatiques essaient d'exploiter les possibilités des logiciels pour détecter les différences entre les valeurs de luminances dans l'espoir que ces différences représentent des modes d'occupation du sol différents. La méthode automatique la plus utilisée dans cet objectif est « la classification » qui est le regroupement des pixels en groupes (ou classes) d'égales valeurs. Mais les algorithmes de traitement numérique ont été élaborés suivant des principes mathématiques rigoureux qui ne sont pas toujours respectés dans les images. Toute interprétation de leurs résultats doit donc être faite avec précaution (68) d'autant que les radiométries que ces algorithmes utilisent ne représentent pas toujours – loin s'en faut d'ailleurs – un seul et même thème. La prise en compte de leurs contextes et de leurs formes s'impose dès lors ;

• l'œil étant seul capable d'apporter ce complément nécessaire, la prise en compte des formes et structures ne lui causant aucune difficulté, la photo-interprétation d'images améliorées est aujourd'hui la méthode d'extraction d'information la plus répandue, notamment dans les études sur le milieu urbain à cause des limites dont on a parlées plus haut.

Les résultats de cette étude ont été essentiellement obtenus par cette méthode. Mais pour des objectifs méthodologiques et aussi parce que des méthodes automatiques bien utilisées permettent d'extraire rapidement l'information recherchée, nous les avons utilisées principalement pour l'extraction de la zone bâtie et de la végétation.

(66) Il existe pour les satellites à défilement une grille de référence qui indique pour toute région du globe, la position nominale des scènes qui peuvent être obtenues en visée verticale. Chaque scène est repérée par un numéro de colonne K et un numéro de ligne J.

(67) Les produits SPOT (comme ceux de tout autre satellite) ne peuvent être utilisés sous la forme brute issue des stations de réception au sol. Avant de les proposer à la vente différents types de prétraitement leur sont appliqués. Deux grands types existent : les niveaux 1 et 2. Chacun d'eux comprend deux sous-niveaux : 1A, 1B et 2A, 2B respectivement correspondant à des degrés croissants de correction radiométrique et géométrique. Le niveau « S » est un état avancé du second niveau permettant la superposition rigoureuse (d'où la lettre S) de deux images, multidates par exemple.

(68) Par exemple, les fonctions de la morphologie mathématique s'appliquent rigoureusement aux images binaires, c'est-à-dire n'ayant que deux valeurs donc codées seulement sur un bit alors que les images SPOT que nous utilisons sont codées sur huit bits donc contenant 256 valeurs (C. Puech, 1996).

Les informations extraites des images peuvent concerner l'évolution d'un ou de plusieurs modes d'occupation du sol (MOS) entre différentes dates ou la situation de ces MOS à un temps T. Les deux types intéressent l'urbaniste. Les techniques qui ont permis de les obtenir sont expliquées avant de donner leurs résultats dans un chapitre propre.

La classification des zones bâties

Sur les images analogiques comme les photographies aériennes (ou même le tirage papier d'une image-satellite), c'est l'interprète qui analyse les états de surface et identifie les formes. L'entreprise est cependant longue et fastidieuse. Aussi a-t-on pensé qu'avec des images numériques on pourrait, à partir de méthodes mathématiques, reconnaître les modes d'occupation du sol. En effet, chacun des taxons étant – en théorie – représenté par un nombre qui est sa radiométrie, on pouvait les grouper en des sous-ensembles d'objets identiques suivant des paramètres statistiques (la moyenne ou la distance euclidienne par exemples). En un mot, on pouvait classer ou classifier les thèmes de l'image, faire un classement ou une classification (la nuance, aujourd'hui totalement obsolète, est que la dernière devrait être réservée à la classification entièrement automatique). L'opération est d'autant envisageable que chaque pixel est représenté, dans le cas de SPOT, dans quatre canaux (les trois XS et le P) spectraux théoriquement différents. Autrement dit, chaque pixel a autant de réponses spectrales (donc de radiométries) qu'il y a de canaux ; ce qui devrait grandement faciliter leur distinction.

Ainsi, l'objectif des études par télédétection spatiale a longtemps été d'arriver à une cartographie des thèmes de l'image par une classification des pixels. Celle-ci consiste à essayer d'affecter chaque pixel à une « classe thématique » à partir de l'analyse des valeurs de luminances (les radiométries ou comptes numériques) brutes ou ayant subi des transformations (filtrage par exemple). Mais la classification pixel à pixel, qu'elle soit dirigée ou non dirigée (69) a peu d'intérêt en milieu urbain à cause des réalités suivantes :

- l'insuffisance du contraste entre les taxons. En effet, les classifications spectrales supposent que chaque objet de l'image ait une radiométrie différente. Or *« il n'est pas possible de donner à la signature spectrale une correspondance unique à l'égard d'une taxinomie déterminée mais seulement à l'égard des caractéristiques physiques de surfaces »*. C'est pourquoi *« une classification des signatures regroupera simplement les taxinomies qui possèdent en commun les mêmes propriétés (à la résolution de l'enregistrement) »* (J. Wilmet, 1995). Cette réalité est encore plus forte en milieu urbain et singulièrement à Bamako ;
- pour une bonne discrimination des objets, les canaux entrant dans une classification doivent être peu corrélés pour éviter une redondance de l'informa-

(69) On rencontre aussi les termes « classifications supervisée ou non supervisée », mais ils sont incorrects d'après la COMITAS (1988, op. cit.)

tion. En d'autres termes, un thème donné doit avoir une réflectance différente d'un canal à l'autre. Ceci n'est pas toujours le cas car les canaux de SPOT ont une très forte corrélation entre eux, comme l'indique le tableau 13.

Tableau 13 • La corrélation entre les canaux de SPOT (logiciel Teravue)

Canaux	Panchro	XS1	XS2	XS3
Panchro	1			
XS1	0,917	1		
XS2	0,935	0,955	1	
XS3	0,786	0,801	0,782	1

NB : la matrice de corrélation est symétrique par rapport à la diagonale.

La décorrélation de canaux consiste à appliquer une analyse en composantes principales (ACP) ou transformation de Karhünen-Loewe aux canaux d'origine. Si, dans une matrice image, on considère les pixels comme des vecteurs dont les valeurs sont données par n canaux, ceux-ci sont donc les variables. On peut dès lors leur appliquer une ACP, l'objectif étant de grouper en un nombre réduit de néo-canaux les informations contenues dans les canaux d'origine. Dans le cas des images satellite, les composantes principales contiennent par ordre décroissant les informations qui expliquent la variance dans les canaux d'origine. Par exemple, la première composante contient le maximum de variance des données d'entrée, après c'est la deuxième et ainsi de suite (il y a autant de composantes que de canaux d'entrée).

« La première composante correspond approximativement à la brillance globale de la scène visée, la seconde aux différences spectrales majeures entre les canaux d'entrée alors que la troisième ne comporte pratiquement plus que le bruit résiduel... » (Boon et Rochon, 1992).

Cette conclusion montre que la première composante est plutôt proche d'un indice de brillance. Or on sait que celui-ci, donné par la formule :

Indice de brillance = $\sqrt{XS_2^2+XS_3^2}$ est très proche, par rapport aux informations qu'il donne, du canal panchromatique ou du canal XS2. Son utilisation simultanée avec l'un de ces canaux n'apporterait aucun plus à la classification. En outre *« il est délicat de donner une signification physique aux nouveaux axes, ce qui rend difficile l'extrapolation de la méthode proposée et limite par conséquent l'intérêt de l'ACP »* (Cemagref/Engref, 1996). Ces insuffisances expliquent que l'ACP n'est plus utilisée dans les classifications ;

• la troisième explication à la faiblesse des classifications purement radiométriques en milieu urbain et qui nous paraît la plus importante, est qu'elles

tiennent rarement compte de la texture et de la structure. Or l'urbain se distingue d'abord par la forme et la disposition de ses objets. C'est pourquoi, en vue d'une bonne discrimination des zones bâties lors d'une classification, il faut essayer d'y introduire un canal qui prenne en compte ces déterminants.

L'utilisation d'un tel canal dans la classification dirigée des canaux XS a permis de bien discriminer les zones bâties et les niveaux de densités, la végétation et les sols nus.

La démarche (70) de création de ce néo-canal (que nous appellerons dans la suite canal de structure) est la suivante :

• sur le canal XS1, dont la dynamique avait été auparavant étalée, une ouverture morphologique a été appliquée. En morphologie mathématique, l'ouverture est la suite « érosion » (réduction de la surface occupée par l'objet) puis « dilatation » (élargissement de cette surface). Le résultat de l'ouverture est ensuite soustrait du canal XS1. Cette opération fait apparaître des points blancs sur un fond noir. Ces points blancs sont généralement du bâti comme on peut s'en rendre compte en comparant leur allure d'ensemble à celle de la zone bâtie sur le canal XS1 ;

• pour mieux faire ressortir les densités, un filtre « moyenne » de grande taille (au moins 9 x 9) (71) est appliqué à ce nouveau canal. Le résultat de ce filtrage montre effectivement deux niveaux de blanc qui sont des différences de structure du bâti. Mais ce canal de structure ne contient pas tout le bâti (et tous les points blancs ne sont peut être pas du bâti) et on remarque bien qu'il y a des trous entre les points blancs.

Le canal de structure intervient donc dans la classification pour donner plus de poids au bâti sur les trois canaux multispectraux. C'est pourquoi il faut, pour que son apport soit efficace, égaliser son histogramme sur celui de XS1 qui a servi à sa création. Cette égalisation est obligatoire si l'on veut obtenir une nette discrimination du bâti. Il est aussi utile de ne retenir qu'un petit nombre de classes (une seule classe pour le bâti par exemple).

Après l'égalisation des histogrammes, une classification a été effectuée, par la distance euclidienne, avec les trois canaux XS et ce canal de structure. Le

(70) Il a depuis longtemps été prouvé que les combinaisons entre fonctions de la morphologie mathématique permettaient de discriminer l'urbain (Christian Puech, 1996). Cependant, une même combinaison ne réussit pas forcément sur toutes les images (par exemple l'image de 1986 n'a pu être traitée de cette manière). Il faut donc essayer différentes combinaisons et traitements d'amélioration de l'image résultat. La démarche décrite ici a été empruntée à Géoimage (1995). Par contre, nous avons été amené à l'améliorer au fil des séquences de traitements-visualisation des résultats intermédiaires. Par exemple, l'égalisation des valeurs du canal de structure sur celles du canal de départ (XS1 dans le cas présent) est obligatoire pour une bonne discrimination ; ce que la méthode ne spécifie pas.

(71) Là encore, il n'y a pas de taille unique (bien que la méthode donne 11 x 11). Si les radiométries sont faibles, une grande taille risque de donner plus de poids aux trous entre les points clairs. Autrement dit ceux-ci disparaîtront au profit d'un écran tout noir.

résultat est donné par la figure 8. Aucune correction manuelle ou de filtrage n'a été effectuée. Nous avons simplement mis toutes les autres classes dans la même couleur pour ne retenir que les classes de bâti, de végétation et classe « eau ».

Par rapport à la discrimination du bâti, le résultat de cette classification est une grande réussite. L'allure d'ensemble de la tache urbaine apparaît bien. Ce résultat montre aussi les petits villages de Kalabambougou, Kabalabougou et Samaya, situés au sud de Sébénikoro, qui sont à peine remarquables sur l'image panchromatique ou les compositions colorées P+XS. L'eau et la végétation sont bien discriminées, comme toujours d'ailleurs, et ce quel que soit le type de classification (pixel à pixel ou le seuillage).

L'interprétation visuelle

Les informations issues d'une classification en milieu urbain — et quelle que soit la réussite de celle-ci — satisfait rarement l'urbaniste. En effet, la classification ne peut guère aller au-delà de l'identification de la zone bâtie et accessoirement deux ou trois niveaux de densité. Or, si l'urbaniste a besoin de ces informations, il a encore plus besoin de la typologie du bâti et des fonctions que ces types contiennent. A ce propos, on se rappelle que les informations données par la planche « modes d'occupation du site » du Schéma dont nous voulons retrouver et mettre à jour les postes de nomenclature à partir des images, contient des types et non des densités de bâti. La machine est donc incapable, quelles que soient ses performances, d'introduire dans un traitement les détails de formes et d'agencement d'objets tel que l'œil les perçoit. On peut dès lors dire avec Michel Lenco (1995) qu'en milieu urbain, *« la complexité de la nomenclature, faisant appel à des critères d'aspect et de fonction, interdit pratiquement l'emploi unique et généralisé de méthodes purement automatiques. Les méthodes d'interprétation visuelle assistée par ordinateur semblent s'imposer ».*

Pour atteindre des résultats satisfaisant l'urbaniste, il est nécessaire d'utiliser des méthodes automatiques efficientes sur des canaux simples ou des combinaisons de canaux permettant à l'œil de distinguer les thèmes mais aussi leur texture et leur structure. Le canal panchromatique à 10 m de résolution et la composition colorée P+XS permettent un tel résultat en milieu urbain. Si le premier ne nécessite que des améliorations de contraste par étalement de dynamique (transcodage) et par filtrage spatial, la seconde demande en plus que des canaux XS soient combinés au P par différentes techniques (Diarra B., op cit.). L'image panchromatique et surtout la composition colorée P+XS sont, par rapport à leur richesse en informations géographiques, des documents essentiels en traitement d'images. Elles donnent un plus grand confort d'interprétation et plus de possibilités d'obtention de classes thématiques.

L'interprétation peut se faire de façon interactive sur la console ou sur tirage papier. C'est la méthode que nous avons choisie. Pour cela, les cartes doivent être sorties à une grande échelle : 1/25 000 dans le cas présent.

La méthode d'interprétation visuelle suit trois étapes importantes :

- la première est celle de la détection : elle consiste à tracer des zones selon des critères d'homogénéité visuelle, variables en fonction des documents à interpréter. On tracera ainsi les zones suivant les différences de formes, en fonction de leur structure, leur direction, leur fréquence spatiale, etc. En plus de la forme, l'autre critère dont il faut tenir compte est la couleur, surtout quand on travaille sur une image colorée. Ici, les différences de tons et d'intensité sont assez souvent significatives.

A cette première étape, l'interprète doit accorder suffisamment de temps. En effet, il n'est pas toujours certain que l'on perçoive, dès le premier coup d'œil, toutes les formes et structures dans l'image. Des détails échappent parfois qui peuvent entraîner des erreurs d'interprétation qu'on pourrait regretter après. L'interprète a tout intérêt de revoir plusieurs fois ces zones avant de les numériser ;

- la deuxième étape consiste à identifier chaque zone. Il s'agit de construire une première nomenclature mais en faisant très attention que celle-ci soit la moins fonctionnelle possible pour des raisons qui seront développées ci-après. Ce sont donc les formes, les structures, les couleurs, en un mot les critères de zonage qui doivent intervenir plus dans la construction de cette première légende ;

- la troisième étape est la validation des classes ainsi dégagées. A ce niveau, on essayera d'analyser plus les classes de la nomenclature, c'est-à-dire de leur affecter une fonctionnalité. Ceci ne peut se faire sans une bonne connaissance du terrain. La construction de la première nomenclature sert donc à aller sur le terrain. Les postes de celle-ci ne concernent que la « couverture du sol » et non son utilisation. Parce que la classification d'images – qu'elle soit automatique ou visuelle – répond à une finalité de compréhension et de gestion du territoire observé, beaucoup d'études confondent rapidement ces deux niveaux. La couverture est l'aspect physique du terrain alors que son utilisation est un usage anthropique, fonctionnel. Or il s'avère que la *« télédétection ne " voit " que la couverture du sol, parce que seule celle-ci se manifeste par des caractères détectables à distance, comme des variations des propriétés optiques de la surface. L'utilisation du sol doit alors être obtenue par déduction et analyse de la couverture du sol »* (Boon et Rochon, op cit.). La détection des fonctions des espaces ne peut dès lors être relevée que lors du contrôle de terrain. Le passage sur le terrain est d'autant plus obligatoire que la fonction d'un bâti peut changer sans que ses propriétés physiques changent (72).

(72) Cf. infra, « buts et clefs de l'interprétation » pour la discussion sur l'obtention des classes fonctionnelles à partir d'images satellite.

Buts et clefs de l'interprétation de ces images

L'analyse du panchromatique et de la P+XS visait à délimiter des zones homogènes (73). Celles-ci correspondent à chaque partie de l'image ayant des valeurs (pixels) identiques et donc de teinte uniforme, ou à des valeurs associées ayant un agencement spatial spécifique. La zone homogène est donc, a priori, un mode d'occupation du sol.

Au moment du zonage, deux étapes ont été distinguées :

• la délimitation de la tache urbaine. Ici, la responsabilité de l'opérateur est grande. Il est obligé de se donner des critères de délimitation parfois difficilement vérifiables sur l'image et la tentation est grande d'exclure de l'agglomération certaines constructions. En effet, la plupart des praticiens de l'urbanisme se donnent le seuil arbitraire de 200 m de la dernière construction agglomérée pour décider de ne pas prendre en compte un bâti existant. Cette distance sur une image satellite au 1/25 000 représente 8 mm. Ce qui paraît effectivement important. Mais la distance ne nous paraît pas un critère pertinent dans l'exemple bamakois. En effet, sur la périphérie de la capitale malienne, une grande distance peut être due au simple fait du retard (volontaire ou non) dans la mise en valeur des parcelles proches de l'agglomération. S'il s'agit d'un front spontané, la décision devient encore plus difficile à prendre. Il faut savoir si la zone concernée appartient à la ville. Dans ce cas, elle doit être dans la limite urbaine. Mais si les bâtis en question appartiennent à un village périphérique en pleine expansion, comme c'est le cas de Nafadji au nord de Bamako, ils doivent être exclus. Il est donc nécessaire, pour obtenir un bon tracé, d'avoir une bonne connaissance du milieu étudié. Et malgré une bonne connaissance du terrain, les limites obtenues ont été néanmoins vérifiées à nouveau sur le terrain.

• la délimitation des modes d'occupation du sol. A ce stade l'utilisation de données auxiliaires (photographies, cartes) et/ou de la vérification de terrain peuvent être obligatoires. L'utilisation des données externes facilitent la prise de décision dans l'affectation des formes et couleurs ou leurs associations aux différentes modes d'occupation.

Un premier regard sur la composition colorée de 1996 (figure 9) laisse percevoir un certain nombre de couleurs dominantes ou groupes de teintes dominants. Ainsi, se distinguent nettement des teintes rougeâtres, blanchâtres, verdâtres, noirâtres. Chacun de ces groupes de teintes représente un ou des thèmes. Les teintes du rouge indiquent une présence de végétation, celles du vert indiquent les sols rouges. Les teintes noires et sombres représentent l'eau et les objets absorbants et celles du blanc les sols sableux et les objets très réfléchissants. Le bâti a une teinte plutôt bleuâtre si le substrat ne fait pas trop de bruit.

Cependant en essayant de conduire l'étude des modes d'occupation du sol à partir des couleurs et de leurs teintes, on court le risque d'aboutir à une nomen-

(73) Et donc forcément des zones isophènes aussi, celles-ci n'étant autres que des zones homogènes non contiguës dans l'image.

clature qui sert peu, en tout cas à l'urbaniste. En effet, une telle nomenclature ne tiendrait pas compte de la morphologie et de la texture. Or ces aspects sont fondamentaux en analyse visuelle, notamment en milieu urbain.

Dans une étude, quelle qu'elle soit, il est toujours nécessaire de prendre en compte les finalités, les buts visés. Dans le cas présent, il n'est pas très utile d'essayer seulement de signifier chaque couleur, chaque teinte rencontrées dans l'image colorée. L'étude visant à montrer les possibilités cartographiques de l'image satellite en milieu urbain, il s'agit dans un premier temps de parvenir à une typologie des quartiers. Celle-ci doit être pertinente d'un point de vue urbanistique et/ou socio-économique. Il ne s'agit pas par exemple de dire que le fond vert constaté au niveau de Hamdallaye signifie que le quartier est bâti sur du sol rouge si cela ne joue pas sur son classement dans la typologie.

Dans la nomenclature finale d'occupation du sol, apparaîtront des postes ayant une connotation fonctionnelle. Une étude urbaine, visant presque toujours à identifier ou à chercher à affecter des fonctions, ne saurait s'en passer. Ces postes apportent une précision supplémentaire à la nomenclature d'occupation du sol. On peut cependant se demander comment on a pu distinguer sur image-satellite des postes qui ont une connotation plutôt fonctionnelle ? Il s'agit là du problème des clés d'interprétation. Les caractéristiques visuelles des habitations sont faciles à reconnaître sur l'image panchromatique. Il s'agit soit de maillages de petites formes géométriques (les maisons sont de dimensions très petites à Bamako), soit d'un semis de formes entremêlées souvent sans voirie apparente ou comportant seulement quelques artères non rectilignes. Leurs radiométries sont plutôt moyennes. Dès l'instant que des formes s'éloignent de celles-là et/ou si leur apparence colorée s'en éloigne, on peut affirmer, presque sans hésitations, qu'elles ont une utilisation différente. La zone industrielle se distingue de la zone d'activités de Sogoniko par des formes géométriques spatialement plus importantes ; l'ensemble couvrant une superficie plus grande également. Quant au centre commercial, ces hauts bâtiments sont très nettement « vus » par le capteur et donc bien dissociés de leur environnement.

Mais ces différences de formes et de couleurs ne suffisent pas à produire les postes fonctionnels d'une nomenclature. Il faut aller sur le terrain ou en avoir une bonne connaissance. En effet *« si l'identification d'un objet n'est souvent pas possible, la délimitation d'un objet connu est plus facile sur l'image que par un travail au sol. C'est la connaissance du terrain qui est, et doit être, la base de la construction de la taxinomie et le but affiché du travail »* (Lortic, 1995). D'ailleurs, une fonctionnalité induite par la morphologie signifie aussi que si la différence de forme n'est pas visible, il devient quasi impossible de déterminer les fonctions. C'est le cas de la zone scolaire ou de la zone des états-majors militaires dans l'ancienne ville coloniale. Cette insuffisance est une limite de la télédétection, qu'elle soit aéroporté ou spatiale (cf. J. Wilmet, op cit.).

En tous les cas, c'est au niveau de ces considérations géométriques que l'interprétation du panchromatique en monospectral est irremplaçable. En effet, sur la P+XS, la finesse géométrique de ce canal est quelque peu altérée par les XS. L'échelle de ces images étant le double de celle du P, leur rééchantillonnage à 10 m ne permettra jamais de ressortir les objets qui ne s'y trouvaient pas au départ. En revanche, il n'est pas facile de distinguer sur image panchromatique (c'est-à-dire en niveaux de gris) la végétation de l'eau sans prendre en compte leurs formes mais surtout leur contexte (leur environnement physique). Une composition colorée les met tout simplement dans des couleurs différentes. On voit donc que l'interprétation simultanée des canaux P et P+XS était nécessaire pour aboutir à une nomenclature fournie. Ils sont donc complémentaires dans la recherche des informations.

CHAPITRE 4

LES MODES D'OCCUPATION DU SOL À BAMAKO ET LEUR ÉVOLUTION ENTRE 1986 ET 1996

La carte d'occupation du sol résulte de l'interprétation visuelle de l'image de 1996. Le commentaire a pour but de mettre en évidence la technique d'obtention de la typologie du bâti à partir d'images de télédétection spatiale.

1. La typologie des zones bâties

La zone bâtie est la première information cherchée dans la perspective d'une planification. C'est en effet elle qu'on cherche à maîtriser, à aménager. Sa mesure par levés topographiques est coûteuse et la tentation est grande d'intégrer de larges espaces nus. L'image nous donne rapidement la forme et surtout l'étendue de la zone bâtie, soit par classification, soit par interprétation visuelle, le résultat de cette dernière méthode étant intégré dans un logiciel pouvant calculer les surfaces. Le tableau 14 donne la surface bâtie de Bamako en 1996 (image) et 1995 (Schéma).

La différence entre la surface donnée par le Schéma et celle issue de l'interprétation est énorme et l'explication n'est pas aisée. Il ne peut pas s'agir d'une simple prise en compte des vides interstitiels ni même des superficies des villages environnants intégrés officiellement à la ville. En effet, en incluant ces derniers dans le chiffre de l'interprétation, on n'obtient pas 18 200 hectares (cf. étude diachronique : espaces vides). L'explication de la différence constatée réside à notre avis dans les critères de délimitation de la zone bâtie, qui ne sont pas seulement physiques mais aussi administratifs. Cette surface contiendrait alors de larges espaces vides. Un autre argument, celui de l'incohérence constatée entre les chiffres de superficies officiels, prouve que les critères de délimitation sont changeants. Par exemple, au lieu de 18 200 ha, l'atlas du 3e Projet urbain donne 15 000 ha et ce pour la même année 1995.

Tableau 14 • Surfaces bâties de Bamako selon l'image de 1996 et le SDAU de 1995

Surfaces en ha	Sources
18 200	Schéma
11 647 (74)	Interprétation (74)
11 385	Classification

Quant à la faible différence entre les deux chiffres obtenus grâce à l'image, elle s'explique naturellement par les confusions de thèmes dont une classification ne peut être entièrement dépourvue. Ces confusions ne sont pas seulement radiométriques. Il y a aussi le fait qu'un taxon classé l'est, non pas seulement dans la zone bâtie, mais sur toute l'image. C'est pour ces raisons que dans le chiffre de la classification les classes de végétation ne sont pas considérées. Par contre, il renferme des pixels classés « bâti » même s'ils ne le sont pas. Dans tous les cas, ce chiffre donne une bonne approximation de la surface bâtie de Bamako. Celle-ci est donnée avec une grande exactitude par l'interprétation visuelle.

La densité du bâti peut aussi être utile soit pour dimensionner les aménagements (largeur d'une route par exemple) soit pour décider du nombre d'unités d'un équipement donné (écoles, centres de santé, bornes fontaines, etc.). En effet, il existe une corrélation positive entre la densité du bâti et la taille de la population (Dureau et al, 1989). Les niveaux de densité des zones non tramées se distinguent assez facilement sur l'image, celles-ci se présentant sous la forme de semis de points plus ou moins serrés. Pour les zones tramées, les espaces vides dans le maillage de la voirie seront importants. Seule l'interprétation visuelle peut donc donner les niveaux de densité. Ceux établis par une classification ne sont pas fiables parce que fondés uniquement sur les différences de radiométries.

Si ces premières informations apparaissent en bonne place dans les textes du Schéma de Bamako, la nomenclature de la planche « occupation du site » ne contient que les types de bâti ou leurs fonctions. La typologie est donc l'information la plus recherchée. Le tableau 15 et la figure 10 donnent celle issue de l'interprétation de l'image de 1996. Pour faciliter la lecture de la carte 10 et surtout permettre une comparaison plus facile avec la figure 7 (planche SDAU), une carte de synthèse a été dessinée. Elle est donnée par la figure 11.

(74) Toutes les surfaces données dans la suite, sauf indication contraire, ont été calculées à partir du logiciel SIG Savane 6.02 (ORSTOM). Ces chiffres sont très exacts car ils ont été vérifiés en prenant des exemples sur la carte au 1/20000.

Tableau 15 • Typologie du bâti selon l'interprétation de l'image de 1996

Formes interprétées	Identification MOS (75)
Trames régulières carrées non boisés	Bâtis tramés anciens
Trames régulières rectangulaires faiblement boisées	Bâtis tramés récents
Trames irrégulières faiblement boisées	Bâtis tramés récents
Trames irrégulières boisées	Bâtis tramés récents
Trames régulières ou non avec vides	Lotissements nouveaux, bâtis peu denses
Trames régulières ou non très boisé	Zones administratives, résidences de riches
Ensemble de bâtis très larges (couleur blanche)	Zone industrielle
Ensemble de bâtis moyennement larges	Zone d'activités de Sogoniko
Ensemble de hauts bâtis très groupés (couleur bleuâtre)	Centre commercial
Objet isolé très réfléchissant	Grand bâti isolé, urbain et objets réfléchissants
Petits points groupés avec quelques artères importantes	Bâtis spontanés réhabilités
Petits points clairs éparpillés	Bâtis spontanés lâches
Petits points clairs groupés	Bâtis spontanés denses
Petits points clairs groupés isolés	Villages périphériques
Formes allongées et régulièrement disposées	Zone universitaire de Badala
Aéroport	Aéroport

En plus des postes de nomenclature formels et fonctionnels, la prise en compte du niveau de couverture végétale permet de distinguer :

- les zones de bâtis très boisées ;
- les zones de bâtis boisées ;
- les zones de bâtis faiblement boisées ;
- les zones de bâtis non boisées.

C'est là un avantage des associations de taxons et l'image est la seule source cartographique à pouvoir en tirer autant d'informations. En effet, elle est la seule permettant de cartographier les objets dans différentes bandes en même temps et de les combiner ensuite par des méthodes automatiques.

En ce qui concerne les associations bâti-végétation on sait, à la suite de beaucoup d'auteurs (Boon et Rochon, 1992), que le niveau de couverture végétale a un rapport avec le statut socio-économique des populations. Bamako ne fait pas exception au constat. Ainsi, les zones non boisées correspondent générale-

(75) Modes d'Occupation du Sol.

ment à celles du bâti non loti dit spontané (76) dont on a déjà caractérisé le niveau socio-économique. Les zones faiblement boisées incluent la grande majorité des quartiers tramés. Les zones boisées, peu nombreuses, correspondent au quartier de Lafiabougou qui contient un grand nombre de fonctionnaires (77) et à des zones résidentielles nouvelles comme celle de Fasso Kanou. Quant aux zones de bâtis très boisées, elles correspondent soit à des zones résidentielles riches ou à des zones administratives (services et logements) de la ville. C'est le cas du Millionkin, de l'ancienne ville coloniale, des Korofinas, etc. (figure 10).

En tenant donc compte du niveau de couverture végétale on aboutit, en plus de la fonction du bâti, à la répartition socio-économique de la population.

La comparaison de la typologie obtenue à partir de l'image avec celle du Schéma montre qu'elle est largement satisfaisante. A part les postes qui n'ont pas une traduction physique au sol (site préhistorique, concessions rurales), tous les autres ont été obtenus, soit directement par l'aspect formel, soit par déduction de celui-ci. C'est le cas de la zone universitaire, la zone industrielle ou encore le centre commercial et la zone d'activités de Sogoniko. Ces deux derniers postes se distinguent nettement sur le panchromatique. Les auteurs de la carte d'occupation du site en 1986, ont choisi de les mettre dans le mode « zones urbanisées », autrement dit de les confondre avec les constructions à usage d'habitation au lieu d'en faire des classes à part. Si des raisons existent à cette option, elles se comprennent difficilement surtout quand on sait que la carte a été dessinée à l'occasion de l'élaboration du SDAU. En effet, on sait qu'au plan de l'aménagement urbain, le centre commercial et la zone d'activités de Sogoniko ont des urgences différentes de celles des zones d'habitats.

La typologie de ces zones d'habitat est la même que celle donnée par la DNUC : types spontané, tramé ancien, tramé récent. Ces deux derniers ont donc des traductions physiques même si leur appellation est plutôt chronologique. Quant au domaine spontané, il est le type qui intéresse le plus l'urbaniste malien. Il faut le contenir à tout prix. C'est pourquoi la surface qu'il occupe l'intéresse particulièrement. Elle est de 2 965,1 ha en 1996, soit environ le quart de la surface totale. Son évolution entre les dates des deux images sera analysée plus loin.

(76) Ce constat peut pourtant se révéler faux si la zone spontanée s'est implantée sous de grands arbres comme à Niamakoro ou une partie de Djoumazana. Dans ces cas, c'est l'analyse comparée dans le temps avec un quartier riche qui montrera la différence. Ainsi que le montre l'exemple de Faladjé-SEMA entre 86 et 96, les zones riches augmentent de taux de couverture végétale au fil du temps ; ce qui est le contraire des zones spontanées.

(77) On se souvient que ce quartier a été loti pour loger les travailleurs maliens venus du Sénégal après l'éclatement de la Fédération du Mali en août 1960.

2. Les autres modes d'occupation du sol

2.1. La voirie

Une ville qui s'étend indéfiniment pose forcément le problème de liaison entre ses différentes zones. La résolution d'un tel problème passe par l'existence d'un réseau de routes praticables. L'observation de la carte du réseau routier bitumé (figure 12), issue de l'interprétation du panchromatique, montre que cela ne semble pas être le cas à Bamako. Les routes interprétées sont celles qui sont goudronnées car ce sont les seules dans un état réellement convenable et que les bus acceptent d'emprunter. Globalement, elles ne sont pas nombreuses, pouvant se résumer à deux grands axes du nord au sud et un axe important (qui n'est pas d'un seul tenant comme ceux de la rive droite) reliant les extrémités est et ouest de la ville. Dans le détail, la rive gauche est nettement mieux dotée. De petites bretelles entre l'axe principal et des routes secondaires s'y rencontrent notamment au centre de la ville où convergent la presque totalité des voies. La situation de la voirie a beaucoup évolué positivement ces dernières années, notamment par rapport au contournement du centre ville. En effet, pour rejoindre n'importe quelle zone de la ville, le voyageur était contraint de passer par ce centre chroniquement engorgé.

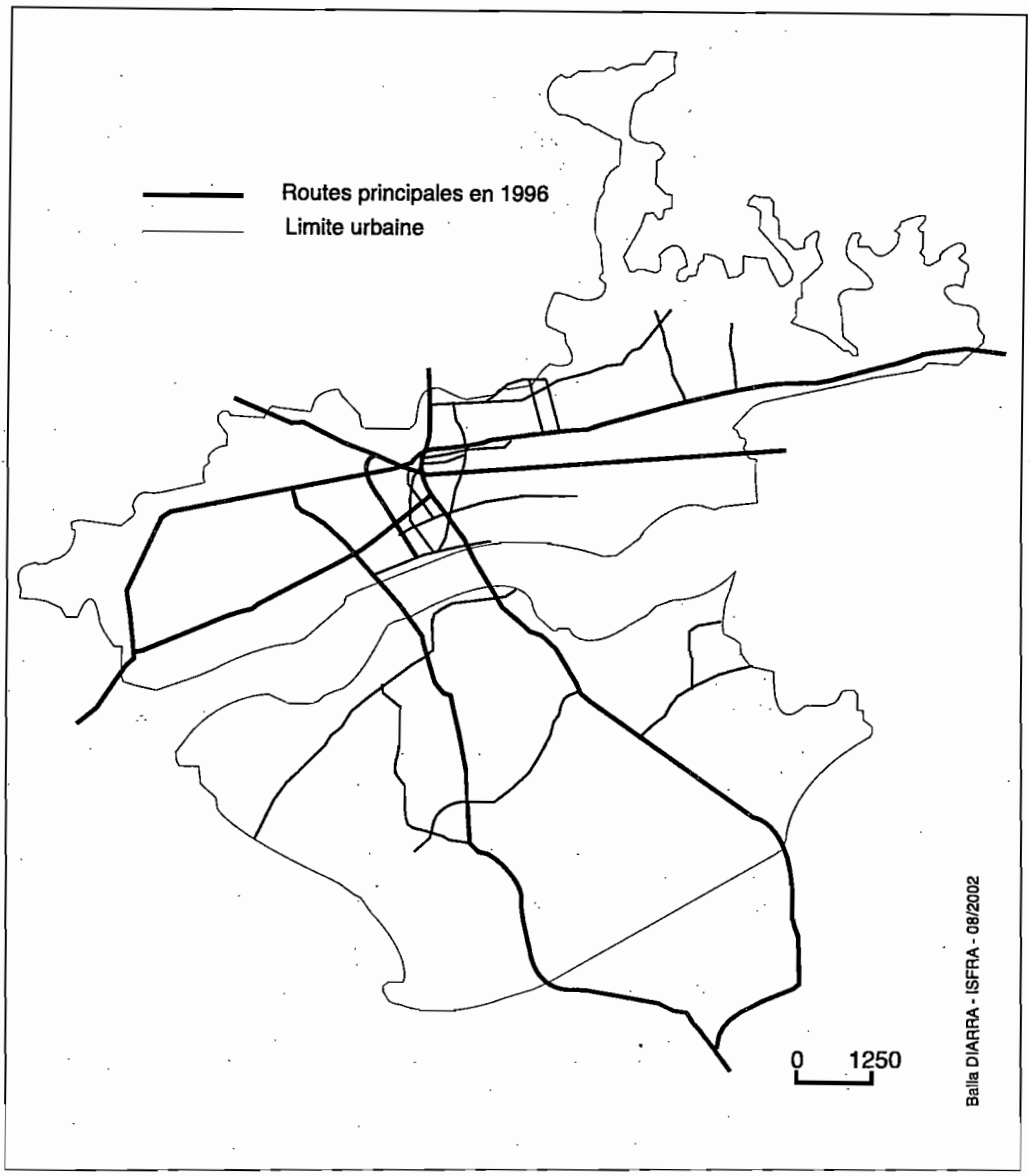
2.2. La végétation

La végétation dans la ville est un élément important pour l'urbaniste mais aussi pour les Bamakois eux-mêmes. En effet, retrouver par temps de chaleur – si souvent forte à Bamako – l'ombre d'un arbre n'est pas la chose qui déplaît le plus. Mais « l'œil » de SPOT et celui du Bamakois ne peuvent pas appréhender la végétation de la même manière à cause d'un problème de dimension. Ceci explique qu'il soit difficile de rendre, par SPOT, le degré de végétalisation de Bamako (quoique la nette domination de la couleur rouge sur les compositions colorées permet de se faire une idée de ce niveau). L'urbaniste n'a d'ailleurs pas essentiellement besoin de l'arbre isolé, mais surtout d'espace végétalisé plus étendu qu'il peut entreprendre de protéger ou au contraire de créer parce qu'il s'est rendu compte de leur insuffisance. Or, dès que la végétation couvre une certaine surface, elle devient accessible à SPOT. Celui-ci peut en plus permettre le calcul des surfaces concernées, ce qui est une information de première main pour l'aménageur.

La surface d'espaces végétalisés issue de l'interprétation est de 918,7 ha soit 9 187 000 m². En rapportant cette surface à la population de Bamako en 1996, on trouve le chiffre de 8,75 m² d'espaces végétalisés par habitant. Ce ratio est bien loin des 15 m² envisagés par le Schéma aux horizons 2000 (78).

(78) Sans compter que espace végétalisé est différent d'espace vert, ce dernier contenant la notion d'espace protégé et ouvert au public.

Figure 12. RÉSEAU DES ROUTES BITUMÉES : IMAGE 1996



Si ces chiffres sont utiles pour l'urbaniste, ils masquent beaucoup la réalité de la couverture végétale à Bamako, le zonage excluant toute la végétation mélangée à du bâti même à fort taux.

2.3. Les étendues d'eau

Elles apparaissent nettement sur la plupart des images. A Bamako, le fleuve Niger est la seule étendue d'eau. Il faut cependant admettre qu'en étude synchronique, à part son allure d'ensemble et les îlots qui le parsèment, l'image

n'apporte pas d'informations supplémentaires intéressantes sur cette étendue d'eau. Ceci aurait été plus intéressant en diachronie multisaisonnière, c'est-à-dire avec des images à deux saisons différentes comme c'est le cas des images utilisées. On pourrait par exemple analyser la turbidité de l'eau, la largeur du lit, etc. Mais ces aspects ne seront pas abordés dans cette étude.

3. L'évolution des espaces bâtis : 1986-1996

L'évolution du bâti dans une ville, s'opère de deux façons :

- occupations de nouveaux espaces internes ou périphériques ;
- reconstructions ou rénovations de bâtis existants.

Les deux types d'évolution intéressent le Schéma qui cherche à les projeter. L'image permet leur obtention. Cependant, celle des changements dans les zones bâties nécessite que les images soient prises à la même saison pour éviter les confusions radiométriques. En effet, ces changements s'obtiennent par traitement automatique : soustraction ou rapport d'images par exemple. Or, ces traitements ne sont efficaces que si les histogrammes des images utilisés sont les mêmes. Ce qui est loin d'être le cas des images utilisées dans cette étude. C'est pourquoi seules les informations pouvant être données par interprétation visuelle sont analysées ici.

3.1. L'étude des extensions nouvelles : les résultats des images dans les SIG

Le Schéma est un document contenant les protections et surtout les projections d'aménagement. Il a donc besoin de rapports d'étape périodiques pour s'assurer de leur exécution prévue. A Bamako, ce rapport d'étape, qui a une périodicité quinquennale, s'articule essentiellement sur l'évolution du bâti qui reste le problème majeur de l'urbanisme et de l'urbanisation de la ville. L'analyse des occupations nouvelles d'espaces par le bâti est donc un véritable bilan du Schéma dans ce domaine d'autant que les dates de nos images coïncident avec celles de deux de ses révisions.

Puisqu'elle s'intéresse à l'évolution temporelle, l'analyse diachronique compare donc des états de surfaces à différentes dates. Elle utilise plusieurs couches d'informations spatialisées. La manipulation de celles-ci est aujourd'hui rendue facile et surtout riche quant à l'apparition de l'information, grâce aux Systèmes d'information géographique (SIG). Nous l'avons beaucoup utilisé. Télédétection et SIG sont d'ailleurs des outils (et/ou méthodes) complémentaires. La première intervient beaucoup dans la constitution de la base de données manipulée par le SIG et celui-ci pour l'extraction du maximum d'informations des données télédétectées.

L'extension périphérique

La planche « occupation du site » qui a servi de base dans la recherche des modes d'occupation du sol, ne pourra pas être seule utilisée dans l'étude de

leur évolution. En effet, comme toute carte, elle est une représentation personnalisée de la réalité. Ceci est encore plus vrai dans le cas du Schéma. Celui-ci devant contenir les projections à venir, écarte tout espace ayant été antérieurement promis même si son affectation n'a pourtant pas changé depuis lors. Ces problèmes de non concordance du Schéma avec la réalité au sol au moment de sa réalisation apparaissent bien en le superposant à l'image de 1986, c'est-à-dire de la même date qu'elle. Par exemple, sur la planche occupation du site en 1986, le lotissement de l'île, le Komogoun, appartenait à la classe « bâti tramé » (car l'affectation était théoriquement connue) alors que sur l'image n'importe quel photo-interprète l'aurait classé « espace nu » ou tout au plus « espace en voie d'urbanisation ». C'est le cas aussi du lotissement du TF à Niamakoro qui apparaît encore nu sur l'image de 1996. L'homme peut donc, volontairement ou non (erreur de tracé par exemple), « truquer » la carte. La superposition de la planche « occupation du site » du SDAU à l'image de 1986 (c'est-à-dire de la même année), fait apparaître des remarques parfois troublantes : des zones d'habitat « oubliées » comme au flanc et sur le plateau de Koulouba. Ces constats sont troublants car s'il s'agit d'extensions entre 1985 (complètement terrain de la carte) et 1986, elles dénotent une consommation d'espace abusive et inquiétante. Mais nous constatons également que certaines zones d'habitation ont été plutôt exagérées. C'est le cas, sur le plateau, du quartier qui s'est installé à côté de l'hôpital du Point G ou encore sur l'île le Komogoun. Ces détails sont importants et empêchent d'utiliser cette planche du Schéma comme base d'étude de la consommation des espaces vides interstitiels qui, d'ailleurs, n'apparaissent pas dans la nomenclature de la dite carte. Pourtant ces espaces, en suivant le Schéma, étaient les seuls qui pouvaient faire l'objet d'occupation par le bâti. La limite urbaine ne devrait donc pas varier entre 1986 et 1996. La superposition des limites urbaines à ces deux dates montre pourtant une différence importante entre elles (figure 6). La superficie concernée est précisément mesurée et donnée dans le tableau 16.

Tableau 16 • Evolution périphérique de la limite bâtie entre 1986 et 1996

Dates	Surfaces en ha
1996	12 827,6
1986	9 889,1
1996-1986	2 938,5

NB : les superficies aux deux dates comprennent naturellement les vides interstitiels.

L'évolution périphérique a donc été importante ces dix dernières années. Mais le chiffre du tableau ne concerne pas seulement l'habitat spontané. Des lotissements réguliers sont en effet concernés que le Schéma ne pouvait pas prévoir. C'est le cas des lotissements ACI de Kalaban-coro et Bako-Djikoroni. Cet organisme de lotissement a été créé en 1992, c'est-à-dire à mi-parcours de la période de révision du Schéma. Cela dit les occupations spontanées représentent près de la moitié de cette surface : 1 131,2 ha. Ce chiffre, bien que légèrement supérieur, est en conformité avec les 989 ha que la dernière révision du Schéma donne entre 1986 et 1994. De cette date à 1996, l'évolution ne semble avoir été que de 142 ha. L'explication de cette différence peut être cherchée dans la limite retenue en 1994 (79). Il y a tout de même eu une évolution non négligeable des occupations spontanées. Les lotissements de blocage préconisés par la première version du Schéma et appliqués au début des années 80 (cf. chapitre 2), n'ont donc pas pu empêcher la progression des occupations spontanées (80). Celles-ci sont mêmes légèrement minimisées ici. On peut remarquer en effet, en comparant les figures 7 et 11, qu'en 1986 un bout du quartier de Niamakoro (à la limite sud de la figure 7) déborde de la limite actuelle. Cette excroissance urbaine a été rasée lors des démolitions d'avril-mai 1995.

La figure 9 montre les axes d'extension de l'habitat spontané. L'essentiel de l'extension a concerné le nord de la ville en Commune I. Le quartier de Niamakoro, sur la rive droite, a presque doublé de superficie entre les deux dates. On remarque aussi que le quartier de Taliko, à l'ouest de celui de Lafiabougou, s'est un peu étendu.

L'extension à l'intérieur des surfaces bâties

Si l'on consulte le tableau 17 portant les zones d'extension prévues pour la troisième phase du Schéma (2001 à 2010), on remarque qu'aucun espace vide interstitiel n'y figure.

Tableau 17 • ZONES D'EXTENSION 3e PHASE DU SDAU

Localisation	Désignation des zones	Superficie en ha
Cercle de Kati	Nord de Titibougou	345
Commune VI	Est de Dougakoulou	723
	Missabougou-Yirimadio	609
Commune V	Sud de Sabalibougou	154

Source : 2e révision du Schéma, décembre 1995.

(79) Difficile à vérifier car il n'y a pas de cartes cette année-là.
(80) C'est pourtant le contraire que dit le SDAU de 1995 en se basant sur le fait que l'accroissement relatif a baissé par rapport à la décennie précédente.

Effectivement, la plupart des espaces vides avaient été affectés à l'habitat dès les deux premières phases (1981 à 1990 et 1991 à 2000). Il s'agit d'espaces situés sur la rive droite du fleuve : Fasso Kanou, le TF 1621 à Niamakoro, l'espace vide de Banankabougou. D'autres petits espaces, sur la rive gauche notamment en faisaient partie. Pourtant, l'observation de la carte d'occupation du sol en 1996 montre qu'il existe encore en ces endroits des espaces vides importants. Leur évolution entre 1986 et 1996 est importante pour le bilan du Schéma. Elle ne peut cependant être fondée sur les seuls chiffres de surfaces de départ donnés par celui-là. Ces chiffres semblent en effet résulter de critères de délimitation différents qui occasionnent parfois des différences inexplicables dans les surfaces d'une même zone entre deux versions du Schéma. Par exemple, la superficie de l'ancien aérodrome varie de la première à la deuxième révision du Schéma, soit respectivement : 690 ha et 317 hectares.

La consommation d'espaces vides interstitiels est donc analysée à partir des chiffres du tableau 18 ; chiffres issus de l'interprétation des images de 1986 et 1996. Ceci ne signifie pas que tout rapprochement avec les chiffres du Schéma soit exclu.

Tableau 18 • Evolution des espaces vides interstitiels entre 1986 (81) et 1996

Espaces vides	1986	1996
Badala		241
Niamakoro	1 127	275
Fasso Kanou		67
Banankabougou	109	72
Ex-aérodrome	719	525
Bako-Djikoroni	Hors de la ville	492

L'analyse de ce tableau peut être conduite de deux façons :

• Dans un premier temps, on peut chercher à montrer la part de l'occupation des vides interstitiels dans l'augmentation globale de la surface bâtie. Dans l'analyse de l'accroissement périphérique, le chiffre d'évolution de 2 938 ha a été obtenu en faisant l'hypothèse que tout espace contenu dans la limite de la tache urbaine était bâti y compris donc les espaces vides. Si donc on enlève ceux-ci des chiffres de superficie en 1986 et 1996, autrement dit si l'on ne tient compte que des surfaces réellement bâties aux deux dates, on obtient le tableau 19.

(81) Pour 1986, l'image ne donne pas de chiffre pour chacun des trois premiers espaces car ceux-ci étaient en continu et ne pouvaient donc être séparés arbitrairement. Le chiffre en face de Niamakoro représente la superficie des trois espaces réunis.

Tableau 19 • Evolution des surfaces réellement bâties entre 1986 et 1996

Dates	Superficies en ha
1996	11 647,4
1986	7 933,9
96-86	3 713,5

Par comparaison avec les chiffres de l'évolution périphérique, on peut obtenir la part de l'occupation des espaces vides dans l'extension totale soit : 3713,5 – 2938,5 = 775 ha. Ceci correspond à une moyenne annuelle de près de 76 ha ; ce qui n'est pas négligeable.

• Par contre — et c'est le deuxième angle d'analyse possible — ces 775 ha sont bien loin de l'ensemble des vides en 1986. Mais le Schéma de 1995 ne le signale pas, sauf pour l'espace de Banankabougou qui couvre actuellement 72 ha. L'espace de Fasso Kanou, attribué dès la première phase du Schéma, contient encore 67 ha de vide sur les 81 qu'il devait être au départ (cf. SDAU, 1979). La faiblesse de l'extension de la surface bâtie par densification est spécifique aux villes en développement. Dans les villes des pays développés où le foncier est maîtrisé, c'est plutôt le contraire qui est remarqué. Dans une telle perspective à Bamako, on peut chercher à identifier les espaces vides importants non encore affectés à un usage dans le cadre du SDAU. Ce sont :

- l'espace entre Kalabancoro et Bako-Djikoroni : 492,4 ha ;
- l'espace entre Sogoniko et Niamakoro : 275 ha. Vu l'emplacement de ces deux espaces — à côté de quartiers populaires — ils peuvent être affectés à la construction de logements sociaux, absolument nécessaire pour la résolution du problème de logement ;
- l'espace vide au pied de la colline de Badalabougou (241 ha), est une suite de larges excavations difficiles à mettre en valeur par des particuliers. L'état a commencé à l'occuper par des établissements scolaires. Ce qui en fera la continuité naturelle de la zone universitaire située sur la même colline.

L'ancien aérodrome et ses abords, couvrant une superficie de 525 ha, est aux mains de l'ACI depuis 1996 qui envisage d'y élever un quartier de haut standing.

L'évolution des villages périphériques entre 1986 et 1996

Dans la première partie, on a pu constater que la taille actuelle de Bamako s'expliquait par l'intégration de plusieurs villages environnants devenus aujourd'hui quartiers. Dans ce sens, l'étude de l'évolution des villages périphériques actuels (tous ou presque faisant déjà partie du District) est importante, même si ce mode de progression est de moins en moins possible.

Le tableau 20 donne les villages et leurs superficies en 1986 et 1996. L'évolution de ces villages montre également la pression exercée sur le foncier dans la ville même, refoulant ainsi un grand nombre de citadins dans ces villages. Enfin l'évolution de certains de ces villages a été planifiée, c'est-à-dire projetée par le Schéma. Il est dès lors intéressant d'analyser leur comportement.

Tableau 20 • EVOLUTION DES VILLAGES PÉRIPHÉRIQUES DU DISTRICT : IMAGES 86 ET 96

Villages	Superficie en 1986	Superficie en 1996	96-86
Kalaban-coro	241.5	1 297.7	1 056.2
Mikoungo	7.9	29.3	21.4
Missabougou	24.9	110.8	85.9
Sébénikoro	176	212.8	36.8
Sénou	65.8	381.2	315.4
Sogonafing	7.1	18.6	11.5
Yirimadio	10.9	149.9	139

De tous ces villages, seul le premier sur la liste n'appartient pas au District. Mais il a pris une importance extraordinaire entre 1986 et 1996 et a atteint aujourd'hui sa limite avec le District. En plus, il appartient au domaine d'intervention du Programme d'urbanisme sectoriel (PUS) de la Commune V. Pour toutes ces raisons, il doit désormais être étudié au même titre que les autres zones péri-urbaines du District.

Après Kalaban-coro, c'est Sénou qui a connu l'accroissement le plus important. Abritant l'aéroport international du pays et intégré au District dès 1978, le village s'est d'abord agrandi par l'installation des familles des militaires chargés du contrôle de l'aéroport. Il se développait ensuite très rapidement le long de la route de Sikasso. Cette extension fut ralentie avec les déguerpissements d'avril et mai 1995.

La première révision du Schéma avait prévu des extensions à Missabougou et Yirimadio. Dans ce dernier village pourtant, aucun lotissement officiel n'a eu lieu. A Missabougou, c'est seulement 36 ha qui l'ont été (SDAU 1995, page 22). L'importante extension de ces deux villages entre 1986 et 1996, s'explique donc essentiellement par des attributions coutumières même s'il est vrai que l'écho de leur prise en compte par le Schéma est une cause importante de la ruée des citadins vers eux.

Sébénikoro évolue peu. De 37 ha seulement entre les deux dates. Ce chiffre correspond bien au 38 ha que le lotissement du TF (titre foncier) 2 642 devait couvrir. Par contre, la zone de recasement de 247.6 ha ne semble pas avoir

été occupée. En effet, on aurait eu le double de la superficie actuelle. La faiblesse de l'extension de Sébénikoro est aussi constaté par le Schéma de 1995.

Conclusion

Les résultats obtenus à partir d'images spatiales posent d'abord la question du degré de précision à leur accorder. C'est le problème de validation des résultats déjà abordé au niveau de chaque traitement. Ce que l'on doit principalement noter, c'est qu'il ne faut jamais se limiter à l'exactitude accordée par les critères statistiques de validation incorporés dans les logiciels (cas par exemple de la matrice de confusion dans la classification dirigée) (82). Il faut toujours aller sur le terrain qui doit rester le but affiché du travail. Cette précaution est dictée par la nature même des données télédétectées qui ont des limites non négligeables dont on a longuement parlées. Si cette précaution est prise et exécutée correctement, les résultats seront bons à la résolution actuelle près des enregistrements d'images, c'est-à-dire à l'échelle que ceux-ci permettent (jusqu'au 1/20 000).

Les résultats ci-dessus développés sont satisfaisants. Les images, parfois utilisées avec des cartes plus anciennes, ont permis d'aboutir à des documents cartographiques utiles pour les urbanistes. Il en est ainsi de la carte de l'évolution spatiale qui est une carte inédite sur Bamako ou de la carte d'occupation du sol obtenue à partir de l'image de 1996, plus détaillée que celle du Schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme (figures 10 et 7). La composition colorée P+XS est une carte dont la richesse thématique est grande pour une interprétation visuelle. L'importance des informations issues des images se situe aussi au niveau de leur rapidité d'obtention et des statistiques qu'elles peuvent fournir. Il en est ainsi de la classification de la zone bâtie qui permet non seulement de se faire une idée de l'allure générale de la ville, mais aussi d'avoir une bonne estimation de sa surface (tableau 14).

Mais le travail de terrain n'est pas le seul facteur qui concourt, dans le contexte des pays en développement, à l'obtention de bons résultats. Si les images existent (elles demandent aussi un investissement non négligeable : 1 300 000 Fcfa pour une image panchromatique, 2 500 000 Fcfa pour une image multispectrale en 1998), il faut du matériel pour les traiter. Si tous les logiciels de traitement d'images permettent d'obtenir de celles-ci des informations, leur qualité dépend en grande partie des performances des outils utilisés et de l'existence d'une gamme assez complète. Pour ce travail, par exemple, nous avions besoin d'un bon logiciel de traitement d'images, d'un traceur (c'est-à-dire imprimante A0) pour des impressions grand format en vue de l'interprétation visuelle, d'une table à digitaliser (et donc d'un logiciel de numérisation) pour numériser les résultats d'interprétation et surtout d'un logiciel de SIG pour tirer le maxi-

(82) Car se pose aussi le problème de la validité de ces critères automatiques de validation.

mum d'informations de toutes ces données. Cette gamme complète ne peut se rencontrer que dans les laboratoires spécialisés en cartographie des pays du Nord.

Le problème d'outillage est donc majeur dans la recherche d'informations de qualité à partir d'images satellite (et même aéroportées). Cependant, les outils ne travaillent pas seuls ; il faut un opérateur pour les utiliser et tirer le meilleur d'eux. Se pose alors la question du savoir-faire qu'une étude à partir d'images requiert. Ce problème est encore plus sérieux pour les pays sous-développés. Il n'existe pas dans ces pays un environnement scientifique de haut niveau dans beaucoup de domaines et la possibilité d'accéder à ceux des pays développés n'est pas toujours accessible. Le savoir-faire appartient en effet aux hommes ; il faut leur disponibilité pour l'avoir. On touche là à un problème fondamental des relations Nord-Sud. Si le transfert de technologie est rapide, celui du savoir et surtout du savoir-faire ne l'est pas et loin s'en faut. Les avantages de coût et rapidité d'obtention d'informations des images ne servent pas, si ce problème n'est pas résolu. Il en va de la possibilité, enfin, de couvrir, à coût raisonnable, une bonne partie du territoire national des pays sous-développés avec des cartes (spatiocartes de base ou thématiques) au 1/50 000 au moins. A cette échelle, on est déjà en mesure d'entamer certaines opérations de l'aménagement du territoire.

Ces opérations qui visent à mieux connaître l'espace, à en déterminer les potentialités, à organiser, à développer un territoire rural ou une ville ne seront que plus efficientes si les techniques décrites ci-dessus sont connectées avec d'autres, au sein de bases de données permettant de produire une information géographique performante.

CHAPITRE 5

DES BASES DE DONNEES AUX OBSERVATOIRES URBAINS

1. Les bases de données

Selon le dictionnaire de l'informatique éditée par l'AFNOR, une base de données (BD) est une structure de données permettant de recevoir, de stocker et de fournir à la demande, des données à de multiples utilisateurs indépendants. Une telle base doit assurer la centralisation des données en limitant la redondance, l'indépendance entre elles et les traitements, la structuration de données complexes, leur partage, leur intégrité et leur cohérence, leur confidentialité et leur sécurité. C'est un ensemble structuré de données, généralement volumineux constituant une mémoire géante au service des décideurs et des acteurs de l'organisation. Les Banques de Données Urbaines (BDU) sont une forme particulière de bases de données. Cette appellation a été utilisée dans les années 1970, pour quelques expériences pilotes, sur l'initiative de l'Etat français, portant sur presque toutes les communautés urbaines de France (Lille, Bordeaux, Lyon, Dunkerque) et des communes de première importance comme Paris ou Marseille. Henri Pornon donne la définition suivante des Banques de Données Urbaines (BDU) : *« C'est une collection d'information sur une ville comprenant des informations géographiques (parcelles, détails topographiques...) mais aussi (et surtout) des informations alphanumériques (statistique INSEE ou DGI...) sans que les unes et les autres soient forcément rattachées »*. Il faut noter que les données contenues dans une BDU peuvent être localisées ou pas.

Une BD doit être capable de renseigner sur la situation actuelle, sur l'historique des faits et, éventuellement sur les évolutions prévisibles. Elle contient donc des objets de la réalité décrite ainsi que des liens entre ces objets. Elle doit avant tout être le reflet d'une réalité qu'elle doit représenter le plus fidèlement possible. Pour cela, elle procède par la modélisation des données décrivant cette réalité. Celle-ci, bien que réductrice de la réalité constitue un passage obligé. Depuis plus de trente ans, les informaticiens ont développé des modèles permettant d'organiser les données afin de représenter au mieux la réalité qu'ils veulent décrire.

Il est désormais admis, suite aux propositions de groupes de normalisation de distinguer trois principaux niveaux de description/modélisation des données :

- le niveau *conceptuel* où l'on décrit dans un schéma les entités du monde réel indépendamment de toute technique d'organisation et d'implantation des données ; à ce niveau, on utilise généralement un modèle sémantique ;
- le niveau *logique* où est décrite l'organisation de la BD permettant de faciliter la manipulation des données (regroupement de données, chemin d'accès, etc.) ;
- le niveau *physique* qui spécifie le mode d'implantation des structures de données en mémoire auxiliaire, conformément aux fonctionnalités offertes par le SGBD. Le schéma de la base correspond au résultat du processus de modélisation. En fonction des différentes étapes de la modélisation, on parle de schéma conceptuel et de schéma logique. La conception du schéma est essentielle avant la création et le fonctionnement de la base. A ce niveau, le concepteur définit la future base de données, décide de la solution technologique et prépare les tâches de réalisation. Un aspect essentiel du service attendu de la base de données est qu'elle restitue en permanence des renseignements cohérents et à jour. Il est dès lors important, dès sa conception, de prendre en compte les aspects évolutifs et de les décrire dans le schéma. Le schéma doit mettre en évidence les phénomènes de la réalité qui seront représentés par des collections de données ainsi que les règles d'évolution de ces phénomènes. Il est clair qu'un tel schéma ne peut être construit en une seule fois mais qu'il faut organiser sa construction en étapes. La qualité du schéma va déterminer, pour une part importante, la qualité des services qui seront assurés par le système d'information.

Parallèlement à l'évolution des modèles de données, les informaticiens ont développé des logiciels de gestion de bases de données : les Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD). Ils permettent de définir, de stocker et de mettre à jour les données conformément à un modèle particulier. Selon ces modèles, on parle de SGBD « hiérarchique », « relationnel », « orienté objets ». Ils offrent également des langages de manipulation pour effectuer des recherches de données selon différents critères. Les SGBD s'inscrivent naturellement dans le prolongement des Systèmes de Gestion de Fichiers (SGF) apparus dans les années 50, mais qui sont encore largement utilisés. Après l'avènement des SGF, la première extension a concerné le processus d'indexation des fichiers et l'on a vu apparaître les systèmes de bases de données inversées. La caractéristique fondamentale de ces systèmes est liée à la possibilité de multi-indexation pour établir des liens entre fichiers. La poursuite de l'effort de généralisation a ensuite concerné la prise en compte de structures arborescentes avec l'apparition des bases de données hiérarchiques (système IMS/DL1 d'IBM et SYSTEM 2000). C'est toujours dans le prolongement de la démarche de généralisation des systèmes de gestion de fichiers que sont apparues les bases de données réseau, qui supportent non seulement les structures arborescentes mais aussi les structures en graphe dites « réseau ». Les bases de données hiérarchiques et réseau répon-

dent aux modèles de données de première génération. Parallèlement, en 1970, était proposé le modèle relationnel. La caractéristique fondamentale du modèle proposé est l'absence de structures hiérarchiques ou réseau et le recours à des structures plates ou tables appelées relations. L'intérêt de ces propositions réside dans le caractère formel des approches qui reposent sur la théorie des ensembles et qui a permis de mieux cerner la problématique des bases de données pour donner naissance aux bases de données relationnelles. Celles-ci correspondent aux modèles de données de deuxième génération. Parmi les plus répandus, on peut citer : DATABASE II d'IBM, ORACLE d'Oracle Corp., INGRES d'Ingres Corp., PARADOX de Borland et ACCESS de Microsoft qui proposent un environnement complet de développement basé sur des SGBD relationnels permettant aux non-informaticiens de développer eux-mêmes des applications informatiques. Enfin, la recherche dans le domaine est principalement orientée, ces dernières années vers les bases de données orientées objet où des progrès notables s'effectuent de jour en jour. Certains de ces outils, comme 02 de 02 Technologie, ONTOS de Ontologie, OpenODB de Hewlett-Packard, ont déjà trouvé une application industrielle. D'autres sont encore des prototypes de recherche.

Parmi la diversité des bases de données, les bases de données géographiques occupent une place toute particulière. Dans une certaine mesure, elles peuvent être considérées comme des bases de données multimédias, mais, en réalité, la nature même des informations, leur volume et la spécificité des traitements impliquent des modélisations et des structurations particulières dans lesquelles la géométrie occupe une place primordiale. Les BD géographiques et spatiales nécessitent des modèles à sémantique riche et dotés d'une grande capacité pour exprimer des contraintes d'intégrité complexes. Elles contiennent d'importants volumes de données issues de sources telles que la photogrammétrie, la numérisation des cartes établies manuellement, les images satellitales, etc. Une base de données géographique contient des entités spatiales ou objets géographiques qui se caractérisent par leur position, leur dimension et leur forme. Elles sont divisées en points, lignes, polygones et surfaces. Le polygone est la caractéristique géographique la plus couramment utilisée dans la représentation. Une distinction est souvent faite entre données géoréférencées et données géocodées. Certains préfèrent parler d'information géographique par destination à propos des premiers et d'information géographique par nature, pour désigner les seconds. Les premiers sont associés à des objets géographiques. On peut ainsi citer en guise d'exemple de données géoréférencées : les données commerciales associées à des points ou des secteurs de vente ; les données de trafic automobile associées à des portions de routes ; les données socio-économiques associées aux communes, départements ; les données statistiques ou techniques associées à des zones d'études. Les données géocodées ne sont pas associées à des objets géographiques mais à des positions, telles qu'une adresse, une rue ou au code postal. Les fichiers de clients géocodés à l'adresse, fichier de prospection géocodé au code postal jouissent actuellement d'un essor considérable lié au commer-

ce électronique. On utilise pour ce type d'information la notion de localisant. Par localisant, on entend des informations permettant de localiser les objets dans l'espace (adresses postales, coordonnées, etc.). En effet, la plupart des recherches d'informations géographiques sont basées sur les localisants, et non pas sur les identifiants, comme c'est le cas dans les bases de données géoréférencées. Des techniques dites d'indexation spatiale sont utilisées comme procédures d'accélération de l'accès aux informations repérées par leurs localisants. Les cartes topographiques, les images satellitales et photographies aériennes corrigées sont donc également des données géocodées. La spatialisation permet de gérer à la fois les coordonnées et les informations descriptives. Une autre catégorisation des données géographiques fait référence à leur mode de représentation. On oppose généralement les modes raster et vecteur. Ces deux types de données présentent des structures différentes. Elles sont également produites et traitées selon des méthodes différentes. Les données au mode raster sont représentées sous forme d'une matrice de pixels. Ce sont des images numériques se présentant sous forme de tableaux de données. Celles-ci se rapportent à des cellules élémentaires appelées pixels dont la taille varie. C'est cette taille qui détermine la résolution de l'image. Quant aux données au mode vecteur, elles se traduisent par des éléments linéaires orientés représentés par leurs coordonnées. Elles proviennent de la digitalisation et intègrent la géométrie et la topologie. Elles se modélisent à partir des types : point, nœud, arc, face, face incluse, graphe. Ceci permet, en plus de la localisation des objets géographiques, de mémoriser leur forme dans l'espace, plus ou moins complexe, et leurs relations topologiques avec leurs voisins ou avec leurs différentes composantes. On parle alors du stockage de la géométrie et de la topologie. Toutes ces particularités des BD géographiques ont conduit à mettre au point des logiciels spéciaux que sont les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG). La manipulation de ces données fait appel à des techniques de recherche opérationnelle d'analyse de données et d'analyse spatiale.

2. Les Systèmes d'Information Géographique

La technologie des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) se situe au cœur du domaine de l'information géographique. Les SIG procèdent de la même démarche analytique que l'ensemble des domaines de la connaissance. Pour résumer cette démarche, on pourrait dire que la masse de données qui doit être traitée pour résoudre les problèmes auxquels est confrontée la société est devenue si vaste qu'elle ne peut plus être intégrée de façon adéquate par un être humain. Il faut donc effectuer des synthèses pour dégager les faits significatifs et filtrer les interférences engendrées par l'abondance des événements fortuits. Au cours des derniers siècles, les scientifiques et les gestionnaires ont développé des approches permettant d'intégrer et d'organiser les données pour construire des modèles conceptuels qui représentent les faits observés. Ces modèles per-

mettent d'organiser la connaissance du monde réel, d'analyser les faits et d'utiliser les données mesurées pour simuler les processus. La simulation permet de vérifier et de valider les hypothèses émises par les scientifiques en comparant l'évolution prévue par le modèle et les tendances observées dans la réalité. Les modèles validés sont ensuite utilisés pour comparer des scénarios d'aménagement ou évaluer les impacts d'une intervention. Les techniques de modélisation et de simulation simplifient la réalité et effectuent une synthèse des données initiales pour produire de l'information. Cette dernière résume la portion significative des données initiales et est facilement assimilable par les individus qui doivent prendre une décision.

Les moyens méthodologiques et techniques de traitement de l'information géographique se sont considérablement développés ces dix dernières années avec l'apparition des SIG. Ces systèmes, privilégiant l'approche spatiale et le traitement de la localisation, permettent de rassembler, structurer, analyser et représenter des données d'origines très diverses : recensements, enquêtes, réseaux, plans et cartes, photographies aériennes, images de télédétection, etc. Ils ont deux vocations essentielles : une vocation scientifique, par la structuration, la création, la mise en cohérence, la validation, l'actualisation de bases de données géographiques indispensables à la mise au point des outils théoriques d'analyse, et une vocation opérationnelle, en permettant aux décideurs et aux gestionnaires d'avoir à leur disposition un ensemble structuré d'information pour la prise de décisions. Leur émergence favorise l'évolution d'une recherche-action, centrée sur la gestion des systèmes spatiaux, directement exploitable par les décideurs, et privilégiant l'étude des interactions et des modes de liaison entre les diverses composantes du système spatial : composante sociale et démographique, composante physique, composante économique, composante politique, et composante culturelle. Dans le cadre de mise en relations de phénomènes multiples et complexes proposés par les nouvelles problématiques de recherche, l'utilisation de ces outils fédérateurs s'impose de plus en plus. Elle permet d'assurer le lien entre recherche et gestion, et facilite l'interdisciplinarité des études.

Une façon très générale de définir les SIG consiste à expliciter leur paradigme. Ces derniers étant nombreux, il existe, comme on peu s'y attendre, de nombreuses définitions du concept, insistant sur l'un ou l'autre de ces paradigmes. Selon Fischer et Nijkamp (Fischer M. M., et Nijkamp P. 1993), un Système d'information géographique peut être défini comme un système informatique servant à acquérir, stocker, manipuler, analyser et représenter les données géoréférencées avec les tableaux attributifs associés dans le but de résoudre des problèmes complexes de recherche, de planification et de gestion. La Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection définit les SIG comme des *« systèmes informatiques permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et organiser, de gérer, de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées graphiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace »*. Ainsi, distingue-t-on généralement quatre groupes de fonctionnalités au-dessous d'une

couche applications : l'acquisition des données géographiques d'origines diverses, la gestion pour le stockage et la recherche des données, l'analyse spatiale pour le traitement et exploitation et enfin la cartographie pour la représentation des résultats. Les fonctionnalités dans chacun de ces groupes peuvent être plus ou moins complètes dans chacun des SIG commercialisés. La notion de SIG regroupe, en plus de l'ensemble logiciel et matériel et des bases de données, les moyens humains assurant le fonctionnement de l'ensemble. L'architecture fonctionnelle de tout SIG combine des bases de données graphiques et des bases de données thématiques. Pour la partie base de données graphiques, l'information spatiale s'organise en couches de même nature thématique, le plus souvent structurée par une topologie planaire. Les opérations de croisement de l'information spatiale entre les couches qui permettent de mettre en évidence leurs rapports fonctionnels sont une spécificité des SIG. Les données graphiques sont associées à des informations descriptives ou thématiques. Cette information, saisie au clavier ou importée par fichier, est attachée aux entités spatiales par l'intermédiaire de tables attributaires qui contiennent toutes les informations nécessaires à l'analyse spatiale. Les liens entre la partie géométrique et la partie thématique de la base permettent de construire une topologie à plusieurs niveaux sémantiques d'interprétation organisée en couches. Cela permet de mettre en évidence, par des requêtes spatiales et/ou thématiques, les rapports fonctionnels entre les diverses couches informationnelles et de valider les modèles d'organisation spatiale.

Une caractéristique importante des SIG tient à leurs capacités en matière d'analyse spatiale. L'analyse spatiale est l'ensemble des concepts, méthodes et techniques qui permettent de décrire et de comprendre l'organisation des phénomènes dans l'espace géographique. Les fonctions analytiques spatiales typiques dont disposent la plupart des SIG commercialisés incluent la surcharge ou incrustation de cartes, le reclassement, la mesure, la recherche, l'interpolation, la mise en tampon, l'analyse de contiguïté et de proximité ainsi que l'optimisation de réseau. L'incrustation de cartes est la création d'une nouvelle carte dans laquelle les valeurs affectées à chaque lieu sont fonction de valeurs associées à ce lieu dans deux ou plusieurs cartes existantes. Cette opération permet de créer un nouvel ensemble de données contenant de nouveaux polygones dans les SIG de type vectoriel. Dans les SIG à grille (ou raster), cette fonction sert souvent à tirer des cartes de proposition d'occupation du sol dérivées d'un certain nombre de cartes thématiques mettant en œuvre des variables telles que la pente et le type de sol. Le reclassement consiste à réaffecter des valeurs thématiques aux catégories d'une carte existante. Les fonctions de mesure incluent le calcul de distances entre points, de longueurs de lignes, de superficies et de périmètre de polygones et de volumes. Les SIG peuvent également effectuer des recherches impliquant l'identification et l'énumération de sites répondant à un certain nombre de critères définis à l'avance. L'interpolation est la procédure qui consiste à estimer des valeurs inconnues en des lieux non échantillonnés à l'aide de valeurs connues de sites échantillonnés voisins. L'extrapolation est une procédu-

re qui estime également des valeurs pour des sites non échantillonnés. Mais dans ce cas, les sites sont extérieurs à l'aire couverte par les observations existantes. En utilisant les fonctions de tampon, on cherche d'ordinaire à définir des superficies entourant des installations ponctuelles ou linéaires existantes. L'identification d'un couloir vert le long d'un grand axe routier ou d'une ligne électrique est un exemple de création d'un tampon. Dans l'analyse de contiguïté, on caractérise des unités spatiales connectées. Les fonctions de proximité impliquent la mesure de distances (exprimées en unités de longueur, de distance parcourue dans le temps, et d'autres unités) entre caractéristiques. L'optimisation de réseau est couramment utilisée pour définir les chemins ou les circuits les plus courts. Les algorithmes à chemin le plus court sont importants pour la sélection d'un itinéraire. Les algorithmes à circuit optimisé trouvent des applications dans la collecte des ordures ménagères et les stratégies de vente. Parmi les autres capacités, on trouve la simulation et la modélisation de décision. Ces fonctions sont toutefois absentes de la plupart des SIG du commerce.

Même si le terme générique Système d'Information Géographique (SIG), s'est imposé, d'autres termes connexes coexistent. Il s'agit généralement de déclinaisons du terme par l'adjonction d'une nuance permettant d'en préciser les finalités. Les notions de Système d'information Géographique Urbain (SIGU), Système d'information Urbain (SIU), Land Information System (LIS), Système d'information du Territoire (SIT), Système d'information à Référence Spatiale (SIRS), Système d'information Urbain à Référence Spatiale (SIURS), Système d'information sur l'Environnement (SIE) sont rencontrés dans la littérature. Le terme retenu dans ce travail est celui de Système d'Information Urbain (SIU). On a de plus en plus tendance à envisager les Systèmes d'Information Urbains (SIU) comme des outils indispensables à la compréhension de la structure et du fonctionnement des villes et à la prise de décision par rapport à leur gestion. Les questions qui se posent alors sont celles-ci : ces systèmes qui ont fait leur apparition dans les pays développés depuis les années 70 et qui ont été appliqués aux villes grandes et moyennes et même petites plus récemment, sont-ils pertinents et adaptés à l'Afrique et à ses réalités ? Le cas échéant, dans quelle mesure peuvent-ils prendre en compte la spécificité du contexte des pays africains ? Une invitation à un questionnement autour de quelques aspects méthodologiques qui s'avèrent incontournables dès lors que l'on se lance dans l'exercice de conception d'un SIU.

Ainsi des BDU aux SIU, il y a eu une évolution de la prise en compte de l'espace urbain, de support passif, il devient localisant actif au travers duquel des applications diverses peuvent être instruites. Le terme SIU recouvre des expériences différentes allant de la base de données couplée avec des moyens cartographiques au SIG le plus sophistiqué. Cette diversité se détermine en fonction de la taille de la ville, de son statut administratif, des partenaires impliqués dans le projet, de ses finalités et de sa période de mise en place. D'outils d'accumulation de données les SIU ont de plus en plus tendance à devenir des moyens de prospection.

3. Les observatoires

Une évolution se fait de plus en plus sentir au niveau de l'objet et des objectifs des SIG. Il ne s'agit plus de produire des systèmes généraux et universels dont la vocation est mal définie, mais, en inversant la démarche, de fixer les objectifs et le contexte des thèmes étudiés pour fonder des observations à des fins opérationnelles répondant aux préoccupations des acteurs du SIG et des bailleurs de fond. C'est la démarche observatoire urbain qui vient se greffer à la démarche SIG. Le SIG devient un outil central de l'observatoire urbain. Les premiers objectifs d'un observatoire urbain sont le diagnostic et suivi spatio-temporel : mettre en place un observatoire revient d'abord à définir et suivre dans le temps des objets directement liés aux questions thématiques de la gestion urbaine dans un contexte opérationnel. Ce suivi spatio-temporel s'effectue à l'aide d'indicateurs qui peuvent se concevoir comme variables pertinentes, ou comme données résultant de traitements complexes. Ils doivent répondre à l'impératif de rendre compte de la réalité que l'on cherche à décrire, de pouvoir faire l'objet d'un suivi dans le temps et dans l'espace qui produise de la connaissance sur les processus analysés, et d'être applicables à des villes différentes. La Banque Mondiale définit les indicateurs comme des mesures des performances synthétisant les informations sous forme utilisable, mais elle attire néanmoins l'attention sur les problèmes non résolus de fluctuations, de variations intertemporelles et d'incertitudes. Ils constituent un instrument reconnu pour l'élaboration des politiques (indicateurs prospectifs) et pour l'évaluation de leur mise en œuvre (indicateurs rétrospectifs). Le développement d'observatoires à partir d'un SIG peut poser des problèmes considérables. Il oblige souvent à modifier certaines applications, à intégrer de nouvelles catégories, à conceptualiser de nouveau certaines données. C'est pourquoi, il est utile, dès le moment de la conception du SIG, d'avoir une perspective explicite d'évolution vers un observatoire. Ces concepts cessent, alors d'avoir des logiques contradictoires et deviennent simplement des stades de développement différents d'un même projet.

CHAPITRE 6

L'ORGANISATION SOCIO-SPATIALE DE LA VILLE

Dans ce chapitre nous procédons, à partir du prototype de SIU construit, à une analyse de la structure et de l'organisation spatiale de Bamako. Pour cela, plusieurs méthodes qui s'intègrent parfaitement à la démarche SIG ont été utilisées : méthodes statistiques, cartographiques et modélisation graphique. La démarche générale est inductive, allant du général vers le particulier. C'est ainsi que l'étude est introduite par une analyse multivariée suivie d'une classification hiérarchique ascendante pour identifier les variables structurantes et la façon dont l'espace est structuré selon ces variables. Cette analyse permet de découvrir des régularités, des discontinuités et de dégager les composantes qui structurent l'espace étudié. La modélisation sous forme de chorème vient en appui pour simplifier la lecture de cette structuration. Bien que l'analyse multivariée permette de réduire le risque d'arbitraire dans l'identification des discontinuités structurelles, elle ne prive pas d'intérêt l'analyse des discontinuités élémentaires (83) par la méthode d'analyse visuelle de carte. Nous aurons recours à cette méthode notamment pour valider les structures identifiées.

1. Les grandes tendances du corpus de variables

Les méthodes d'analyse des données apparaissent comme des outils privilégiés pour traiter l'espace géographique dont les éléments sont par essence complexes et multidimensionnels. Elles présentent l'avantage de synthétiser l'information et d'éliminer l'arbitraire qu'introduit la comparaison visuelle de cartes. Il est cependant clair, comme le fait remarquer Léna Sanders (1989), que dans l'analyse géographique l'intérêt de ces traitements dépend largement de la réflexion géographique en amont et en aval. Aussi, donnons-nous ici quelques éléments de cette réflexion.

(83) La discontinuité élémentaire est mise en évidence par une analyse portant sur un seul attribut de l'espace considéré tandis que la discontinuité structurelle est mise en évidence par la combinaison de plusieurs.

Nous avons choisi, dans cette analyse, comme individus statistiques les unités de recensements appelées Secteurs d'Enumération (SE). Il s'agit du niveau de découpage spatial le plus fin dont l'utilisation permet de minimiser la perte d'information et qui permet à posteriori de représenter les données à certains niveaux supérieurs d'agrégation (Communes).

En effet, plusieurs travaux dont celui de Dominique Couret (1994) montrent la pertinence de l'utilisation de l'îlot de recensement comme unité spatiale d'appréhension et d'analyse des données. Le « secteur d'énumération » (SE) est un regroupement d'îlots selon des critères démographiques. Il est sensé regrouper un effectif de 1 000 à 1 500 personnes. En réalité, certains SE ont un effectif dix fois plus élevé que d'autres. Ceci, aux dires des agents du bureau de recensement, peut être imputé à des erreurs de codification conduisant à l'affectation d'une partie de l'effectif d'un SE à un autre. Il faut reconnaître que ce type d'erreur est plutôt rare. Les SE résultent donc, d'un découpage statistique correspondant à une organisation pratique pour les procédés de collecte, de saisie et d'archivage. Ils sont représentés sous la forme d'un plan de repérage général disponible en 6 planches (une par commune) à l'échelle de 1 : 5 000e sans projection de référence, ni coordonnées géographiques. Ainsi, la carte censitaire constitue un document sommaire du point de vue de la transcription de l'ordre géographique. En plus, le contour des secteurs dans les zones périphériques reste le plus souvent ouvert. Si elle ne présente pas d'exactitude dimensionnelle, elle possède une certaine exactitude topologique au sens où il est possible avec un tel document d'identifier un site avec toute l'efficacité nécessaire à partir de sa position relative.

Les SE couvrent l'ensemble de l'espace urbain y compris les vides interstitiels, les édifices et espaces publics. Il existe cependant une certaine homogénéité structurale même s'il est possible d'identifier quelques SE hétérogènes, englobant une partie de quartier « régulier » et une partie de quartier « spontané » avec des structures et caractéristiques complètement différentes. Ceci dit, au regard de l'ensemble des SE, il est possible de formuler l'hypothèse d'une homogénéité interne, indispensable à leur utilisation comme individus statistiques et niveau de représentation cartographique.

Dans le but de transcrire la division de l'espace propre aux recensements et de traiter conjointement cette information avec d'autres types d'informations localisées, il a fallu réaliser une cartographie plus précise des secteurs de recensement. Pour cela une carte à l'échelle de 1 : 20 000e réalisée à partir de la restitution de couvertures aériennes et mise à jour au fur et à mesure par « Cartographie Polyvalente » qui est un service technique du District de Bamako a été utilisée. Elle présente les qualités nécessaires de précision topographique et de niveau de détail pour une transcription sur elle de la carte censitaire. C'est la cartographie obtenue au résultat de cette opération qui a été utilisée comme référentiel géomatique du prototype, selon le terme utilisé par Dominique Couret. Ce référentiel a lui-même été corrigé selon le référentiel géographique de la carte

IGN-DNCT de Bamako à l'échelle 1/20 000e. Il convient de signaler la difficulté liée à l'utilisation d'une carte presque à jour en 1996 pour la retranscription du dessin des SE datant d'avant 1987. Le changement de l'organisation du tissu urbain amène par endroits à faire des approximations. Des approximations, il y en a également eu au niveau des secteurs périphériques où on a fait passer le tracé de la limite qui reste ouvert sur la carte censitaire, au niveau de la limite administrative la plus proche (quartier, commune). Il en résulte des secteurs périphériques beaucoup plus larges et dont il faut tenir compte pour une bonne lecture des cartes. Un autre choix a été de ne considérer que les secteurs compris dans les limites du District de Bamako. Il était en effet difficile d'inclure dans le référentiel géomatique des secteurs comme ceux couvrant le quartier de Sangarébougou, qui bien que complètement intégré au tissu urbain de Bamako, n'en fait pas partie sur le plan administratif et donc ne figure pas sur la carte utilisée pour le redressage des SE. Ces types de quartiers ou même de villages seront néanmoins pris en compte dans le SIU à travers l'utilisation d'images satellitales et de photographies aériennes, notamment dans l'exercice de stratification de la Commune I.

Le choix des variables quant à lui, a été orienté par le dictionnaire du recensement lui-même. Conformément à la démarche d'ensemble inductive définie ci-dessus, nous nous sommes fixés pour objectif de sélectionner un maximum de variables permettant de caractériser et de différencier l'espace, rien ne s'opposant à ce qu'ensuite on procède à une identification et une sélection de celles qui sont véritablement structurantes. Nous plaçant dans une perspective de constitution de SIU, nous n'avons pas choisi de sélectionner une série de variables présentant une cohésion par rapport à un thème précis. Nous avons par contre privilégié l'aspect holistique, systémique et l'intégration du maximum d'informations sur lesquelles des choix secondaires pourront être effectués. Nous avons également cherché à rester dans la logique de la définition de l'environnement urbain que nous avons adopté, à savoir : le résultat des interactions entre les différentes composantes (physique, démographique, socio-économique, historique, culturel...) de la ville. C'est ainsi que dans la liste des 43 variables retenues figurent des variables démographiques, socio-économiques et des variables caractérisant l'habitat. Ces variables complètement hétérogènes à première vue présentent une homogénéité par rapport à la problématique de l'identification de l'organisation socio-spatiale de la ville. Le tableau 4 donne la liste des variables sélectionnées. Le code introduit sert à raccourcir le libellé pour plus de commodité dans les représentations graphiques.

Tableau 21 • CORRESPONDANCE CODE-LIBELLÉ DES VARIABLES

N°	CODE	LIBELLE
1	H-15	hommes de moins de 15 ans
2	H15	hommes de 15 à 59 ans
3	H60	hommes de 60 ans et plus
4	HT	hommes total
5	F-15	femmes de moins de 15 ans
6	F15	femmes de 15 à 59 ans
7	F60	femmes de 60 ans et plus
8	FT	femmes total
9	ELEC	proportion d'utilisation de l'électricité pour l'éclairage
10	GAZ	proportion d'utilisation du gaz pour l'éclairage
11	LAM	proportion d'utilisation de la lampe à pétrole pour l'éclairage
12	DUR	proportion de maison construites en dur
13	SDUR	proportion de maison construites en semi-dur
14	BANC	proportion de maison construites en banco
15	ROB	proportion de ménages s'approvisionnant en eau potable au robinet
16	PUIT	proportion de ménages s'approvisionnant en eau potable au puits
17	BFON	proportion de ménages s'approvisionnant en eau potable à la borne fontaine
18	CGAZ	proportion d'utilisation du gaz comme combustible
19	BOIS	proportion d'utilisation du bois comme combustible
20	CHAR	proportion d'utilisation du charbon de bois comme combustible
21	POLY	proportion de ménages polygames
22	LOC	proportion de locataires
23	POPR	proportion de propriétaires
24	SCOH	taux de scolarisation masculine
25	SCOF	taux de scolarisation féminine
26	PRIH	niveau d'éducation des chefs de ménages masculins : primaire
27	SECH	niveau d'éducation des chefs de ménages masculins : secondaire
28	SUPH	niveau d'éducation des chefs de ménages masculins : supérieur
29	PRIF	niveau d'éducation des chefs de ménages féminins : primaire
30	SECF	niveau d'éducation des chefs de ménages féminins : secondaire
31	SUPF	niveau d'éducation des chefs de ménages féminins : supérieur
32	SALH	proportion de salariés masculins
33	INDH	proportion d'indépendants masculins
34	SALF	proportion de salariées
35	INDF	proportion d'indépendantes
36	OSPH	occupation des hommes dans le primaire
37	OSSH	occupation des hommes dans le secondaire
38	OSTH	occupation des hommes dans le tertiaire
39	OCH	occupation des hommes dans le commerce
40	OSPF	occupation des femmes dans le primaire
41	OSSF	occupation des femmes dans le secondaire
42	OSTF	occupation des femmes dans le tertiaire
43	OCF	occupation des femmes dans le commerce

Les principales composantes de différenciation des SE de Bamako

Le logiciel SPAD.N a été utilisé pour effectuer l'analyse factorielle. L'objectif de cette dernière est ici, une identification des variables intervenant le plus dans la différenciation de l'espace intra-urbain à Bamako. Les résultats de cette analyse sont présentés sous forme de graphiques ou tableaux. La figure 14 est une représentation visant à rassembler en quelques graphes (facteurs), la plus grande partie de l'information contenue dans le tableau de données. Les facteurs ne sont autres que des combinaisons linéaires de l'ensemble des variables analysées. Leur examen montre que les cinq premiers facteurs contribuent, ensemble, à expliquer 55,13 % de l'information contenue dans le tableau. Nous avons cependant, choisi de nous limiter à l'analyse des trois premiers facteurs comme descriptifs des principales caractéristiques des SE à Bamako. Ils expliquent ensemble 44,34 % de l'information (voir colonne % cumulé),

Figure 14. TABLEAU ET HISTOGRAMME DES 40 PREMIÈRES VALEURS PROPRES-INERTIE

N°	Valeur propre	Pourcentage	% cumulé	
1	12.2365	28.46	28.46	
**********				
2	3.6581	8.51	36.96	**********
3	3.1697	7.37	44.34	**********
4	2.8013	6.51	50.85	**********
5	1.8398	4.28	55.13	**********
6	1.6408	3.82	58.94	**********
7	1.5163	3.53	62.47	**********
8	1.3578	3.16	65.63	**********
9	1.3474	3.13	68.76	**********
10	1.1430	2.66	71.42	**********

L'analyse s'effectue également à travers l'interprétation des axes factoriels. Il s'agit d'une projection des variables et individus sur un espace plan en fonction de critères de proximités définis dans un algorithme. L'ensemble des variables ayant des coordonnées relativement importantes sur l'axe sert à établir sa signification. Ainsi, l'analyse des trois premiers axes factoriels va permettre de montrer la participation simultanée de différents types de variables à la différenciation de l'espace.

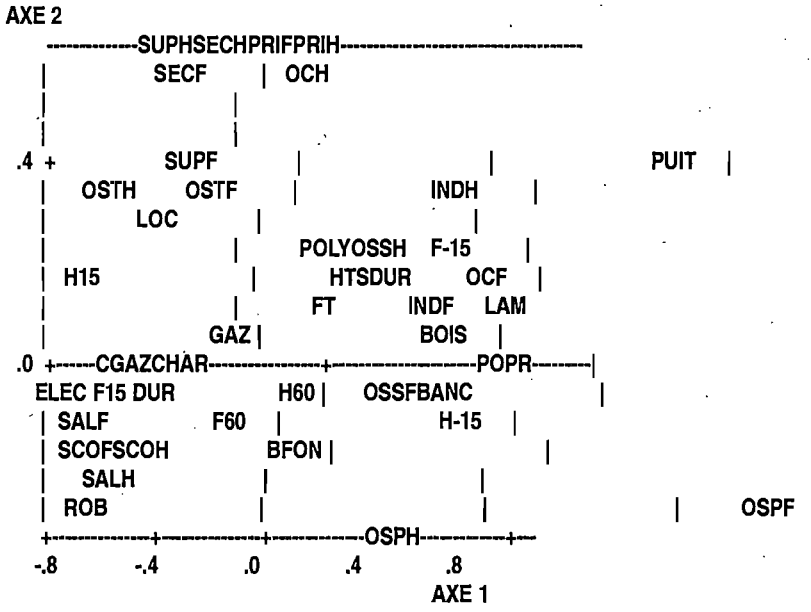
Tableau 22 • EDITION SUR LE FACTEUR 1 DES VARIABLES CONTINUES

N°	LIBELLE DE LA VARIABLE	Moyenne	Ecart-type	Coordonnée
1	Proportion d'utilisation de l'électricité, pour l'éclairage	35.40	33.21	– .87
2	Femmes de 15-59 ans	53.29	4.37	– .77
3	Proportion de ménages s'approvisionnant en eau potable au robinet	25.46	28.58	– .76
4	Hommes de 15-59 ans	54.29	6.12	– .73
5	Proportion de salariées chez les femmes	37.38	23.97	– .73
6	Taux de scolarisation féminine	58.70	18.65	– .68
7	Proportion de salariés chez les hommes	38.53	16.67	– .66
8	Proportion de maisons construites en dur	32.33	32.16	– .66
	ZONE CENTRALE			
36	Proportion de propriétaires	45.22	18.18	.63
37	Proportion de ménages s'approvisionnant en eau potable au puits	63.85	33.26	.69
38	Proportion d'indépendantes chez les femmes	37.30	25.13	.70
39	Occupation des femmes dans le commerce	42.29	22.94	.70
40	Hommes de – de 15 ans	42.28	6.50	.71
41	Femmes de – de 15 ans	43.28	4.94	.73
42	Proportion d'utilisation du bois comme combustible	6.95	13.42	.73
43	Proportion d'utilisation de la lampe à pétrole pour l'éclairage	62.77	33.38	.87

Tableau 23 • EDITION SUR LE FACTEUR 2 DES VARIABLES CONTINUES

N°	LIBELLE DE LA VARIABLE	Moyenne	Ecart-type	Coordonnée
1	Occupation dans le secteur primaire chez les hommes	12.12	10.21	– .32
2	Occupation dans le secteur primaire chez les femmes	1.93	5.02	– .29
3	Proportion de ménages s'approvisionnant en eau potable au robinet	25.46	28.58	– .23
4	Proportion de salariés chez les hommes	38.53	16.67	– .19
5	Taux de scolarisation masculin	71.23	16.79	– .16
6	Proportion de ménages s'approvisionnant en eau potable...	8.59	18.86	– .15
7	Taux de scolarisation féminin	58.70	18.65	– .15
8	Femmes de 60 ans et plus	3.43	1.58	– .10
	ZONE CENTRALE			
36	Proportion de ménages s'approvisionnant en eau potable	63.85	33.26	.29
37	Niveau d'éducation des chefs de ménage féminins : supérieur	.88	4.19	.43
38	Occupation des hommes dans le commerce	25.40	9.81	.56
39	Niveau d'éducation des chefs de ménage féminins : secondaire	3.00	7.96	.57
40	Niveau d'éducation des chefs de ménage masculins : supérieur	2.45	5.61	.62
41	Niveau d'éducation des chefs de ménage féminins: primaire	6.96	14.18	.69
42	Niveau d'éducation des chefs de ménage masculins : secondaire	4.40	7.51	.74
43	Niveau d'éducation des chefs de ménage masculins: primaire	8.96	13.75	.78

Figure 15. PLAN FACTORIEL 1-2



1.2. Axes

Axe 1 • L'opposition entre deux situations extrêmes

La figure 15 constitue une représentation des deux premiers axes, le premier en abscisse et le second en ordonnée. Le premier axe est celui dont la variance est maximale. Il explique à lui seul 28,46 % (fig. 14) de l'information contenue dans le tableau de données et c'est lui qui met en évidence les variables qui structurent le plus fortement les SE à Bamako. Cet axe traduit une structure d'opposition. Sur la partie négative de l'axe est projeté un profil correspondant aux SE disposant d'un meilleur accès aux équipements publics comme l'électricité et l'eau, se distinguant par une proportion élevée d'actifs et aussi par l'accès des femmes à la scolarité et à l'emploi salarié. Les variables qui construisent la partie positive de l'axe sont à l'opposé des premiers. Elles décrivent un profil de SE caractérisé par l'absence ou la faiblesse d'accès aux équipements publics comme l'électricité et l'adduction d'eau et leur substitution par la lampe à pétrole et le puits. Il est aussi caractérisé par une proportion plus élevée d'enfants dans la population, par l'occupation des femmes dans le petit commerce et par le statut résidentiel « propriétaire ». Une forte corrélation lie les variables constituant chacun de ces groupes traduisant ainsi, une certaine concordance dans leur

configuration spatiale. Ainsi, en regroupant les variables, on obtient les thèmes suivants, dans l'ordre décroissant qui se dégagent comme critères principaux de différenciation des SE à Bamako :

1. Equipement du logement ;
2. Structure démographique ;
3. Condition de la femme ;
4. Situation résidentielle.

Le thème *Equipement du logement* est essentiellement constitué par les variables caractérisant les modes d'éclairage (électricité, lampe à gaz, lampe à pétrole) et le mode d'approvisionnement en eau potable (robinet, fontaine publique, puits). Le thème *Structure démographique* est déterminé par la différence de proportion des groupes d'âge constitués par les jeunes de moins de 15 ans, les actifs de 15 à 59 ans et les personnes âgées de 60 ans et plus. Le thème *Condition de la femme* est déterminé par les variables caractérisant l'accès de celles-ci à l'éducation et leur situation dans l'activité (salariées, indépendantes).

L'interprétation de cet axe aboutit à des résultats plus ou moins prévisibles. Dominique Couret (Couret D., 1994), par exemple, a montré le rôle prépondérant de l'accès aux équipements publics dans la différenciation de l'habitat à Quito. Il en est de même pour le statut résidentiel ou mode d'occupation qui a, par ailleurs, été suivi par Monique Bertrand (Bertrand M., 1998) à Bamako. Par contre, les différences intra-urbaines dans la structure et les comportements démographiques n'ont pas suffisamment attiré l'attention. Il est fréquent de voir des régions entières caractérisées par le même type de transition démographique alors qu'à l'évidence la situation peut être assez hétérogène même à l'échelle d'une ville. Par ailleurs, c'est l'importance du thème *Condition de la femme* dans la différenciation intra-urbaine qui est le moins attendue. C'est un fait connu que dans plusieurs sociétés africaines on a eu tendance à envoyer avec moins d'empressement une fille qu'un garçon à l'école. Des programmes de sensibilisation visent même à corriger ces injustices. Cependant, peu de travaux ont montré que la situation sociale des femmes peut constituer, sur le plan spatial, un marqueur de réalités socio-économiques différentes à l'intérieur de la ville.

On peut affirmer en résumé que le principe premier de différenciation des SE est un principe d'opposition entre structures contrastées, dans lesquels interviennent l'ensemble des types de variables sélectionnées (variables caractérisant l'habitat, variables démographiques et variables socio-économiques).

Axe 2 • Niveau d'éducation et secteur d'occupation comme critères secondaires de différenciation

Le second facteur, nettement moins important que le précédent puisqu'il n'explique que 8,5 % de la variance totale, met en relief deux groupes de variables qui ont faiblement contribué à la définition des axes précédents. Il s'agit des variables caractérisant le niveau d'éducation des chefs de ménage et les variables caractérisant l'occupation. Il traduit à son tour un principe d'oppo-

sition entre ces deux groupes de variables, le premier se projetant sur la partie positive de l'axe et le second, sur sa partie négative (fig. 8). En clair, l'axe oppose la structure spatiale des chefs de ménage ayant atteint au moins un niveau primaire d'éducation à celle des analphabètes et actifs occupés dans le secteur primaire. Le plan factoriel constitué par ces deux premiers facteurs permet de visualiser cette double opposition.

Axe 3 • Jeunes ou vieux

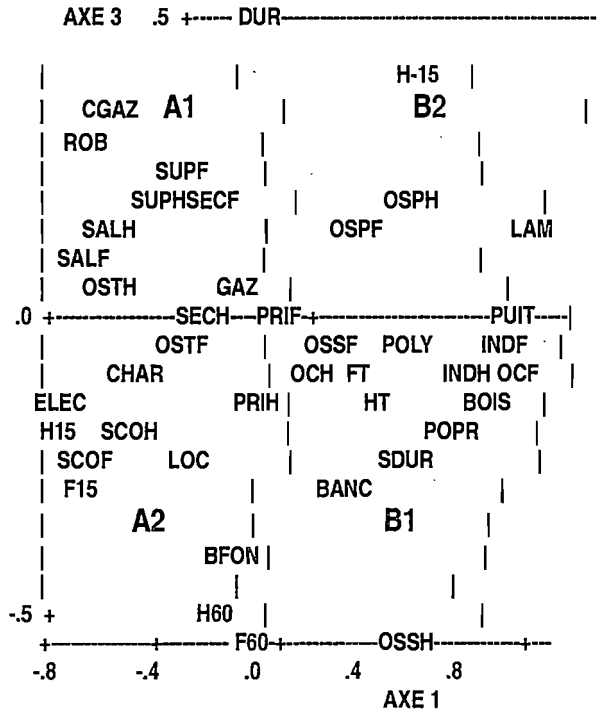
Il rend compte de 7,37 % de la variance totale. Il est principalement déterminé par l'opposition entre deux groupes d'âges : les hommes et femmes de 60 ans et plus et les hommes et femmes de moins de 15 ans. Le rôle structurant de la structure par âge de la population avait déjà été mis en évidence par le premier axe. Le présent axe le souligne de façon particulière comme le montre le tableau suivant.

On peut affirmer en résumé que sur les axes 2 et 3 sont mis en évidence des critères secondaires de différenciation, relatifs surtout au niveau d'éducation et au secteur d'occupation qui viennent s'ajouter à la liste des quatre premiers critères de différenciation.

Tableau 24 • EDITION SUR LE FACTEUR 3 DES VARIABLES CONTINUES

N°	LIBELLE DE LA VARIABLE	Moyenne	Ecart-type	Coordonnée
1	Femmes de 60 ans et plus	3.43	1.58	– .74
2	Hommes de 60 ans et plus	3.43	1.36	– .67
3	Occupation dans le secteur secondaire chez les hommes	12.43	5.33	– .51
4	Proportion de ménages s'approvisionnant en eau potable ...	8.59	18.86	– .39
5	Proportion de maisons construites en banco	31.42	29.33	– .29
6	Femmes de 15-59 ans	53.29	4.37	– .28
7	Proportion de maisons construites en semi-dûr	36.04	30.33	–.26
8	Taux de scolarisation féminine, pour les femmes	58.70	18.65	– .25
	ZONE CENTRALE			
36	Niveau d'éducation des chefs de ménage féminins: secondaire	3.00	7.96	.22
37	Occupation dans le secteur primaire chez les hommes	12.12	10.21	.22
38	Niveau d'éducation des chefs de ménage féminins: supérieur	.88	4.19	.25
39	Proportion de ménages s'approvisionnant en eau potable au	25.46	28.58	.27
40	Proportion d'utilisation du gaz comme combustible	3.48	7.18	.36
41	Hommes de – de 15 ans	42.28	6.50	.37
42	Femmes de – de 15 ans	43.28	4.94	.49
43	Proportion de maisons construites en dur	32.33	32.16	.51

Figure 16. PLAN FACTORIEL 1-3



1.3. Types

C'est avec l'analyse du plan factoriel 1-3 que nous obtenons le plus d'information synthétique de description des SE à Bamako. En effet, hormis les oppositions signalées, se distinguent nettement sur ce plan, quatre groupes de variables, correspondant à autant de types caractérisant les SE de Bamako. Ils sont déterminés selon les six critères précédemment mentionnés. Nous avons noté ces types A1, A2, B1, et B2.

Type A1 • Secteurs avec équipement optimal et une population de cadres

Ce type est caractérisé par l'adduction d'eau potable, l'utilisation du gaz comme combustible, les maisons construites en dur. Les ressources humaines y ont un niveau supérieur, sont salariées et occupées dans le secteur tertiaire.

Type A2 • Secteurs moyennement équipés avec une proportion dominante d'adultes, de personnes âgées et de locataires

Ce type est plus mixte. Il présente un niveau moyen d'équipement puisque certains ménages de ce type s'approvisionnent en eau potable à la borne fontaine. Sa particularité réside dans la proportion plus élevée qu'ailleurs de personnes entre 15 et 59 ans et de plus de 60 ans. C'est également dans les secteurs de ce type que se trouvent le plus de locataires.

Type B1 • Secteurs sous équipés avec une population de propriétaires et d'indépendants

Le type B1 caractérise les secteurs sous-équipés avec une population d'indépendants occupés dans le secteur secondaire (artisanat) et dans le commerce. La polygamie apparaît, ici, plus importante qu'ailleurs.

Type B2 • Secteurs non intégrés avec une population jeune, occupée dans le secteur primaire

Ce type caractérise les secteurs les moins intégrés avec une population tournée vers les activités agricoles et maraîchères. La population y est relativement très jeune.

2. Les structures socio-spatiales associées à ces tendances

La deuxième partie de l'analyse statistique a consisté en une classification qui est une technique complémentaire des analyses factorielles. Cette technique est très prisée des géographes car permettant d'aboutir à une cartographie tenant compte de l'ensemble de l'information contenue dans le tableau de données.

Selon Lena Sanders (Sanders L., 1989), la classification consiste *« à effectuer une partition de l'ensemble des individus statistiques élémentaires auxquels l'on s'intéresse. Une partition divise l'ensemble analysé de telle façon que chaque classe qui la constitue est non vide et telle que l'intersection de deux classes est vide ».* Il existe plusieurs méthodes de classification. Nous avons cependant choisi la classification ascendante hiérarchique (CAH) parce qu'elle est bien adaptée pour résoudre les problèmes de classification qui se posent en géographie. Elle a l'avantage de présenter les résultats de la classification sous la forme d'une hiérarchie emboîtée qui permet de définir des partitions à différents niveaux d'agrégation. Cette méthode procède par regroupements successifs des unités élémentaires en fonction de leurs ressemblances par rapport à un ensemble de critères.

2.1. Typologie des secteurs de Bamako

A partir de l'analyse factorielle effectuée, on a construit une typologie des SE en fonction de leurs similitudes de profil sur l'ensemble des variables. L'objectif de la typologie, là encore, est de décrire de façon synthétique les différentes structures que forment les SE en les regroupant en types dont les caractéristiques sont définies a posteriori par les tendances des variables que nous venons de mettre en évidence. La description des types permet d'avoir une vision d'ensemble sans trop perdre d'information. Pour avoir le plus d'informations tout en observant les règles de sémiologie graphique, nous avons choisi a priori de nous arrêter à six classes. L'analyse des résultats et leur comparaison avec d'autres typologies de l'espace bamakois nous a permis de valider ce choix. Le graphique à cause de sa taille (7 feuilles A4) n'a pas pu figurer dans ces pages. Les six classes suivantes (cf. figure 17) renvoient par leur contenu aux quatre types précédents.

Avant de présenter ces six classes, il est important de signaler que le nœud ayant l'indice de niveau le plus élevé divise l'espace bamakois en deux classes. Il s'agit du premier niveau de différentiation de l'espace urbain à Bamako. Ces deux classes sont les suivantes :

1. Les secteurs spontanés non intégrés ou sous-intégrés

Ils regroupent les classes 1 et 2 suivantes et correspondent au type B.

2. Les secteurs planifiés et intégrés

Ils regroupent les classes 3, 4, 5, et 6 suivantes et correspondent au type A;

En poussant l'analyse, ces deux classes se subdivisent pour faire apparaître les six suivantes :

Classe 1 • La ville marginale

La classe 1 correspond au type B1. Sur le plan spatial, les SE correspondants à cette classe sont situés en marge des secteurs planifiés. Ils correspondent à des localités d'occupation ancienne et densément peuplées comme les quartiers Banconi et Niamakoro. Selon la tradition orale, le premier habitant de Bamako se serait installé aux environs de Banconi. Le mot péricentre est adapté pour ces quartiers qui, il y a peu, étaient qualifiés de périphériques (84). Pour donner un exemple, on peut citer le quartier Banconi qui est considéré comme périphérique certainement parce que sous-intégré mais qui géographiquement est plus proche du centre que le quartier résidentiel Korofina. Les équipements publics comme le branchement d'électricité et l'adduction d'eau y sont embryonnaires là où ils existent. Aussi, la population a recours principalement au puits pour l'approvisionnement en eau potable, à la lampe à pétrole pour l'éclairage et au bois comme combustible pour la cuisine. Le matériau dominant de construction est le banco (la terre) bien que certaines maisons soient construites en semi-dûr, c'est-à-dire en briques de terre recouvertes d'une couche de ciment. Certains SE de cette classe correspondent à des parties de tissu urbain spontané ayant bénéficié de programmes de réhabilitation. C'est surtout l'activité qui distingue le plus cette classe de la suivante qui lui est la plus proche. En effet, les actifs de cette classe sont des « indépendants isolés » occupés surtout dans les métiers de l'artisanat et dans le commerce. Voir figure n°17, Bamako : Typologie 1987.

Le régime matrimonial « polygamie » est relativement plus important. La promiscuité due à l'ancienneté de l'urbanisation et les mauvaises conditions d'équipement contribuent à créer dans ces secteurs un environnement très insalubre. Il n'est pas rare qu'à certains endroits on éprouve des difficultés à emprunter la rue en raison des eaux usées qui l'occupent, n'ayant pas trouvé de canalisation pour s'écouler. Le programme de réhabilitation *Sauvons notre quartier* a contribué à réduire ces nuisances dans certaines parties de ces secteurs.

(84) Cf. enquête de Van Westen (Van Westen, 1987).

Classe 2 • La ville rurale

La classe 2 correspond au type B2 et est constituée par une population qui vit dans la ville sans être de la ville. En effet, la population vivant dans les secteurs correspondant à cette classe est complètement tournée vers les activités maraîchères et agricoles. Ces secteurs sont situés sur des localités considérées il y a peu comme des villages (85). C'est le cas de Lassa, Yirimadio ou Sogonafing. Sur le plan spatial, la classe est représentée par les secteurs les plus excentrés et disposant de vastes espaces agricoles. La forte proportion d'enfants de moins de 15 ans laisse supposer que s'installent dans ces secteurs de jeunes couples (d'immigrants ?) avec un fort potentiel de procréation. Sans chercher à s'intégrer à la vie urbaine, la proximité de la ville permet à ces populations de tirer un meilleur profit de leur activité. Ces secteurs se greffant généralement aux premiers forment de véritables fronts pionniers de l'urbanisation. L'habitat y est beaucoup moins dense. Par endroits, on essaie même de recourir aux services de géomètres privés pour construire les maisons en ligne, dans l'espoir d'échapper à d'éventuelles démolitions. Tout ceci contribue à rendre l'environnement moins insalubre.

Classe 3 • La ville ancienne

Avec la troisième classe, nous entrons dans la catégorie des secteurs situés sur des espaces planifiés. La classe 3 correspond avec la classe 4 au type A2. Les secteurs concernés couvrent les quartiers Bozola, Bagadadji, Missira, Médina-Coura et une partie de Niaréla. Mis à part Missira qui a été créé entre 1940 et 1960, l'ensemble de ces quartiers existait avant 1940. Ils correspondent à la première ville « indigène », selon l'appellation coloniale. Ils sont caractérisés par un niveau d'équipement très moyen avec, par exemple, un recours important aux fontaines publiques pour l'approvisionnement en eau potable, au bois comme combustible et par des structures familiales particulières. La proportion de personnes âgées est plus importante qu'ailleurs. A la différence de la classe suivante, la classe 3 n'est pas homogène par rapport au statut de résidence. En effet, dans les secteurs orientaux de la classe qui sont des extensions plus jeunes comme le quartier Missira, domine le statut de locataire tandis qu'il y a plus de propriétaires dans les secteurs occidentaux. C'est dans ces derniers que se rencontrent les plus fortes densités de population. La plupart des maisons sont construites en semi-dur, c'est-à-dire en terre recouverte d'un crépi de ciment. En raison de la position centrale, une activité commerciale et de petits métiers intense se développe sur les axes routiers. Un fort sentiment de notabilité et de « propriété de la ville » prévaut.

Classe 4 • La ville de l'explosion urbaine

Les secteurs de cette classe sont les plus étendus en surface. Ils correspondent aux quartiers péricentraux. Ce sont ces quartiers intermédiaires qui ne sont ni les centres historiques, ni les espaces périphériques et périurbains ; ni les

(85) Cf. enquête de la Direction du Projet Urbain (Direction du Projet Urbain, 1984).

quartiers les plus vieux mais déjà d'un certain âge. Le mot qui caractérise le mieux les secteurs appartenant à cette catégorie est « mixité ». Mixité dans les équipements avec l'existence de fontaines publiques à côté du branchement individuel au réseau d'eau ; mixité des matériaux de construction mais aussi mixité sociale. Le marché locatif est important dans ces espaces. Ils sont choisis par les fonctionnaires mais aussi par les personnes occupées dans le secteur secondaire à cause des loyers plus abordables que dans les quartiers résidentiels et à cause du niveau satisfaisant d'équipement. Le combustible le plus utilisé pour la cuisine est le charbon de bois. Cette classe se distingue de la précédente également par les proportions plus élevées d'enfants scolarisés. Les secteurs concernés par cette classe se situent d'une part, sur des quartiers comme Bamako-coura, Darsalam, Dravéla, Dravéla-Bolibana, Ouolofobougou, Ouolofobougou-Bolibana qui, tout comme les quartiers de la classe 3, datent d'avant 1940 si bien qu'ils sont rattachés dans la plupart des classifications au vieux centre historique. Cependant, par leurs caractéristiques socio-démographiques, ils ressemblent plus aux autres secteurs de la classe 4. Les secteurs de la classe se situent d'autre part sur des quartiers comme Badialan I, II, et III, Niomirambougou, Samé, Hamdallaye, Lafiabougou, une partie de Djicoroni Para, Badalabougou, Quartier Mali, une partie de Daoudabougou, Sogoninko, une partie de Faladié, une partie de Magnambougou et même une partie de l'Hippodrome. Ces quartiers ont été créés entre les années 40 et les années 70 et sont, pour la plupart, le produit des grandes opérations de lotissement consécutives à l'explosion urbaine des années 70.

Classe 5 • La ville aisée

Les secteurs appartenant à cette classe comme ceux appartenant à la suivante correspondent au type A1. Ils couvrent la majeure partie des quartiers Hippodrome, Boulkassoumbougou, Djélibougou, Korofina Nord et Sud, mais aussi l'est (extension) de Quinzambougou, le sud et l'est de Niaréla. Une petite enclave de cette classe se situe à Niamakoro. Ces secteurs se caractérisent par un habitat de type villa, c'est-à-dire maisons construites suivant un standing moderne sur des sites plus ou moins viabilisés. Ces secteurs sont choisis par une population de propriétaire ou locataire aux revenus plus élevés que la moyenne. Ce sont des cadres supérieurs et des riches commerçants. C'est entre cette classe et les précédentes que se situe la vraie barrière sociale à Bamako.

Classe 6 • La ville active

Ces secteurs correspondent principalement au centre administratif et commercial, et à la partie administrative de Daoudabougou comprise entre l'Avenue de l'OUA (route nationale allant vers Ségou et Sikasso) et le fleuve Niger. Figurent également dans cette classe les secteurs situés sur des grands équipements publics comme le Champ Hippique de Bamako et le Stade Omnisport Modibo Kéita. Ces parties de la classe sont évidemment peu peuplées. En outre, le centre administratif et commercial correspond à la vieille « ville européenne » coloniale : un habitat de villas avec de grandes parcelles très boisées caractéri-

se cette partie de la classe. Hormis les bâtiments administratifs, existent quelques cités réservées aux hauts fonctionnaires. Les quartiers SEMA I et II sont également couverts par les secteurs appartenant à cette classe. Ceci est dû à l'homogénéité qu'ils présentent et aux valeurs particulièrement élevées de certaines variables comme le pourcentage de ménages s'éclairant à l'électricité.

2.2. Valeur ajoutée de la typologie par rapport aux précédents

Plusieurs classifications ont été effectuées sur Bamako selon des critères voisins (86). Ces critères peuvent se résumer en critères historiques, critère de localisation spatiale opposant centre et périphérie, critère type d'habitat, critère type de trame, critère d'appropriation foncière. Ces typologies ont été réalisées à des périodes diverses et avec des objectifs différents. Ils ont donc abouti à des résultats assez différents. Sans mettre en cause ces différentes typologies, notre typologie peut utilement les compléter. Le principal inconvénient de l'ensemble des typologies ci-dessous indiquées est l'utilisation du quartier comme unité de base. C'est pourtant un fait connu que le quartier n'est pas une entité homogène à Bamako. Comment alors classer un quartier comme Quinzambougou où l'ouest fait partie du centre historique et l'est des quartiers résidentiels. Dans les typologies, on a simplement choisi de l'affecter à l'une ou l'autre de ces classes. Ainsi dans l'*Enquête logement* du ministère des Travaux Publics de l'Urbanisme et de la Construction, Quinzambougou fait partie des quartiers tramés anciens, alors que dans la typologie de Bâ Kouamé et Mbaké, il fait partie des quartiers tramés récents. Ces typologies ont pourtant été réalisées à seulement un an d'intervalle. Des situations similaires sont décelables dans quasiment tous les quartiers. En outre, la classification automatique par traitement de données permet de mettre au jour certaines subtilités que l'on ne peut déceler en réalisant une classification « supervisée ». C'est, par exemple, le cas des quartiers centraux de l'est et ceux de l'ouest qu'aucune classification n'a distingué. Pourtant, sur l'ensemble des variables utilisées ces derniers ressemblent plus aux quartiers péricentraux plus jeunes qu'aux autres quartiers de même âge. De même, le centre administratif et commercial a le plus souvent été intégré aux vieux quartiers centraux alors que par ses caractéristiques, il se rapproche plus des quartiers péricentraux résidentiels. Par ailleurs, peu de catégorisation avait été fait à l'intérieur des

(86) On peut notamment citer d'après Lucie Gingras (Gingras L., 1994) :

- la typologie de la Direction du Projet Urbain (1984) ;
- la typologie de l'enquête de van Westen (1983-84) ;
- la typologie utilisée pour l'échantillonnage de l'*Enquête logement* du ministère des Travaux Publics de l'Urbanisme et de la Construction (1992) ;
- la typologie de Bâ, Kouamé et Mbacké pour l'analyse des données de l'*Enquête sur la mortalité infantile au Sahel* (1993) ;
- la typologie utilisée pour l'échantillonnage de l'enquête *Insertion des migrants en milieu urbain du Sahel* (1992) ;
- la typologie proposée par Gingras L. et utilisée pour l'analyse des données de l'enquête *Insertion des migrants en milieu urbain du Sahel.*

quartiers spontanés. Certaines typologies (typologie de l'enquête *Insertion des migrants en milieu urbain du Sahel*) ont, au mieux, introduit une distinction entre quartiers spontanés lotis, c'est-à-dire ayant bénéficié d'un programme de réhabilitation et quartiers spontanés non lotis. Aucune typologie n'a abouti à la mise en évidence de deux niveaux qualitativement différents du spontané. Les structures mises en évidence par cette typologie et par les autres cartes traduisent l'organisation de l'espace. Pour mieux expliquer et communiquer cette organisation, nous avons recours, après les traitements statistique et cartographique de l'information, à son traitement graphique.

3. Un modèle spécifique de la ville de Bamako

Comme signalé précédemment, la modélisation graphique a été mise à contribution dans ce qui est une tentative, après la classification, d'avancer d'un cran dans l'abstraction et l'explication. Ce type de modélisation nous a permis de traduire uniquement les interactions de type géographique, spatiales.

Construction du modèle, principes de base

La présente modélisation, comme l'ensemble de l'analyse est inductive. Elle tire parti de l'ensemble du raisonnement et de l'iconographie précédente et à venir. Ce choix procède d'un effort pour faire reposer le raisonnement sur des données et des analyses rigoureuses. La construction du modèle est suivie par la discussion des structures constatées. Dans l'exercice de modélisation de la ville de Bamako, nous utilisons principalement les structures existantes en 1987 (date du recensement utilisé). Deux grands types de logiques semblent dominer l'organisation de la ville :

A. **Les logiques auréolaires : un gradient centre-périphérie**

La ville de Bamako s'organise à l'évidence selon un gradient auréolaire. Celui-ci exprime l'intensité et l'ancienneté du peuplement et de l'urbanisation. Il est également révélateur de la valeur du sol et de la partition récurrente dans les pays en développement : ville régulière, planifiée et ville irrégulière, spontanée. Nous utilisons deux documents pour soutenir l'argumentation en faveur de l'existence de ce gradient et pour modéliser, en fonction, les structures de l'espace bamakois.

Le premier est la carte constituée sur la base de la typologie effectuée précédemment (cf. planche n° 17). Le second document est la carte de la densité et des contraintes du site (cf. planche n° 18). La carte résultant de la typologie met en évidence une disposition en auréoles concentriques malgré une assez grande mixité dans la ville, ceci dénote une structuration socio-économique selon ce gradient. Le gradient auréolaire apparaît également sur la carte des densités. Celle-ci est un bon révélateur des processus en cours sur un territoire. Elle est également à un moment donné, mémoire des évolutions passées. Une observation même rapide de cette carte montre une grande irrégularité de concentration et,

en même temps, une certaine régularité dans l'ordonnancement. L'exercice consiste à définir la tendance dominante dans la structuration des densités. La première observation qui se dégage de l'examen de la carte est la différence des niveaux de concentration entre les parties de la ville situées en rive droite et en rive gauche. Nous reviendrons sur ce phénomène dans l'examen des dissymétries. La structuration monocentrique est plus évidente en rive droite. Le modèle monocentrique intègre implicitement les spécialisations de l'espace urbain qui se traduisent par une organisation fonctionnelle certes, mais aussi et surtout résidentielle. Ainsi en rive droite, on observe au centre géographique, administratif et commercial des valeurs de densité très faibles. Ce phénomène qui a souvent fait appel à l'image de « cratère » de densité est assez récurrent dans la mesure où ces centres sont des zones d'activité avec peu d'habitat. Autour de ce « cratère » central et plus ou moins prolongées selon les axes se situent les zones ayant les plus fortes concentrations. Elles correspondent à la classe que nous avons appelé « la ville ancienne » et aux premiers quartiers lotis de la ville. Cette zone est elle-même entourée de zones présentant des concentrations moyennes (à l'ouest) voire faibles (à l'est). Celles-ci correspondent respectivement à « la ville de l'explosion urbaine » et à « la ville aisée ». Toute la partie centrale de la rive gauche peut également être inclue dans cette zone de densité. Enfin, tout autour de la ville, avec une plus grande extension en rive droite, se situe une zone de faibles densités. Il s'agit des secteurs correspondant aux classes : « la ville en marge » et « la ville rurale ». Ces régularités sont « perturbées » par un certain nombre de facteurs parmi lesquels on peut citer les vides interstitiels. C'est le cas, par exemple, en rive gauche de la zone de l'ancien aéroport, à l'ouest et de la réserve foncière de Sotuba à l'est.

Parmi les autres facteurs de « perturbation » du modèle auréolaire, on peut citer, à la suite de Sandrine Berroir (Berroir S., 1996), les temporalités et l'étalement. Les quartiers de Banconi et Fadjiguila permettent d'illustrer ces deux phénomènes. Le terme temporalité fait référence à l'âge des logements. En effet, celui-ci intervient directement dans la définition des niveaux de densité. Des zones situées à même distance du centre peuvent avoir des densités de population très différentes suivant l'âge et le type des constructions. Ainsi, les secteurs situés sur le quartier de Banconi créent une discontinuité par rapport à ceux situés sur les quartiers de l'Hippodrome et de Korofina qui l'entourent de part et d'autre. Le quartier de Banconi est en réalité l'un des plus vieux de la ville. Il a par la suite été cerné par les lotissements, beaucoup plus récents, des quartiers résidentiels de l'Hippodrome et Korofina. La situation est exactement similaire à Fadjigila qui présente des niveaux de densité plus élevés que ceux des quartiers résidentiels Korofina et Djélibougou qui l'enclavent. La seconde logique que les quartiers de Banconi et Fadjigila permettent d'illustrer est l'étalement. Quand même dans une ville prévaut la domination d'un centre unique, le très grand étalement de l'espace urbain accroît l'hétérogénéité des espaces intra-urbains et périurbains. Cet étalement, souvent accompagné d'une sectorisation et

d'une spécialisation du territoire, favorise l'émergence de centres secondaires. Des types d'activité et des groupes de populations inégalement attirés par le centre et pour lesquels la localisation au centre ou à sa proximité est plus ou moins accessible sont isolés. Ainsi, Jean-Marie Gibbal (Gibbal JM, 1988), dans un article consacré à Fadjiguila, où les densités sont également fortes montrait comment dans ce « village dans la ville » les habitants développaient une sociabilité propre, même si le travail les oblige à se rendre en ville, c'est-à-dire au centre.

B. Les logiques linéaires

Le site : des contraintes liées au fleuve et au relief

A Bamako, l'effet de barrière est exercé par deux éléments naturels que sont le relief (le plateau Mandingue) et le fleuve Niger. Celui-ci, tout en jouant un effet d'axe crée une véritable rupture au sein de la ville induisant des principes de dissymétrie et d'opposition. L'opposition des rives septentrionale et méridionale de l'agglomération est, selon Bertrand M. (1998), sans doute l'une des plus ressenties par les citadins. La ville a commencé à se développer au nord. Là, aux premiers quartiers ou hameaux des fondateurs de la ville, sont venus s'ajouter, à l'époque coloniale, les quartiers « européens » avec l'administration et le commerce, puis les premières extensions « indigènes ». Les lotissements du nouvel Etat malien ont prolongé ce noyau central surtout dans les directions est et ouest. C'est également à cette période que se sont opérés les premiers débordements en rive méridionale suite à la réalisation du premier pont sur le fleuve. Ce « droit d'aînesse » se traduit notamment par un niveau d'équipement meilleur au nord. Au sud en revanche, l'urbanisation est plus récente, moins dense, mais aussi plus rapide depuis trente ans. Le premier pont qui relie les deux parties de la ville n'a été réalisé qu'à partir de 1958, le second beaucoup plus récent a été achevé en 1993. Son influence n'est donc pas notable sur les structures que nous analysons, celles-ci datant de 1987. La carte sur l'accès des ménages à l'électricité illustre bien les différences de niveau d'équipement entre les deux rives du fleuve (cf. figure n° 19). Les classes définies dans la légende de la carte représentent les pourcentages de ménages disposant de l'électricité en 1987. Elles ont été obtenues à partir d'une discrétisation selon les seuils naturels.

Selon le document d'analyse des résultats du recensement, est considéré comme disposant de l'électricité un ménage disposant d'une installation permanente d'éclairage dont les fils sont branchés à une source de distribution d'électricité comme la société Energie Du Mali (EDM) ou sur une source privée telle que batterie. L'électricité constitue à Bamako le type d'éclairage le plus important avec un taux d'accès des ménages de plus de 63 %, les autres sources de lumière étant les lampes à pétrole (32 %) et à gaz. Ces taux cachent cependant, des disparités énormes liées essentiellement au niveau de couverture des différentes parties de la ville par la société EDM. D'une observation plus attentive de la carte se dégagent deux directions de ségrégation :

• **Une direction centre-périphérie avec un étalement vers l'est et vers l'ouest.** Elle est déterminée par le caractère régulier (c'est-à-dire planifié) ou non des quartiers auxquels appartiennent les SE. En effet, les quartiers « irréguliers », apparus pour des raisons connues se sont développés à Bamako tout autour de la ville « régulière ». Dans d'autres cas, ce sont des villages qui ont été absorbés par la ville dans sa croissance, devenant des quartiers tout en conservant leur structure de village. Ces quartiers se distinguent sur la carte à travers un contour des limites de SE plus fragmenté reflétant la physionomie des rues. Une stratégie de leur éradication a longtemps dominé les politiques d'aménagement urbain. Ce qui explique le manque d'équipement public en leur sein. La tendance actuelle est à leur intégration, notamment à travers l'opération « Sauvons notre quartier », qui se propose de doter les quartiers « irréguliers » d'un minimum d'infrastructures et d'équipement y compris quelques lignes d'électricité. En 1987, le taux d'accès des ménages à l'électricité y variait entre 0 et 30 %. Dans les quartiers réguliers, il est partout supérieur à 30 %. La structure spatiale de l'accès à l'électricité à Bamako fait également apparaître de façon nette et à l'opposé des quartiers périphériques, le centre administratif et commercial disposant d'un accès quasi total à l'électricité. Au regard de ces observations, on peut difficilement omettre le constat d'une certaine persistance des structures spatiales héritées de la période coloniale.

• **Une direction nord-sud**

Celle-ci fait apparaître l'influence du fleuve en tant que barrière naturelle au développement de la ville et à l'extension de ses équipements. En effet, l'occupation de la rive droite du fleuve est beaucoup plus récente que celle de la rive gauche et le taux d'accès à l'électricité y est de façon générale plus bas.

L'axe sus-mentionné et formé par les quartiers Badalabougou, Sogoninko, Faladié, correspondant à des lotissements effectués dans cette chronologie s'y distingue avec des valeurs plus fortes qu'ailleurs dans cette partie de la ville. Un projet d'extension du réseau EDM sur l'ensemble de la ville, y compris les quartiers irréguliers réhabilités, est élaboré et est en recherche de financement. La contrainte exercée par le fleuve crée donc une dissymétrie en termes d'importance relative des auréoles. Cette dissymétrie elle-même guide des oppositions sectorielles comme, par exemple, les fonctions administratives, commerciales et même industrielles qui se trouvent concentrées au nord.
Le relief par l'effet de barrière qu'il exerce surtout au nord contribue au glissement démographique de l'agglomération vers le sud (cf. figure n°18).

• **Rive nord : site bloqué**

Le site naturel s'inscrit entre le fleuve au sud et les monts Manding qui cernent la surface urbanisable au nord et la referment à l'est et à l'ouest, n'y laissant qu'un étroit passage. Ce périmètre représente quelques 7 000 ha. Il est aujourd'hui totalement urbanisé ou en voie de l'être y compris les vides interstitiels dont il a été question en examinant les structures de 1987. L'habitat spon-

tané a même continué à développer ses protubérances jusque dans les flancs de colline.

• **Rive sud : de vastes terrains urbanisables**

L'explosion urbaine de la rive méridionale profite en effet d'une large disponibilité foncière. Les escarpements se limitent à quelques collines latéritiques visibles surtout à l'ouest entre Badalabougou et Baco-djicoroni et à l'est au niveau de Magnanbougou. Cependant, les dimensions plus modestes et la fragmentation de ces escarpements sont telles qu'ils n'ont pas véritablement entravé la progression rapide des nouveaux quartiers le plus souvent d'habitat spontané vers le sud. Cernés depuis longtemps, ils commencent à être conquis à leur tour par l'habitat.

• **Les axes de communication**

Les voies de communication viennent exercer sur les auréoles concentriques un effet d'axe en les étirant principalement dans une direction est-ouest et secondairement nord-ouest/sud-est. Leur effet conjugué au gradient auréolaire inspire un archétype radio-concentrique.

La carte des densités permet là encore d'illustrer le phénomène. En effet, un axe oblique de fortes densités allant du quartier Badialan en rive gauche au quartier Sogoninko en rive droite en passant par Bolibana et Bamako-coura est formé par les routes nationales allant vers la ville de Kati d'une part, et vers celles de Ségou et de Sikasso d'autre part. Cet axe et l'étalement dont il a été question sont en train de contribuer à l'émergence d'un centre secondaire au niveau de Sogoninko. Cet axe ressort nettement également sur la carte résultant de la typologie. Le principal axe structurant reste, cependant, celui formé par les routes nationales allant vers Koulikoro à l'est et vers la Guinée, à l'ouest.

Le modèle spécifique synthétique est obtenu par la combinaison des modèles analytiques représentant les différents principes et effets évoqués (cf. figure n° 20).

Commentaire synthétique de la modélisation

La modélisation a suivi un schéma allant de l'analytique au synthétique et du général au spécifique. Les résultats sont présentés dans 9 casiers numérotés de « a » à « i » :

a. Dans le casier est présenté un modèle élémentaire général d'un site avec une coupure importante.

b. Modèles analytiques de structures auréolaire concentrique et radiale. Le modèle auréolaire concentrique est principalement inspiré par les structures socio-spatiales de la ville et le modèle radial par les axes de communication et le fleuve.

c. Combinaison des modèles auréolaire et radial donnant un archétype radio-concentrique. Les voies de communication et le fleuve exercent un effet d'axe sur les auréoles concentriques en les étirant dans leur sens.

d. Dans ce casier sont présentés des chorotypes correspondant aux deux principaux effets de site influant sur la ville. Il s'agit du relief d'une part, et du fleuve

d'autre part. L'influence dominante du relief est l'effet de barrière qu'il exerce surtout au nord de la ville. Le fleuve, en plus de l'effet d'axe qu'il induit, crée une rupture entre ses rives septentrionales et méridionales.
e. Les deux effets de site présentés dans le casier « d » introduisent un effet de dissymétrie et d'opposition entre les parties septentrionale et méridionale de la ville. Le relief par son effet de barrière contribue au glissement démographique de l'agglomération vers le sud et le fleuve par la rupture qu'il crée contribue à induire des oppositions entre ses deux rives. Cette rupture est cependant atténuée par l'effet du pont qui favorise un glissement des auréoles vers le sud.
f. Combinaison du modèle de dissymétrie et du modèle radial.
g. La ligne 3 du tableau (g, h, i) correspond à une déclinaison de la ligne 2 (chorotype) selon le contexte spécifique de la ville de Bamako : orientation nord-est/sud-ouest des logiques linéaires, direction des axes et forme des auréoles.
i. Modèle synthétique spécifique : les flèches indiquent les directions de croissance de la ville.

CONCLUSION

La démarche SIG, par la structuration des données qu'elle exige, permet ensuite de les utiliser facilement pour différents types d'analyses. Par ailleurs, elle met en lumière l'importance du jeu des échelles dans l'appréhension des phénomènes. Par exemple, une observation de la mobilité au niveau des cours fait apparaître des configurations, des logiques et des déterminants que l'analyse au niveau géographique des SE ne permet pas de discerner. Ceci montre combien il est important de se situer à une échelle pertinente pour saisir chaque phénomène. Mieux, il convient d'analyser un phénomène à des niveaux différents et complémentaires pour l'appréhender dans sa globalité. L'identification de ces échelles et phénomènes constitue un grand champ pour la recherche géographique et un des objectifs de ce travail.

D'apparence neutre, ces observations renvoient à des considérations méthodologiques essentielles quand on se place dans une perspective d'utilisation des SIG dans l'aménagement de l'espace. La question qui se pose est : quel est le rôle des SIG dans la construction de perceptions et dans les processus de négociation et d'aménagement ? Dans la démarche d'aménagement, l'espace intervient moins de façon directe qu'à travers les représentations portées par les différents intervenants. Chaque acteur construit sa propre représentation de l'espace et, en règle générale, ces représentations ne se superposent pas. Elles se trouvent même souvent en situation conflictuelle. Les différentes variables de la perception influencent de façon directe les comportements. On est donc en droit de se questionner sur le rôle des SIG comme outils contribuant à la construction de représentations. Les SIG, faut-il le rappeler, contrairement à la carte traditionnelle, permettent de changer de lieu, d'échelle, de mode de représentation, de niveau d'agrégation, etc., de façon dynamique, rapide et puissante. Ils offrent

un regard nouveau sur la disposition des phénomènes et objets géographiques, à des échelles que l'on peut à loisir faire varier, favorisant ainsi la compréhension de l'espace étudié. Il y a une matérialisation de l'espace plus forte à travers la lecture que permettent les SIG (Roche S., 1997). Ceux-ci semblent aujourd'hui proposer et fournir des représentations de l'espace que l'on aura, sans doute, tendance à présenter comme indiscutables, objectives et qu'il sera tentant de vouloir imposer comme la référence, l'autorité, obligeant ainsi chacun (élus, techniciens, thématiciens, etc.) à changer les échelles d'observation, à remettre en cause ses propres représentations. On peut donc aisément imaginer qu'elles peuvent être les tentations des uns et des autres à vouloir user de cet outil pour influencer les représentations spatiales et les comportements des individus et des groupes. Si les SIG apportent effectivement une vision plus nette de l'espace, cette vision demeure toujours relative. Ce qui est vu à partir du SIG reste un espace perçu. Vu sous cet angle, le SIG devient plus que jamais un enjeu stratégique et un outil de pouvoir dont il faut prévenir les dérives d'utilisation par un éclairage méthodologique suffisant. Il convient à ce niveau de revenir sur la pertinence du secteur d'énumération comme niveau de représentation et d'analyse. Ce niveau, comme le montre l'analyse précédente, permet une mise en évidence plus fine des structures urbaines que les niveaux communément utilisés du quartier et de la commune. Il pose cependant d'énormes difficultés quand on se place dans une perspective de suivi diachronique dans le contexte du Mali. Nous avons eu la possibilité, avant la fin de notre travail d'examiner le résultat de la mise à jour de la cartographie censitaire ayant servi de base à l'opération de 1998. Nous avons déjà signalé que le critère objectif de définition des SE est démographique. Les résultats provisoires du recensement de 1998 montrent que la population de la ville a globalement augmenté entre 1987 et 1998 de 357 892 personnes. Cette augmentation se traduit non seulement par une extension spatiale de la ville mais aussi par sa densification. Il est le fait de l'ensemble des communes, les communes centrales (III et II), dans une moindre mesure. La traduction de cette situation au niveau de la carte censitaire est la création de nouveaux SE dans les zones d'extension et leur éclatement dans les zones centrales. Le problème qui se pose alors est celui de la non-conservation des limites de 1987 dans la plupart des cas. Amener les unités de 1998 à celles de 1987 pour dégager la dynamique imposera alors énormément de calculs et aussi d'approximations. Au final, il convient d'insister sur l'importance de la prise en compte du suivi des dynamiques spatiales, aux niveaux de découpage les plus fins, dans la conception des opérations de collecte.

Il serait difficile de terminer ce chapitre sans évoquer la question, centrale en matière de mise en œuvre de SIG, de la qualité des données. Un inventaire des données et sources de données géographiques nous a permis de mettre à jours, non seulement le problème de leur existence, de leur conservation et de leur accessibilité mais aussi celui de leur qualité.

4. Evaluation de la qualité des données

La mise en œuvre d'un SIU passe forcément par l'intégration de données géographiques existantes. Aussi est-il d'une importance capitale d'évaluer la qualité de ces données. On pourrait même dire que le SIG sert d'abord à évaluer la qualité des données existantes, tant les difficultés, souvent insurmontables, liées à cet aspect sont nombreuses et complexes. L'évaluation de la qualité des données peut se faire selon deux logiques. Dans la première, la qualité du produit correspond à son aptitude à satisfaire les besoins des utilisateurs. La définition de la qualité correspond alors, à celle donnée dans la norme ISO 8402 (87) : la qualité est « *l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites* » (IGN, 1997). Cette définition suppose la donnée d'un produit et d'une application de ce produit. Un produit ou service géographique est cependant destiné à plusieurs utilisateurs et applications. Il est alors possible de suivre la seconde logique d'évaluation de la qualité d'un produit ou service, c'est-à-dire indépendamment des applications l'utilisant. La qualité est alors considérée comme la conformité du produit à sa spécification. La spécification de produit ou de service correspond aux exigences auxquelles le produit ou le service doit se conformer. Ces exigences sont prescrites dans des documents normatifs. Il existe plusieurs documents normatifs nationaux, régionaux et internationaux, visant tous à parvenir à plus d'harmonisation dans le domaine de l'information géographique. On peut citer parmi les normes les plus évoquées dans la littérature celles de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), du Comité Européen de Normalisation (CEN), du *Federal Information Processing Standard* (FIPS), USA, du *Federal Geographic Data Comittee* (FGDC), USA, du Comité National d'Information Géographique (CNIG), France. A Bamako, les problèmes de qualité affectent tant les données graphiques que les données descriptives.

4.1. Qualité des données graphiques

La construction du prototype du SIU a mis en œuvre plusieurs types de données graphiques. Nous présentons ici les problèmes rencontrés lors de la manipulation de chacun de ces documents graphiques.

Imprécision géométrique et choix des références spatiales

La précision géométrique est l'estimation des écarts entre les positions nominales et les positions contenues dans les données. Elle se décompose en :

- précision de position ponctuelle et linéaire,
- précision de forme (IGN, 1997).

Une des étapes les plus importantes dans la constitution d'un SIG concerne le choix d'un référentiel de base. Le référentiel de base doit être choisi à

(87) Organisation Internationale de Normalisation.

l'échelle nationale, et il est souhaitable qu'il soit commun à tous les producteurs de données géographiques pour permettre l'intégration de leurs données respectives dans un SIG. Cette étape est souvent gérée par la réalisation d'une cartographie de base du SIG qui sert de support pour le calage des autres couches graphiques. En 1998, il n'existait pas encore au Mali un référentiel de base commun, bien que tous les acteurs dans le domaine de l'information géographique en perçoivent la nécessité et que les discussions à ce sujet soient fréquentes, notamment dans le Groupe Informel d'Utilisateurs de SIG au Mali. Face à ce vide, les initiateurs de SIG utilisent des fichiers graphiques d'origines diverses. La construction du prototype du SIU a donc exigé de notre part le choix d'un référentiel géographique. Ce choix ne pouvait s'opérer qu'au sein des différentes cartes topographiques du Mali couvrant la ville de Bamako à une échelle de représentation suffisante. La source de saisie utilisée pour la digitalisation étant un fond de plan du District de Bamako au 1/20 000e, notre choix s'est logiquement porté sur la carte de Bamako et ses environs au 1/20 000e, également éditée en 1980 par l'IGN et la DNCT, après restitution photogrammétrique entre 1953 et 1965 et révisée à l'aide des prises de vues aériennes de 1973, 1974, 1976 et 1979. Le document digitalisé a été recalé en fonction des coordonnées de cette carte et a servi comme cartographie de base du SIU. Néanmoins, des problèmes de décalage ont été constatés lors de l'intégration d'autres fichiers, construits cependant selon les mêmes cartes topographiques et avec les mêmes systèmes de projection. Il était dès lors obligatoire de réfléchir à l'origine de ces décalages. C'est alors qu'on a entrepris de mesurer les coordonnées d'un même point, facile à identifier sur deux cartes IGN/DNCT. Le tableau suivant indique les différences de valeur des coordonnées de ce point sur ces deux cartes.

Tableau 25 • DIFFÉRENCES SUR DEUX CARTES DES COORDONNÉES D'UN MÊME POINT

N°	Echelle	X	Y
1	1/20 000e	615 170	13 999 090
2	1/50 000e	616 100	1 398 890

Il est possible de considérer que ces deux documents sont à des niveaux de précision différents, étant donné qu'ils ont des échelles variables. Il était cependant beaucoup plus difficile pour nous de déterminer lequel possède le niveau le plus élevé de précision. C'est pour cette raison que le critère de choix du document de référence a finalement été la concordance de son échelle avec celle de la source de saisie. Il est cependant important de souligner que dans l'évaluation de la qualité des documents graphiques interviennent non seulement les critères techniques de précision mais aussi des critères d'autres natures. Comme le fait remarquer Henri Pornon, (1995) *« la question n'est pas : quelle pré-*

cision est intéressante, mais bien quelle précision concilie les objectifs techniques avec les contraintes économiques et les impératifs de délais ».

Enchevêtrement des unités spatiales

Le problème de la non-correspondance entre unités spatiales statistiques de collecte et unités administratives a souvent été évoqué dans les expériences de mise en place de SIG. Il résulte du manque de coordination institutionnelle en ce qui concerne la gestion urbaine et peut introduire un biais non négligeable dans la représentation et l'interprétation des données. Les données collectées au niveau des unités statistiques sont agrégées, représentées et analysées au niveau des unités administratives.

Il existe à Bamako plusieurs découpages sectoriels intra-urbains, correspondant à la méthodologie et à l'organisation fonctionnelle des institutions qui en sont les auteurs (services de voirie et d'assainissement, services de police, urbanisme, etc.). Nous avons cependant été concrètement confrontés à deux découpages intra-urbains qui comportent des points de discordance. Le premier découpage est celui du Gouvernorat du District de Bamako. Il définit les limites administratives du District de Bamako et celles des six communes qui la composent. Les communes sont elles-mêmes subdivisées en 62 quartiers. Les limites des quartiers quant à elles sont restées assez floues jusqu'à l'« adressage » de la ville qui, suite à des enquêtes sur le terrain, en a fixé les contours. Des zones d'incertitude subsistent pourtant. Le cas le plus frappant de ces zones d'incertitude concerne le tracé de la limite entre les quartiers Fadjigila et Dioumanzana. Les habitants de ces deux quartiers, pour des raisons qui tiennent d'une histoire récente et bien que se revendiquant de quartiers différents, refusent d'en indiquer les limites. Dans presque tous les autres cas, les habitants arrivent à déterminer avec précision les limites de leur quartier. D'ailleurs, la méthodologie adoptée par le projet « adressage » a consisté à recouper l'information recueillie auprès des populations avec d'autres types de données. La figure n° 21 représente ces différentes limites. Le second découpage est celui de la Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique, pour les fins de collecte de données censitaires. Il a déjà été largement question de ce document. Les niveaux d'agrégation de ce découpage sont les Districts de Dénombrement (DD) qui se subdivisent en Secteurs d'Enumération (SE).

L'examen de ces deux types de découpages permet de déceler facilement les problèmes suivants :

- Il existe une cohérence à l'intérieur de chaque catégorie de limite. Le contour des SE est en harmonie avec celui des DD et le contour des quartiers l'est avec celui des communes.
- Le contour des DD est globalement en harmonie avec celui des communes.
- Certains DD sont à cheval sur deux quartiers.
- Plusieurs SE sont à cheval sur deux quartiers.

Ces remarques conduisent à affirmer que seule une agrégation des données

des SE par DD et une agrégation de ces derniers par commune serait exempte de biais induit par les limites. Cependant, une représentation des données par commune est peu pertinente parce que trop générale pour les objectifs visés. Ces observations expliquent, en partie, le choix du SE comme niveau de représentation.

Différence de format et intégration de données numériques

Une autre difficulté est liée à l'intégration dans un SIG de données numériques de sources donc de formats différents. Nous illustrons cette difficulté à travers l'exemple de deux bases de données graphiques appartenant à deux services du District de Bamako et dont l'intégration dans un SIG serait un atout. Il s'agit de la base de données cartographique de la cellule de Cartographie polyvalente et de la base de données routières de la Cellule technique du District de Bamako. Le contexte actuel des données numériques à Bamako est celui d'une existence de bases de données construites selon des principes et avec des objectifs et logiciels différents. Ces bases de données ont été constituées au gré de financements obtenus auprès de partenaires au développement pour des projets sectoriels ou isolés. C'est ainsi que la Cellule de Cartographie Polyvalente (CARPOL) a été mise en place dans le cadre du deuxième Projet Urbain du Mali, avec comme mission l'élaboration et la mise à jour de fonds de plan de la ville de Bamako. Les fonds ont été numérisés à partir de prises de vues aériennes datant de 1986 et sont complétés par des informations issues de relevés de terrain. Ils peuvent être restitués à des échelles et selon des unités spatiales différentes. Les fonds de plan sont représentés dans le système de projection Universal Transverse Mercator (UTM) avec l'ellipsoïde de Clarke 1880 et sont donc correctement géoréférencés. Ils permettent d'avoir un niveau de détail atteignant l'îlot (dans le sens de pâté de maisons comprises entre quatre rues). A cette base cartographique ont été couplées les informations issues du travail effectué par l'Unité d'Adressage. Cette unité a été créée auprès de la Cellule Technique du District dans le cadre d'un projet FAC « Appui au District de Bamako » et a été chargée d'effectuer l'adressage de la ville de Bamako. Le résultat du projet a été l'obtention de numéros pour chaque rue et chaque parcelle dans la ville. Cette information a été mise à la disposition de CARPOL pour mettre à jour la toponymie de ses fonds de plan. L'ensemble des fichiers de CARPOL a été numérisé et existe physiquement sous le logiciel de dessin MICROSTATION, qui génère des fichiers au format DGN. Il permet, en outre, d'exporter les fichiers aux formats d'échange DXF et DWG. D'autre part, la Cellule Technique, toujours dans le cadre du projet FAC « Appui au District de Bamako », qui a un volet appui à la gestion routière et dans le cadre de la coopération décentralisée avec la ville d'Angers, a bénéficié d'un logiciel de gestion de données routières. Il s'agit du logiciel VISAGE version 1.12 qui est un produit conçu par les Services d'Etudes Techniques (SETE) du département de Maine-et-Loire en France. C'est à la fois un logiciel de base de données et un système de gestion de données permettant l'interrogation des données, la fourniture de statistiques graphiques et simples,

l'analyse et l'édition graphique. Les fichiers d'importation sont des fichiers texte (ASCII). Pour l'exportation des données, une fonctionnalité permet de copier les rubriques de la base en fichier texte au format PRA dont l'extension est VIS. Le logiciel possède un module de cartographie simplifié mais un module de cartographie plus complet (SACARTO version 2.1) est livré séparément. Ce dernier permet la constitution d'une base de données cartographique, une liaison directe aux bases de données VISAGE, l'édition de cartes thématiques, l'accès directe aux informations routières par la cartographie. Par ailleurs, il a une interface avec AUTOCAD et permet par une option, de récupérer le résultat du dessin au format DXF Ascii. Nous avons à faire, d'une part, à des données relatives à des phénomènes linéaires avec des codes de routes prenant en compte les identifiants des unités spatiales (commune, quartier) mais ne permettant pas un positionnement exact dans celles-ci ; et d'autre part, à des phénomènes surfaciques. Par ailleurs, les données de CARPOL sont correctement géoréférencées tandis que celles de la Cellule Technique ne le sont pas.

Deux solutions, au regard de ces constats, semblent les plus aisées à mettre en œuvre pour l'intégration de ces deux bases de données. La première consiste à arrimer l'une des bases avec l'autre. On serait alors tenté de récupérer la base de données routière sur la base de données cartographique de CARPOL, puisque que ce dernier est géoréférencé. Pour cela, il faut récupérer les fichiers de digitalisation utilisés par SACARTO, en passant par son module de dessin ou par AUTOCAD pour la transformation de format. En réalité, un tel schéma poserait le problème d'une pleine exploitation du potentiel contenu dans la base de données routière. En effet, les capacités cartographiques sont moins développées sur MICROSTATION que sur SACARTO. De plus, les manipulations pour le calage des fichiers graphiques s'avèrent très compliquées avec un outil de dessin. Une option intermédiaire serait de transférer la partie textuelle de la base de données sur un logiciel de SIG ayant une interface avec MICROSTATION pour pouvoir exploiter toutes les potentialités de la base. Ce qui ne ferait que complexifier le schéma des traitements. La deuxième solution est la plus logique. Elle consiste à récupérer les deux bases sur un logiciel de SIG pouvant importer et exploiter des fichiers DXF. Les calages seront là aussi nécessaires mais sont prévus dans les fonctionnalités d'un SIG digne de ce nom. Cette solution est la plus intéressante dans la mesure où les deux bases peuvent être exportées en DXF, soit directement, soit en passant par AUTOCAD puis importées dans le même format dans l'outil SIG. Théoriquement simple à mettre en œuvre, cette solution implique dans la pratique, pour chaque opération de conversion de format, une perte d'une partie de l'information, soit graphique soit textuelle. Il faut donc a posteriori entreprendre un travail de correction plus ou moins laborieux des erreurs induits sur les fichiers. Cet exercice illustre les difficultés liées à la manipulation de fichiers de formats différents. Il faut signaler que cette description correspond à un niveau précis de développement des outils logiciels dont il a été question.

4.2 Qualité des données attributaires

A l'examen, les données attributaires alphanumériques font également l'objet de problèmes importants de qualité. Ces problèmes sont essentiellement liés aux conditions de collecte, de codification et de documentation.

Problèmes liés à la collecte

Les conditions d'organisation et d'exécution des opérations de collecte démographique au Mali occasionnent assez souvent une perte de précision dans les résultats plus ou moins importante. En ce qui concerne le Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 1987, plusieurs chercheurs ont fait état d'une sous-évaluation de la réalité. Des problèmes de ce genre ne sont pas rares au niveau des enquêtes également. Pour avoir participé à des opérations de collecte de données, nous distinguons les raisons suivantes à ces problèmes :

• La motivation des agents de collecte. Les opérations de collecte de données sont organisées de telle sorte que la partie de leur budget consacrée à la rémunération des enquêteurs n'est pas un facteur particulier d'émulation. Il n'est pas rare que les enquêteurs au cours d'opérations lourdes de collecte soient payés à 30 000 Fcfa (300 FF) par mois. Une telle somme est dérisoire par rapport au volume de travail fourni par l'agent de terrain. La logique de ce dernier devient alors, en absence d'un suivi étroit, de fournir une quantité et une qualité de travail correspondant à la rémunération. Pire, il arrive qu'il se fasse remplacer par une autre personne n'ayant pas suivi de formation, moyennant une somme encore inférieure. Il est important de garder à l'esprit que la réussite d'une enquête ou recensement dépend, pour une grande part, de son premier maillon qu'est la collecte des données sur le terrain. Les agents acteurs de cette collecte doivent être traités avec l'attention requise.

• Le suivi des opérations de collecte. Le manque de motivation des enquêteurs aurait pu être pallié s'ils faisaient l'objet d'un suivi/contrôle efficace. Ceci n'est pas toujours le cas. Dans les recensements, les agents chargés de la collecte, souvent des enseignants, ne bénéficient pas du niveau de suivi requis à cause des distances.

• La formation des enquêteurs. Certains problèmes de collecte sont directement imputables au niveau de préparation de l'enquêteur. Bien que ne nécessitant pas un niveau de base très élevé, celui-ci doit être suffisant pour permettre une analyse pertinente des situations particulières.

Problèmes de codification

Après les problèmes de collecte apparaissent ceux liés à la codification. Le dictionnaire Petit Robert explique un code comme étant « un système de symboles destiné à représenter et à transmettre une information ». En statistique, le code peut être un chiffre pouvant représenter une unité spatiale. Il est créé essentiellement dans un but de simplification du traitement des données. L'identifiant est un code spécifique permettant d'individualiser un objet. La codification peut être spécifique selon les besoins des opérations de collecte concer-

nées mais l'identification gagnerait à être homogène. En clair, il est possible d'utiliser une codification spécifique dans une enquête, par exemple pour ne pas avoir à utiliser des codes trop longs et compliqués et revenir aux identifiants standards au niveau de la restitution de l'information. Il existe au niveau de la DNSI une identification relative à certains pays du monde, d'Afrique et à l'ensemble des circonscriptions administratives et statistiques du Mali. Cette codification, bien qu'ayant ses propres problèmes de cohérence, pourrait être utilisée dans toutes les opérations de collecte entreprises sur le territoire du Mali. Il n'en est rien dans la réalité. Les enquêtes organisées par des organismes différents de la DNSI utilisent très souvent une codification spécifique. Une telle démarche peut être motivée par l'existence dans ces enquêtes de catégories non présentes dans le répertoire des codes de la DNSI. La création de ces nombreuses codifications crée des difficultés dans la perspective d'une intégration des données. Celles-ci, bien que pouvant être résolues par la construction de tables de correspondance, génère un travail supplémentaire de restructuration dont on aurait pu faire l'économie. Elles sont surtout sources d'erreurs, encore faut-il pouvoir accéder au dictionnaire de description des données. Un autre problème lié à la codification est celui de sa saisie sur le terrain et à l'ordinateur. Nous avons déjà fait cas d'erreurs de ce type conduisant à des secteurs de recensement complètement disproportionnés.

Problèmes de conservation des données et de documentation

Les problèmes de conservation sont différents des problèmes de qualité mais les mauvaises conditions de conservation peuvent affecter la qualité et même la disponibilité des données. Au moment de la réalisation de ce travail, la dernière opération de collecte exhaustive de données était le deuxième Recensement Général de la Population et de l'Habitat déjà vieux de presque dix ans. Pour accéder aux données, il a naturellement fallu s'adresser à l'organisme qui l'a mis en œuvre, c'est-à-dire la DNSI. Mais aussi paradoxal que cela puisse paraître, cet organisme ne disposait plus des fichiers numériques des résultats de l'opération. Ceux-ci ont été perdus suite à la détérioration des supports magnétiques lors du stockage. Il fallait, soit se contenter des volumes d'analyse des résultats où l'on n'a pas le détail sur les niveaux d'agrégations qu'on souhaite atteindre, soit se rabattre sur les fiches d'enquête. Ces solutions n'étaient pas satisfaisantes pour l'une et pas envisageables pour l'autre. C'est alors qu'il nous a été suggéré qu'une partie de ces données portant sur la seule localité de Bamako existait au CERPOD, organisme ayant participé à l'analyse des résultats de l'opération. Il a donc fallu négocier avec cet organisme qui a bien aimablement accepté de mettre cette information à disposition, avec l'autorisation de la DNSI. Si nous avons, par chance, pu atteindre nos objectifs lors de cette recherche de données, la même réussite n'est pas assurée pour de nombreuses autres opérations de collecte pour lesquelles il n'existe plus de trace numérique. Une telle perte partielle ou totale des données initiales d'opérations coûteuses en réduit

considérablement le potentiel d'utilisation. Les conditions de conservation affectent aussi bien les documents graphiques sur support papier à propos desquels on parle de « déformation papier ». La DNCT qui abrite l'archive cartographique nationale, jusqu'à une date récente, était logée dans des locaux ne favorisant pas une conservation de la qualité physique des documents. La révolution actuelle dans le domaine des supports de stockage rend les situations de ce genre inacceptables à l'avenir. Il est par exemple possible d'envisager la saisie et la numérisation de toute l'archive nationale et son stockage sur un support fiable et peu onéreux comme le CDROM. Un autre problème, lié à la conservation ou mieux, à l'accès aux données est celui de leur documentation. Le dictionnaire de description des données se trouve rarement au même endroit que les données elles-mêmes et plus l'opération date, moins il est probable de le retrouver. Ceci concerne surtout les données alphanumériques car les informations caractérisant les cartes sont mentionnées sur elle. Les données perdent une grande partie de leur qualité en l'absence d'une telle description.

Hormis les recensements, les statistiques sectorielles de l'administration, les enquêtes par sondage et les inventaires permettent de collecter une information utile et à jour notamment pour la planification et la gestion des communes. Le chapitre suivant est un exercice concret de prise en compte du niveau communal dans la conception et la mise en œuvre de SIG et de son utilisation dans la gestion communale.

CHAPITRE 7

DE LA RECHERCHE À L'ACTION

1. Décentralisation et planification urbaine

Si la mise à disposition de nouveaux outils de planification paraît utile pour les divers responsables de l'urbanisation, il reste à s'interroger sur la faisabilité de cette opération dans le nouveau contexte politique malien. L'avènement de la Troisième République, en 1991, a marqué le début d'un long cheminement vers la démocratie et la décentralisation. L'une et l'autre sont d'ailleurs vivement encouragées par les institutions internationales et le Mali est même souvent présenté comme un modèle en ce domaine.

La première étape de ce processus a été marquée par la réforme communale. Sa mise en place a été lente. La loi de décembre 1996 portant création des 682 communes rurales (les 19 urbaines ayant été créées bien avant) avait été précédée en effet d'une large concertation au sein des communautés de base du pays ; la discussion fut longue et les débats souvent vifs avant d'aboutir à des propositions à peu près consensuelles sur la composition des communes. Ceci explique que la mise en place des communes a demandé beaucoup de temps. Les élections ont eu lieu en 1998 pour les communes urbaines et en 1999 pour les communes rurales.

Toutes les municipalités sont donc maintenant installées mais leur brièveté de vie explique qu'elles ont eu pour préoccupation principale de prendre en mains la gestion de la collectivité. De ce fait, la prospective n'est pas encore à l'ordre du jour et ce n'est peut-être pas au niveau communal qu'il est possible d'en prendre l'initiative, la gestion du quotidien suffit à accaparer tous les efforts. Encore que dès cette étape la présentation de documents graphiques à jour (cartes, affiches par exemple), puissent illustrer ou nourrir les débats sur la gestion communale par exemple.

Une question essentielle demeure, celle des ressources dont disposeront les communes. Il est à craindre que les transferts de compétences ne s'accompagnent pas d'un transfert équivalent des ressources. A part les recettes fiscales directement perçues (et l'une des plus intéressantes serait sans doute une taxe

d'habitation analogue à ce qui se passe dans d'autres pays) une part notable des budgets locaux sera abondée par l'Etat, obérant sans doute d'autant les autonomies locales. D'où la tentation de rechercher d'autres modes de fonctionnement aboutissant le plus souvent à une délégation, voire à une privatisation complète des services publics. D'ores et déjà, dans certaines villes on s'en remet à des ONG qui apportent leur compétence et quelques moyens financiers pour la gestion de certains domaines (ramassage des ordures ménagères, vidange, travaux d'édilité, gestion de marchés). D'autres explorent des voies nouvelles comme le système BOT (Build, Operate, Transfer : construire, gérer, transférer) la nouvelle panacée de certains experts internationaux. D'autres enfin profiteront de la coopération décentralisée pour développer des liens avec des collectivités locales européennes (pour l'heure il s'agit d'ailleurs surtout de collectivités françaises, communes, départements, régions) qui peuvent, comme les ONG, apporter aide technique et financements à quelques réalisations.

Il est bien sûr encore prématuré de dresser le moindre bilan des finances municipales et du degré d'implication des nouvelles municipalités, mais il est clair que la multiplicité des intervenants et des modes opératoires implique que les collectivités décentralisées soient en mesure d'exercer non seulement un contrôle a posteriori sur les actions menées en dehors d'elles mais un véritable rôle, en amont, d'impulsion et d'orientation sur ces interventions. Dans cette perspective, tout ce qui ressort de la collecte des données, de leur stockage sous forme de banques, d'observatoires urbains, de tableaux de bord seront des démarches utiles pour orienter le développement urbain.

2. Le pouvoir communal

Dans le cadre de la décentralisation, le niveau communal de décision et de gestion est appelé à prendre de plus en plus d'importance. Les six communes qui composent Bamako ont vu le jour en 1978, date d'érection de la ville en District. Elles n'ont cependant commencé à acquérir une certaine autonomie qu'en 1991, à la suite notamment des premières élections multipartistes des organes communaux. Pourtant, la loi n° 95-034 du 12/04/1995, portant code des collectivités territoriales en République du Mali accroît les compétences des communes en matière de développement urbain. Elles doivent par exemple se prononcer sur :

- les plans d'occupation et les opérations d'aménagement de l'espace communal,
- la gestion domaniale et foncière et l'acquisition du patrimoine,
- la politique de création et de gestion des équipements collectifs dans des domaines comme l'enseignement préscolaire, primaire et fondamental, la santé, l'hygiène publique, l'assainissement, les infrastructures routières ou de communication classées dans le domaine communal, le transport public, les plans de circulation, etc.

- la création et le mode de gestion des services et organismes communaux et l'organisation des interventions dans le domaine économique,
- les marchés des travaux et des fournitures, les baux et autres conventions,
- les emprunts et l'octroi de subventions de toute nature,
- les projets de jumelage et les actions de coopération avec d'autres collectivités maliennes et étrangères.

Les communes sont placées sous la tutelle du Haut Commissariat du District qui agit à son tour sous l'autorité du ministère de l'Administration territoriale. Selon la loi n° 96 025 portant statut particulier du District de Bamako, les communes sont régies par les dispositions du code des collectivités territoriales. A ce titre, elles sont dotées de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Force est cependant de souligner que toutes les dispositions prévues dans le cadre de la décentralisation ne sont pas encore effectives en cette période de transition. Les mairies ne bénéficient pas des compétences techniques, de gestion et de ressources financières nécessaires pour relever le défi que constitue la gestion et le développement de leur territoire. Des incompréhensions subsistent encore quant aux attributions et aux limites de pouvoirs des uns et des autres. Les responsables des municipalités sont actuellement essentiellement attelés aux tâches de gestion domaniale, de collecte de taxes et de tenue des fiches d'état civil. Ils disposent de peu d'outils pour orienter leurs actions et n'arrivent pas à assurer correctement la supervision des actions de leurs partenaires sur le terrain que sont par exemple les Groupements d'Intérêt Economique intervenant dans l'assainissement. Dans leurs activités, les mairies sont liées d'une part, aux services techniques du District et aux services déconcentrés de l'Etat à travers le Haut Commissariat du District et d'autre part aux associations, ONG et GIE intervenant sur le territoire de la commune. Elles peuvent entretenir également des relations avec d'autres partenaires dans le cadre de la coopération décentralisée.

L'importance de ces attributions nécessite le développement de compétences dans les domaines concernés et surtout une « vue d'ensemble » de l'espace géré. C'est à ce niveau que les SIG sont appelés à jouer un rôle. Il est important que les décideurs au niveau des communes puissent s'appuyer sur des « tableaux de bord » où sont consignés notamment les résultats et l'impact des actions de la mairie et de ses partenaires.

Les choix techniques doivent nécessairement tenir compte des nombreuses contraintes mais aussi être orientés vers l'avenir. Les possibilités d'évolution sont donc à prévoir. Les premiers critères à retenir pourraient être par ordre d'importance :

- l'adéquation pour la résolution des problèmes spécifiques de la ville et de ses communes ;
- l'existence d'interfaces, la possibilité d'évoluer vers des systèmes plus complexes et la performance dans les fonctions graphiques et analytiques ;
- l'accessibilité financière et la convivialité des logiciels.

Certains de ces critères sont contradictoires mais il faut arriver à trouver

un rapport équilibré entre eux. A notre avis, certains logiciels de grandes firmes répondent mieux à ces exigences que des « logiciels-maisons » créés sur mesure pour les besoins d'une ville ou d'une problématique de recherche et qui ne bénéficient pas par la suite de l'appui d'une équipe de développement bien structurée. Il faut signaler que des logiciels qui naguère étaient considérés comme « lourds » et onéreux ont gagné en accessibilité financière et en convivialité. Certaines applications relatives notamment à la gestion de patrimoine pourront être développées sur des outils logiciels « orientés objet ». Avant la création de réseaux, les transferts de données pourront se faire par copie et échange de fichiers sur des supports magnétiques ou numériques. Cela suppose des choix techniques ayant une interface commune. Une évolution rapide vers la mise en place d'un réseau de type extranet est envisageable et souhaitable puisqu'il n'est ni techniquement ni financièrement hors de portée. Il permet techniquement de résoudre en même temps le problème des conditions d'accès aux informations en fonction du niveau de partenariat avec le projet de SIU.

3. La gestion du patrimoine

L'un des aspects majeurs conditionnant l'efficacité du SIU de Bamako est son adéquation avec les besoins des six communes de la ville. Ces besoins se cristallisent autour du thème gestion de patrimoine : patrimoine foncier mais aussi patrimoine en termes d'infrastructure et de superstructure. Nous avons choisi d'effectuer un glissement d'échelle dans la construction du prototype pour prendre en compte ce niveau de décision. Ce glissement d'échelle induit également un changement de perspective notamment dans les problématiques abordées. Ainsi pour illustrer nos propos, nous avons choisi d'aborder à l'échelle de la Commune 1, le thème de l'éducation primaire.

Les grandes orientations dans les secteurs sociaux comme l'éducation et la santé sont définies au niveau national. Il appartient cependant aux gestionnaires communaux, par une démarche de planification, de donner à ces orientations un contenu local. Cette démarche doit viser à assurer plus d'égalité dans la répartition des services éducatifs, une meilleure adaptation de ces services aux besoins des communautés locales et une utilisation plus efficace de toutes les ressources disponibles. Le SIU offre ainsi une base pour l'élaboration et le suivi des indicateurs sur l'amélioration des conditions de vie des ménages, notamment dans le cadre de la lutte contre la pauvreté.

Au Mali, depuis 1995, la Cellule de planification et de statistique (CPS) du ministère de l'Education de Base a entrepris la conduite d'une enquête annuelle sur le secteur. Le fichier issu de cette enquête donne la possibilité de représenter les effectifs scolaires par école et par année d'étude de la 1ère jusqu'à la 9e année sous réserve d'effectuer au préalable un travail de localisation précise de l'ensemble des équipements. Le nombre de salles de classe et le nombre de maîtres peuvent également être présentés par école et par cycle d'enseignement.

Les données collectées par l'enquête de la CPS permettent en effet d'effectuer des analyses très fines au niveau infra-urbain et même infra-communal. Sur la carte scolaire réalisée (cf. figure n° 22), nous avons représenté sur fond de la carte choroplète représentant la densité de la population par secteurs, le type et les effectifs scolaires du premier cycle par écoles. Les effectifs scolaires ont été représentés par des cercles proportionnels et le statut ou type des écoles par la couleur du cercle.

La carte superpose d'une part, des données de densité de la population datant de 1987 et d'autre part, les effectifs et le statut des écoles en 1996. Cette superposition n'est donc pas rigoureuse d'un point de vue méthodologique. Ne pouvant disposer de ces deux types de données à la même date, nous l'avons réalisée cependant avec comme seul objectif d'illustrer les capacités d'analyse qu'offre un SIG.

Si les données représentées sur cette carte avaient été recueillies à la même période, on aurait pu conclure à une mauvaise répartition spatiale des équipements scolaires. Les secteurs à forte densité correspondent à des quartiers non planifiés et défavorisés. L'insuffisance des équipements publics y est en partie compensée par des écoles privées et communautaires qui ont commencé à apparaître dans les années 90.

La taille des cercles proportionnels indique que les écoles publiques offrent le plus de possibilités d'accueil d'élèves. Elles abritent les effectifs scolaires les plus importants. Leur distribution montre une volonté d'équité et de justice de la part de l'Etat. Si leur nombre varie légèrement d'un quartier à l'autre, tous les quartiers, excepté les deux quartiers du Sud (Sotuba et Korofina-Sud) précédemment mentionnés comme peu habités, sont dotés de groupes scolaires (88). Dans le district de Bamako, ces écoles sont construites selon les normes requises. Les effectifs y sont cependant pléthoriques. Aussi, la pratique de double vacation (89) y est courante depuis quelques années.

Les écoles privées laïques et les écoles communautaires (90) ont fait leur apparition après 1990 pour pallier les insuffisances de l'enseignement public. Cette libéralisation du secteur de l'éducation marque un véritable tournant dans l'histoire de l'offre scolaire au Mali. Entre 1990 et 1997, le nombre de salles de classes construites à Bamako dans le public a pratiquement doublé en passant de 1397 à 2 344, alors que dans le privé pour la même période le nombre de classe a été multiplié par 13. Il est passé de 70 à 915 (cf. Annuaires statistiques du ministère de l'Éducation de base). Les moyens financiers des partenaires privés étant limités, les écoles ouvertes sont donc, dans un premier temps tout au moins, de taille réduite (souvent un seul niveau la première année). Cette crois-

(88) Cette appellation indique que ces écoles sont en réalité le regroupement de deux, trois, voire quatre écoles publiques dans la même cour.

(89) Cette pratique consiste à faire alterner deux cohortes d'élèves le matin et l'après-midi dans la même salle de classe. Son objectif est de suppléer à l'insuffisance de d'équipements scolaires.

(90) Ce sont des écoles financées, partiellement ou totalement, et gérées par une communauté locale.

sance a surtout profité aux communes périphériques dont la Commune 1 qui pouvaient proposer des terrains à usage scolaire. Les nouveaux établissements ont profité du déséquilibre géographique de l'offre pour s'implanter dans des zones démunies d'écoles et tenter ainsi d'attirer une population scolaire de proximité.

En raison de leur jeunesse, ces écoles sont en général moins épanouies, ce que montre la taille des cercles proportionnels. La situation est cependant très contrastée même dans cette catégorie où on rencontre aux deux extrêmes des écoles élitistes et des écoles presque informelles, ne répondant à aucun critère.

En conclusion, on peut affirmer que le glissement d'échelle qui a consisté à passer de l'analyse de la ville en entier à celle d'une de ses communes introduit de fait un recentrage des problématiques à aborder : des niveaux d'analyse et d'appréhension a prendre en compte, des méthodes de collecte de traitement et de représentation des données à utiliser. Au niveau communal, un SIU doit offrir aux décideurs et gestionnaires des outils pratiques d'appréhension, de gestion voire de planification du patrimoine communal. Il doit également permettre la visualisation et l'évaluation des résultats de l'action des responsables communaux. L'intégration des données existantes doit être complétée par une collecte structurée des données manquantes et par des enquêtes spécifiques et inventaires sur le terrain. Ceux-ci permettent en même temps, avec les autres sources, d'assurer la mise à jour du système.

4. Stratégie de mise à jour

La réflexion sur les modalités de cette mise à jour d'un SIU constitue un aspect essentiel du processus de sa mise en place. La stratégie de mise à jour doit reposer sur les services partenaires du SIU. Ils doivent, chacun dans le domaine qui le concerne, procéder à cette mise à jour. Ceci concerne notamment les données statistiques dont sont responsables les services producteurs. Le schéma de mise à jour fonctionnera d'autant mieux que l'on tendra vers une architecture de type base de données répartie et que chacun des partenaires trouvera un réel intérêt à participer au projet. Le noyau technique du SIU pourrait avoir en charge la mise à jour des fichiers graphiques. Le suivi de l'évolution de la morphologie urbaine mettra en œuvre les techniques de levé de terrain, de photogrammétrie et de télédétection. Celui des données socio-économique pourrait reposer sur des enquêtes longitudinales spécifiques. La mise à jour des unités de collecte doit s'effectuer dans un cadre de collaboration entre services cartographiques et services statistiques.

Les enquêtes par sondage et surtout les enquêtes longitudinales (à passages répétés) constituent, à côté des recensements, un outil privilégié pour saisir les mécanismes profonds des mutations socio-spatiales. Elles constituent également un moyen indiqué pour une « remontée » de l'information des gouvernés vers les gouvernants. A ce titre, elles peuvent servir d'outil d'évaluation à la disposition de ces derniers. Une évaluation s'appuyant sur la satisfaction ou non de

la population plutôt que sur une comptabilité des actions réalisées place l'homme au centre des enjeux du développement. Une méthodologie d'alimentation de la base de donnée doit donc inclure cet outil.

La conduite des enquêtes par sondage pose cependant le problème de la fiabilité des bases de sondage pour l'échantillonnage. La qualité de cette base de sondage conditionne les résultats de l'opération de collecte de données. Il est difficile, au moment d'entreprendre une enquête de trouver une liste exhaustive et à jour des ménages à Bamako ou même une cartographie complète pouvant servir de base à un échantillonnage. Dans certaines opérations, on contourne la difficulté en effectuant un échantillonnage à deux degrés. Dans un premier temps, un tirage de SE est effectué selon une typologie des quartiers choisie et selon leur taille. En second lieu, on procède à un tirage au sein des SE sélectionnés de concessions, de ménages et d'individus. C'est ce type d'échantillonnage qui est utilisé pour les enquêtes conduites par la DNSI comme celles exécutées dans le cadre du PADEM (91) ou par le CERPOD comme l'IMMUS (92) ou l'EDS (93). Là aussi, la qualité de l'échantillon reste tributaire de la typologie lui ayant servi de base. L'analyse des structures urbaines par SE a montré que les typologies existantes pouvaient être améliorées.

L'un des moyens permettant de s'affranchir de l'insuffisance de données tout en affinant l'échantillon est l'utilisation de la méthode de sondages aréolaires sur image satellite pour des enquêtes socio-démographiques en milieu urbain. Cette méthode a été développée par des chercheurs du département « Urbanisation et socio-systèmes urbains » de l'ORSTOM à partir de 1985 (Dureau F. et al., 1989). Elle a été développée et testée sur les villes de Marseille et Quito. La méthode consiste à « utiliser l'image satellite comme base de sondage et à exploiter l'information morphologique sur le milieu urbain que fournissent ces images pour stratifier un plan de sondage aréolaire applicable à une enquête démographique ». A titre d'exemple, nous avons appliqué cette méthode à la Commune 1. Nous nous sommes cependant servis plutôt de photographies aériennes.

A l'échelle d'une commune, elles font ressortir plus d'information. Depuis les années cinquante, les travaux réalisés sur photographies aériennes ont cherché à montrer que l'information exhaustive sur la morphologie urbaine peut être utilisée avec profit pour recueillir rapidement, par sondage des données relatives aux populations urbaines. Il faut signaler que malgré les développements prodigieux existants et à venir dans le domaine de l'imagerie satellitale, la télédétection aéroportée a encore de beaux jours devant elle notamment avec le développement de la technologie vidéo. Nous avons utilisé une couverture aérienne effectuée en 1995 par la société MAPS-Geosysteme pour le compte de l'AGETIPE

(91) Programme Africain de mise en place de Dispositifs nationaux d'Enquêtes auprès des Ménages. Ce programme a été mis en place par le PNUD pour assurer un appui institutionnel aux structures chargées de la collecte des données statistiques.
(92) Enquête Insertion des Migrants en Milieu Urbain du Sahel (Ouédraogo D., Piché V. éd., 1995)
(93) Enquête Démographique et de Santé.

(Agence de Gestion et d'Exécution de Travaux d'Intérêt Public pour l'Emploi). Les 13 clichés couvrant la Commune 1 ont été achetés au niveau de la Direction Nationale de la Cartographie et de la Topographie (DNCT). Nous avons procédé à leur numérisation et avons construit une mosaïque à l'aide du module Savamer du logiciel Savane. Une correction partielle de la différence de luminosité entre les côtés est et ouest des planches a été réalisée par le passage d'un filtre constitué d'un dégradé de gris. Le module Savamer permet à la fois de recaler la photo par rapport à des relations déjà existantes dans le prototype de SIU et de l'intégrer dans celui-ci. Pour le recalage, nous nous sommes servis de l'image SPOT de 1996 et d'éléments vectoriels comme la carte des secteurs. Les planches de la photo déjà intégrées peuvent également être utilisées pour recaler les suivantes.

La première étape de la méthode est la définition de la base de sondage, c'est-à-dire le tracé de la limite urbaine. Cet exercice ne présente pas à priori de difficulté particulière dans la mesure où on a intégré les limites de la Commune 1 dans la base. Cependant, l'affichage de la limite de la commune sur la photo fait remarquer de larges débordements du tissu urbain continu au-delà de cette limite. Nous avons donc décidé d'intégrer ces parties de la ville dans la base de sondage. Dans l'étape suivante, on procède à la stratification de la base de sondage (cf. figure n° 23). Celle-ci permet de réduire considérablement l'erreur d'échantillonnage. Nous avons retenu deux critères : la densité et la structure du bâti. Ces critères renvoient aux grands contrastes de l'espace urbain bamakois déjà évoqués : centre-périphérie, planifié-irrégulier, etc. Notre connaissance du terrain nous a permis de procéder à la photo-interprétation pour définir les strates selon ces critères. Nous avons choisi d'inclure une strate « administration, commerce et industrie » pour mieux saisir la résidence. Outre cette strate, nous en avons distingué six autres. Le tableau suivant donne la liste des strates avec leur superficie. Le calcul des superficies est également aisé avec le logiciel Savane puisqu'on a la possibilité d'effectuer des sélections par strate.

TABLEAU 26 • SUPERFICIE DES STRATES EN COMMUNE 1

N°	Strate	Superficie /ha
1	Tramé régulier dense	498,.99
2	Tramé régulier lâche	122,.78
3	Irrégulier dense réhabilité	154,.42
4	Irrégulier dense non réhabilité	464,.02
5	Irrégulier lâche	412,.76
6	Administration, commerce et industrie	186.,18
7	Terrain non bâti.	2305,.68

La figure n° 23 donne une représentation de ces strates. Une fois les strates définies, il faut procéder à la répartition de l'échantillon entre elles. La sélection de l'échantillon s'effectue en deux temps : sélection des îlots, puis sélection des ménages dans les îlots. Le sondage est aléatoire aux deux étapes. Nous n'avons pas retenu les SE comme niveau primaire d'échantillonnage à cause de leur grande variabilité de taille. Il aurait fallu également exclure les zones non bâties de chaque secteur pour éviter le biais. Le tableau suivant donne une idée sur la disproportion de certains secteurs par rapport aux zones bâties dont ils renferment. Moins une zone est peuplée plus les secteurs y ont des tailles importantes.

TABLEAU 27 • SUPERFICIE DES ZONES BÂTIES DANS DEUX SECTEURS DE LA COMMUNE 1

Identifiant du secteur	Quartier	Superficie de la zone bâtie (ha)	Superficie totale du secteur (ha)
060	Sotuba	70.14	772.63
059	Korofina-Sud	37.65	164.78

Une difficulté réside également dans le choix de l'îlot comme niveau primaire d'échantillonnage : il n'est cartographié que sur les quartiers réguliers. Cependant, pris dans leur acception de « plus petite unité de l'espace urbain entièrement délimitée par des voies ou des éléments naturels », les îlots sont repérables sur la photographie. Une bonne répartition géographique des îlots de l'échantillon est assurée par un tirage systématique à l'aide d'une grille de points. L'échantillonnage suit plusieurs étapes. Au début du processus, il faut déterminer le nombre total de ménages à enquêter. Ceci se fait en fonction du budget de l'opération et de la précision recherchée. Si le budget disponible pour l'enquête proprement-dite (c'est-à-dire n'incluant pas les postes fixes de dépense) est fixé à l'avance, le montant de ce budget (B) et le coût unitaire d'enquête par ménage (c) conduisent au nombre total de ménages que l'on peut inclure dans l'échantillon (n) : $n = B/c$

Le coût unitaire d'enquête par ménage comprend le salaire des enquêteurs, les frais de déplacement, le coût des opérations d'échantillonnage, de saisie-codification, de dépouillement, d'analyse et de restitution des résultats. Lorsque l'on cherche, au contraire, à atteindre une précision (s : amplitude du demi-intervalle de confiance à 95 %) fixée à l'avance pour l'estimation d'un ratio R, on peut utiliser comme approximation de n la formule : $n = 4R (1 - R) / s2$

En toute rigueur, cette dernière formule correspond à un sondage aléatoire simple ; étant donné le plan de sondage décrit dans ce manuel, la précision obtenue avec un échantillon de n ménages sera meilleure que celle souhaitée(s). L'expérience a cependant montré qu'en ce qui concerne le nombre total de

ménages à enquêter, il y a peu de différences en termes de précision entre 1 000 et 3 000 ménages alors que les coûts sont beaucoup plus importants. Nous avons estimé que, pour la Commune 1, 1000 ménages constituent un échantillon suffisant. Un autre élément pouvant être déterminé à priori est le nombre de ménages à enquêter dans chaque îlot. Une fois atteint l'objectif d'une grande dispersion géographique des îlots sélectionnés, on enquête un petit nombre constant de ménages (q, de l'ordre de 5 à 1 0) dans tous les îlots contenant au moins q ménages et on enquête tous les ménages des îlots contenant moins de q ménages.

Pour la Commune 1, nous avons choisi à priori 5 ménages par îlots. Connaissant le nombre total de ménages à enquêter et le nombre de ménages à enquêter dans chaque îlot, on calcule le nombre d'îlots de l'échantillon et on les affecte aux strates. Pour calculer le nombre total d'îlots de l'échantillon (m), il faut connaître : la proportion (p) d'îlots de l'échantillon qui contiendront moins de (q) ménages et le nombre moyen de ménages (q') que l'on devra enquêter dans ces îlots. La formule permettant de calculer m est alors :

$$m = n / pq' + (1 - p) q$$

Les quantités p et q' sont bien entendu inconnues a priori, il faut par conséquent les estimer, soit à partir d'informations exogènes disponibles (recensement ou enquête antérieure par exemple), soit à partir d'une collecte démographique préliminaire. En l'absence de toute information supplémentaire on appliquera la formule : m = n / q. Pour la Commune 1, le nombre total d'îlots de l'échantillon est 1000/5 = 200

Pour affecter l'échantillon aux strates on a besoin de connaître le nombre d'îlots par strate. Pour cela, nous avons procédé par comptage direct dans les strates où ils sont cartographiés. Sur les cartes établies par CARPOL au 1/7500e et 1/3000e figure le contour des îlots et même des concessions. Pour les parties de la ville où une telle cartographie n'existe pas, on a estimé le nombre d'îlots. Pour effectuer cette estimation, on a tiré de chacune des strates concernées un extrait dont on mesure la superficie et le nombre d'îlots. Le résultat est extrapolé à l'ensemble de la strate. Par exemple dans la strate n° 3 (irrégulier dense réhabilité), l'extrait tiré compte 12 îlots sur une superficie de 24 050 m². La superficie de l'ensemble de la strate étant 1 544 203 m², nous obtenons 770.4 îlots pour la strate n° 3. Il faut ensuite appliquer le taux de sondage au nombre d'îlots dans chaque strate pour avoir l'échantillon d'îlots par strates. Le taux global au premier degré est obtenu par la formule :

$$t = m / \sum_{k=1}^{h} Mk$$

où Mk = nombre d'îlots par strate

Ceci nous donne pour la commune 1 : T = 200 / 2 895.15 = 0.069

Le nombre d'îlots à enquêter par strate est obtenu par l'application de ce taux au nombre d'îlots de la strate. Nous avons retenu l'allocation proportionnelle au nombre d'îlots. Il consiste à répartir l'échantillon en adoptant le même

taux dans toutes les strates de la base de sondage. Cette solution est préférable en l'absence d'informations chiffrées sur les variances des caractères à estimer au sein des strates. Une fois obtenu le nombre d'îlots de l'échantillon par strate, il ne reste plus qu'à trouver la manière de les sélectionner. Cette sélection s'effectue indépendamment dans chaque strate dont la longueur du côté de la maille a été calculée pour respecter le taux prévu dans la strate. On obtient la surface de la grille d'une strate donnée en divisant celle de la strate concernée par le taux de sondage qui lui est applicable. Les résultats de ces différentes opérations sont résumés dans le tableau suivant.

TABLEAU 28 • SÉLECTION DES ÎLOTS DE L'ÉCHANTILLON

N°	Strates	Nombre d'îlots	Echantillon d'îlots	Côté de la maille de la grille (m)
1	Tramé régulier dense	524	36	372,30
2	Tramé régulier lâche	122	8	369,35
3	Irrégulier dense réhabilité	770,4	53,13	170,69
4	Irrégulier dense non réhab.	982,7	67,80	261,22
5	Irrégulier lâche	436,05	30	370,92
6	Administr., com. industrie	60	4,14	682,24
7	Terrain non bâti	0	0	-

L'application de la grille est simple avec le logiciel Savane. Il donne la possibilité d'appliquer sur une carte ou une image une grille ou des amorces dont on peut choisir la longueur du côté. Il ne reste plus alors qu'à identifier sur le terrain les îlots de l'échantillon. Au deuxième degré, les unités secondaires sélectionnées sont les ménages. La sélection des ménages à enquêter se fait de façon systématique sur une liste des ménages établie pour chaque îlot de l'échantillon. Les auteurs de la méthode conseillent que du fait du caractère marginal de la variance intra-îlots au regard de la variance inter-îlots, il y a intérêt à pratiquer le plus fort taux possible au premier degré.

Une telle base de sondage a plusieurs utilités dans une perspective de SIU. Hormis la réduction considérable de l'erreur d'échantillonnage (40 % selon ses auteurs), elle permet d'avoir des mesures d'une périodicité beaucoup plus courte que les données issues d'opérations de collecte exhaustives. Elle permet, en outre, des comparaisons avec celles-ci et donc une évaluation de leur qualité à partir du moment où la fiabilité de la méthode est reconnue.

Il convient d'aborder à ce niveau le problème de la représentation cartographique des résultats des enquêtes par sondage et leur mise en relation spatiale avec les autres couches d'information. Les enquêtes par sondage sont habituellement exploitées au niveau des strates. La stratification a deux objectifs. Le premier est de constituer des groupes homogènes à l'intérieur d'un univers avant d'y prélever l'échantillon afin d'amortir les fluctuations que le hasard peut apporter à sa composition. (Thionnet cité par Desabie, 1971). Plus précisément, on découpe l'univers étudié en groupes homogènes appelés « strates ». Le deuxième objectif, moins important est la nécessité d'avoir un découpage des strates qui puissent également être utilisées comme domaines d'études et de présentation des résultats. En représentant les résultats de l'enquête par strate, on effectue une cartographie par les densités moyennes sur chaque zone. Les strates qui constituent ainsi les domaines d'études sont le plus souvent des entités géographiques comme les quartiers. Dans ce cas, les résultats sont présentés comme des valeurs moyennes au niveau de ces entités. Les strates peuvent également être construites sur d'autres critères et ne pas tenir compte des limites administratives, comme c'est le cas dans l'exemple traité précédemment. Dans ce cas, la lecture des représentations par strate est rendue plus ardue. En outre, la représentation moyenne par domaine peut cacher certaines disparités internes. Aussi est-il intéressant de changer d'échelle quant à la représentation des données. Une autre approche consiste à utiliser les valeurs locales pour extrapoler en construisant des plages de valeurs. C'est la cartographie par les densités locales. Elle permet de régionaliser les phénomènes d'une façon plus précise que la stratification initiale. En guise d'illustration à partir de notre exemple, les densités moyennes sont calculées non plus par strate mais par îlot. Ceux-ci sont considérés comme des points sur lesquels on dispose de données. A partir des valeurs localisées, l'extrapolation consiste à définir des zones correspondant à des plages de valeurs limitées par des isolignes. Cette représentation suppose pour être valide que le phénomène étudié ait une signification spatiale, c'est-à-dire que la distribution spatiale des valeurs n'est pas due au seul hasard. On fait ainsi apparaître des phénomènes locaux ou des discontinuités qui ne respectent pas le découpage en strates et peuvent être utilisés pour la stratification des études ultérieures.

CONCLUSION
BAMAKO ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE

« L'homme étant la ressource la plus précieuse, l'écodéveloppement doit contribuer avant tout à sa réalisation... L'identification, la mise en valeur et la gestion des ressources naturelles se font dans une perspective de solidarité diachronique avec les générations futures : la déprédation est sévèrement proscrite et l'épuisement, inévitable à long terme, de certaines ressources non renouvelables, mitigé par une double démarche qui consiste à éviter leur gaspillage, et à utiliser aussi souvent que possible les ressources renouvelables qui, convenablement exploitées, ne devraient jamais se tarir ».
Ignacy Sachs, 1974.

Au terme de cette étude, qui n'est qu'un regard particulier sur la capitale malienne, il est tentant, après avoir traité principalement de l'espace urbain de réfléchir à son devenir. Mais la prospective est un exercice périlleux que l'on ne doit ne pratiquer qu'avec une grande prudence. Quelques grandes lignes, pourtant, paraissent s'imposer.

Le premier constat qui peut être fait est banal : la croissance urbaine de Bamako va se poursuivre. Quand bien même on mettrait des portes pour fermer l'entrée dans la ville, celle-ci continuerait de s'accroître, même sans migrations, parce que sa population est jeune et que la fécondité, (même si elle est moindre en ville qu'à la campagne) demeure élevée. Plus hasardeux est le pronostic sur le taux de croissance. Entre 1987 et 1998, on l'a vu, il a été de 4,03 % en moyenne annuelle, et de 4,4 % pour la décennie précédente (1976-1987). On peut légitimement faire l'hypothèse qu'au cours de la décennie 1998-2008 cette baisse se poursuivra et que le taux sera légèrement inférieur à 4% (94) . Quoi qu'il en soit, et pour demeurer dans une « fourchette » raisonnable, il faut avoir en tête qu'un

(94) La population urbaine du Mali devrait également augmenter mais on peut estimer plausible, qu'à l'instar d'autres pays africains, des villes moyennes connaîtront un taux de croissance supérieur à celui de Bamako ; mais en toute hypothèse c'est encore la capitale qui, en chiffres absolus, aura le plus de nouveaux citadins.

taux d'accroissement de 4 % l'an signifie un doublement des effectifs de population en dix-sept ans et un taux de 3,5 % un doublement en vingt ans. Les Bamakois, dans dix-huit ou vingt ans seraient donc, dans cette hypothèse, un peu plus de deux millions. Quelles conséquences en tirer en termes d'environnement ou de gestion ? Quelles mesures envisager pour que la croissance urbaine se traduise en termes de « développement » pour les citadins et le pays et non en termes de sous-développement urbain accru ?

Sur le plan de la dynamique spatiale, il est très vraisemblable que l'extension urbaine ne se fera pas à l'identique de ce qu'elle a été jusqu'à présent. Même si la ville demeure majoritairement horizontale, l'effet de taille induit à coup sûr une densification accrue de certains secteurs. Les responsables de la ville peuvent d'ailleurs accompagner ou accélérer ce changement en ouvrant à la construction en hauteur une partie de l'espace urbain. C'est déjà ce qui se passe dans la reconstruction du centre ville et sur le site de l'ancien aéroport. L'extension urbaine ne connaît pas à Bamako de contraintes fortes de site, sauf au nord, qui limiteraient de façon rigoureuse l'extension spatiale. Mais une trop grande extension entraîne une série de problèmes.

Le premier est l'augmentation du trafic automobile. Bamako connaît depuis des années une saturation des voies et des ponts (en dépit de l'amélioration qui a été apportée par la construction du pont Fahd et la réfection de l'avenue de l'OUA). Même avec un troisième puis un quatrième pont (dont la construction est prévue à Djikoroni et Sotuba) les problèmes d'engorgement ne seront pas résolus, car une bonne partie de l'emploi continuera de se situer au nord du fleuve alors que les extensions de quartiers d'habitations seront surtout au sud. D'autre part, la pollution de l'air à laquelle participe largement la circulation automobile sera aggravée. Si on ne veut pas connaître à Bamako une situation analogue à celle qui prévaut dans des mégapoles comme Lagos, il paraît évident qu'un effort résolu doit être fait en faveur des transports collectifs. Les expériences récentes (Bamabus, Tababus) n'ont certes pas connu un réel succès. Mais il faudra bien d'une manière ou d'une autre donner la priorité aux transports en commun sur la voiture individuelle. Cela suppose sans doute un changement d'attitude, consistant par exemple à réserver des passages en site propre pour les bus et taxis (95). Peut-être aussi pourrait-on réfléchir, à une époque où beaucoup de villes européennes redécouvrent le tramway (nettement moins onéreux que le métro souterrain) à une meilleure utilisation, pour le transport urbain cette fois, de la voie ferrée vers Kati et vers Koulikoro qui traverse la ville d'ouest en est sur une bonne quinzaine de kilomètres. Tout ceci certes a un coût, qu'il convient

(95) En ce domaine, on pourrait s'inspirer de quelques exemples réussis dans d'autres villes du Sud. Ainsi, à Curitiba (Brésil), ville de 1,5 million d'habitants, « 70 % de la population représentant toutes les classes sociales utilisent les transports en commun » (*Le Monde*, 30 mai 2000). Ceux-ci sont assurés par des compagnies privées qui ont un contrat de sous-traitance avec la municipalité et ils disposent de 70 km de voies réservées. La collectivité a évité ainsi de recourir à des investissements coûteux comme le métro ou le tramway.

de mesurer avec précision, mais d'une part il n'est pas anormal de subventionner des services publics de cette importance, et d'autre part des économies peuvent être ainsi réalisées en termes de santé publique, d'accidents ou de pollution aggravée par la circulation automobile individuelle. Une démarche identique de couloirs réservés devrait être utilisée pour les deux roues qui constituent encore le moyen de déplacement privilégié de bon nombre de Bamakois. Cette circulation « en site propre » serait aussi un moyen (avec le port du casque, victime de la révolution de 1991) de réduire le nombre trop élevé des accidents liés à ce mode de transport.

Toujours sur le plan de l'espace urbanisé, le développement durable signifie que l'on tienne le plus grand compte dans les extensions à venir des risques naturels ou technologiques. Les premiers sont représentés, surtout à Bamako, par les risques d'inondation dans des zones mal drainées ou proches du fleuve. Une délimitation précise de ces zones s'impose pour les classer dans les schémas d'aménagement en zones non-constructibles. Il en est de même des secteurs à forte pente qui présentent un risque d'éboulement. En outre, devraient être évalués de manière précise les risques technologiques liés à l'industrialisation.

Ainsi devraient être exclus de constructions les secteurs à risques. Ce qui ne veut pas dire qu'ils doivent être exclus de la ville, mais qu'ils doivent recevoir une autre destination que des habitations. Dans les zones inondables, certains de ces espaces pourraient servir de bassins de rétention, mais beaucoup aussi devraient être réservés à l'agriculture. Celle-ci demeure une activité importante, même à l'intérieur du périmètre urbain. Mais les producteurs sont dans une grande insécurité foncière et la tentation est grande pour les propriétaires d'entasser des matériaux de toute sorte pour rehausser leurs terrains et les rendre ainsi incultivables mais constructibles. Seule une intervention résolue des pouvoirs publics sera capable dans ces cas-là de réserver ces lieux à des activités agricoles. C'est également un bon moyen de préserver l'avenir que d'avoir ainsi en réserve des terrains non encombrés de bâtiments qui peuvent devenir plus tard les espaces de loisirs, de sports, de détente dont auront bien besoin les deux millions d'habitants que nous évoquions plus haut. Une bonne occasion de remettre un peu plus de nature dans la ville.

Un espace particulièrement sensible de ce point de vue est représenté par les berges du fleuve. Elles sont le siège d'activités multiples. Teinturières ou lavandières, pêcheurs ou extracteurs de sable, éleveurs ou constructeurs de pirogues, tanneurs ou récupérateurs de métaux convoitent ces lieux aux côtés des agriculteurs ; c'est sans doute cette prolifération de petits métiers qui a préservé jusqu'à présent, à quelques exceptions hôtelières près, les abords du Niger. Ils doivent faire l'objet d'aménagements visant à les consolider : on peut espérer que les berges demeureront pour l'essentiel des espaces collectifs et qu'un certain nombre d'activités pourront continuer à s'y développer.

Un autre aspect de l'environnement urbain est constitué par le cadre de vie des citadins. La qualité de la vie quotidienne dépend pour une large part de

l'accès de chaque ménage à un certain nombre de « biens communs », notamment l'eau et l'électricité. L'approvisionnement en eau ne semble pas poser de problèmes majeurs, du moins en quantité grâce au Niger, mais c'est la qualité de l'eau qui pose problème : les sources de pollution sont nombreuses (eaux usées, eaux de pluie qui se déversent dans le fleuve au travers de caniveaux sordides, activités industrielles ou artisanales des berges). Il conviendra de s'assurer à mesure que la ville grandit que les capacités de desserte suivent le rythme et sans doute faudra-t-il multiplier les pompages profonds pour avoir une eau de bonne qualité. L'approvisionnement en électricité est également un souci permanent des Bamakois et tous gardent en mémoire les fins de saison sèche durant lesquelles les coupures, parfois longues, étaient leur lot quotidien. L'arrivée de l'électricité produite à Manantali devrait mettre fin à cette hantise, mais là aussi ce qui est une bonne solution pour un million d'habitants ne sera peut être pas suffisant en fin de période. Une autre difficulté de la vie urbaine est liée aux ordures ménagères pour lesquelles on recherche, depuis des années, des solutions satisfaisantes. La collecte par de petites entreprises ayant des charrettes à ânes et percevant directement leur rétribution auprès des habitants présente quelques difficultés : les clients qui refusent de payer, la mortalité des ânes (rarement bien soignés et nourris, souvent maltraités), les dépôts intermédiaires qui devraient être vidés par le district et ne le sont pas toujours.

Enfin se pose la question du traitement final des ordures : un peu partout maintenant on préfère le tri sélectif à l'incinération et dès à présent au Mali l'activité de tri est très pratiquée, à diverses fins ; encore faudrait-il qu'elle s'effectue dans de meilleures conditions d'hygiène et que l'on améliore le recyclage, comme la fabrication du compost. Il demeure bien sûr la question lancinante des myriades de petits sacs en plastique qui s'éparpillent au gré du vent et pour lesquels on ne voit guère d'autre solution que le ramassage manuel ou l'introduction de produits biodégradables.

Deux questions demeurent difficiles à résoudre, en terme d'environnement, et ne pourront que s'aggraver avec la croissance urbaine. Il s'agit d'une part de l'assainissement, qui aggravera la densification de l'habitat (et, partant, la diminution de la taille des cours intérieures). A défaut de coûteuses stations d'épuration, des solutions pourraient être imaginées à partir d'exemples pris dans des pays comme l'Inde. D'autre part de l'énergie domestique qui est encore à plus de 90 % d'origine ligneuse. Les coupes de bois autour de la capitale ont déjà détruit une bonne partie du potentiel ligneux et le remplacement de cette énergie par le gaz, s'il peut être aidé ne deviendra la solution de remplacement que le jour où les citadins auront des revenus plus fournis (mais il se pourrait alors que le gaz, même compétitif sur le plan économique, soit mal maîtrisé et son utilisation jugée plus dangereuse que celle du bois).

Un autre aspect du développement durable (c'est-à-dire d'une amélioration de la situation actuelle) tient à ce que l'on pourrait appeler, d'un autre terme à la mode, la bonne « gouvernance ». Il s'agit de l'ensemble des modes de fonc-

tionnement des relations entre pouvoir et citoyens qui assure une entreprise viable de gestion urbaine. La décentralisation elle aussi est en vogue. Elle provient de deux courants. Le premier, externe résulte de la doctrine très largement répandue dans les institutions internationales, qui incite fortement à la diminution du rôle de l'Etat ; c'est à la fois le bilan tiré de la fin des systèmes communistes autoritaires, et le résultat de la vogue du néo-libéralisme. La deuxième source d'inspiration interne est bien sûr la soif de démocratie qui a été exprimée avec force au Mali. La conjonction des deux conduit à mener de front les opérations de démocratisation et de décentralisation. Deux questions paraissent essentielles en ce domaine : comment faire des citadins des citoyens ? Comment faire face à la fracture sociale ?

Sur le premier point, il faut insister sur le fait que la démocratie ne se limite pas à la liberté de la presse et au multipartisme. Elle consiste aussi à écouter les citoyens soit par des séances de démocratie directe (et à ce titre, l'exemple est donné, au niveau national par l'espace d'interpellation démocratique, EID), soit de manière plus permanente, par une collaboration et un travail en commun avec les corps intermédiaires, comités de quartiers, associations de jeunes, de femmes, de professionnels qui ont tous leur mot à dire sur la gestion de la cité. On connaît des exemples notamment en Amérique latine où ce souci de démocratie partagée va jusqu'au vote des budgets (cf. l'exemple connu et largement médiatisé de Porto Alegre au Brésil). Dans des villes qui demeureront pauvres, où beaucoup de citoyens ne pourront s'acquitter de contributions financières, ne pourrait-on, en échange, leur proposer de s'acquitter en travail d'une contribution à la gestion urbaine, ce qui n'est possible que s'il y a démocratie et non « travail forcé » comme à l'époque coloniale. La démocratie directe, que la production d'informations adéquates peut faciliter, est aussi un moyen sinon de supprimer, du moins de réduire, la corruption.

Pas de ville harmonieuse non plus s'il y a de trop grands écarts de revenus entre les citoyens. La « fracture sociale » est encore plus accentuée dans les villes africaines qu'en Europe. Bamako tranche un peu de ce point de vue sur d'autres capitales du continent, il n'existe pas de quartiers ghettos. A défaut de pouvoir remédier bientôt aux écarts de revenus, on peut au moins faire en sorte que se perpétue une relative mixité des quartiers.

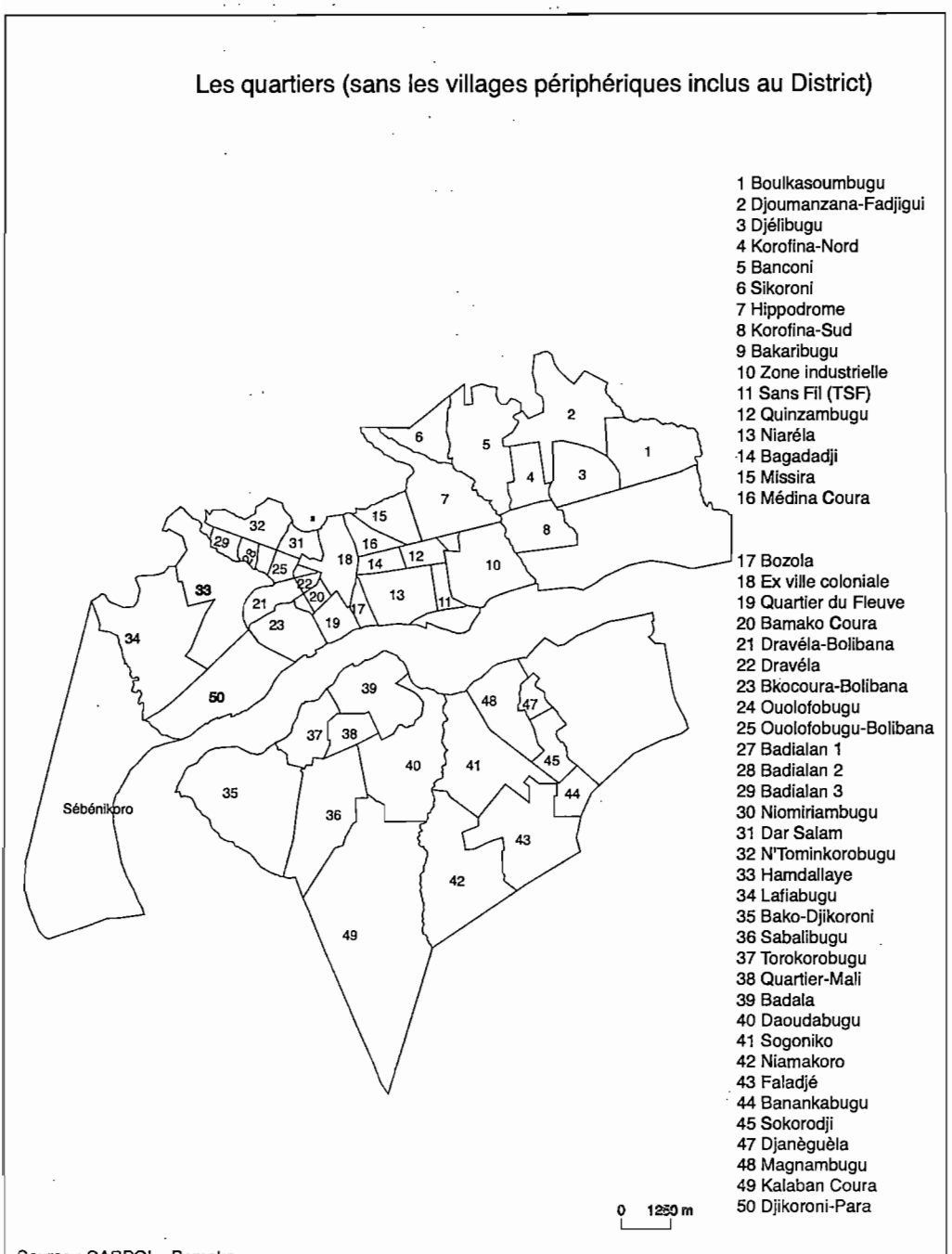
Maîtrise foncière, limitation de l'étalement, mixité des quartiers sont des facteurs essentiels d'une croissance plus harmonieuse. Mais tout ceci peut paraître relever du maintien des conditions actuelles de la qualité de vie en ville. Si l'on veut que la croissance s'accompagne d'un véritable développement, il importe que la qualité de vie des citadins soit améliorée. Très concrètement, et en retenant l'hypothèse du doublement de population évoqué plus haut, cela voudrait dire qu'au cours des deux prochaines décennies on construise plus d'équipements (en voies, établissements scolaires ou sanitaires, etc.) qu'il n'en existe aujourd'hui.

Autre face du développement durable ou du développement tout court : comment faire pour que les villes soient des pôles engendrant la croissance économique ? Ce n'est pas seulement une question de code des investissements mais tout un ensemble qui va de la formation professionnelle aux capacités de logement, des infrastructures à la qualité des réseaux. Il en est de même de bonnes liaisons avec les villes dites secondaires, ne serait-ce que pour faciliter le ravitaillement de la capitale. Le secteur privé prend le relais des pouvoirs publics pour un nombre croissant d'opérations ou de gestion de services publics. Ce serait aller à contre courant que de vouloir freiner ce mouvement. Mais plus celui-ci prend de l'ampleur, plus il importe que l'État, garant de l'intérêt général, soit en mesure de contrôler mais aussi d'impulser dans certains cas les évolutions.

En résumé, il nous semble que quatre conditions doivent être réunies pour qu'une ville connaisse un développement durable :

- que l'on sache aménager l'espace pour le ménager au lieu de le gaspiller : préoccupation d'environnement ;
- que les citadins aient accès à un minimum de services : préoccupation du cadre de vie ;
- que la ville soit gérée dans l'intérêt commun et avec la participation des citoyens : préoccupation de démocratie ;
- que la ville génère des activités économiques qui à la fois assurent aux collectivités des ressources fiscales durables et aient un effet d'entraînement sur l'espace qu'elles contrôlent : préoccupation de développement économique.

FIGURE 13. BAMAKO : LES QUARTIERS



Source : CARPOL - Bamako

Figure 6. Evolution de la superficie de Bamako

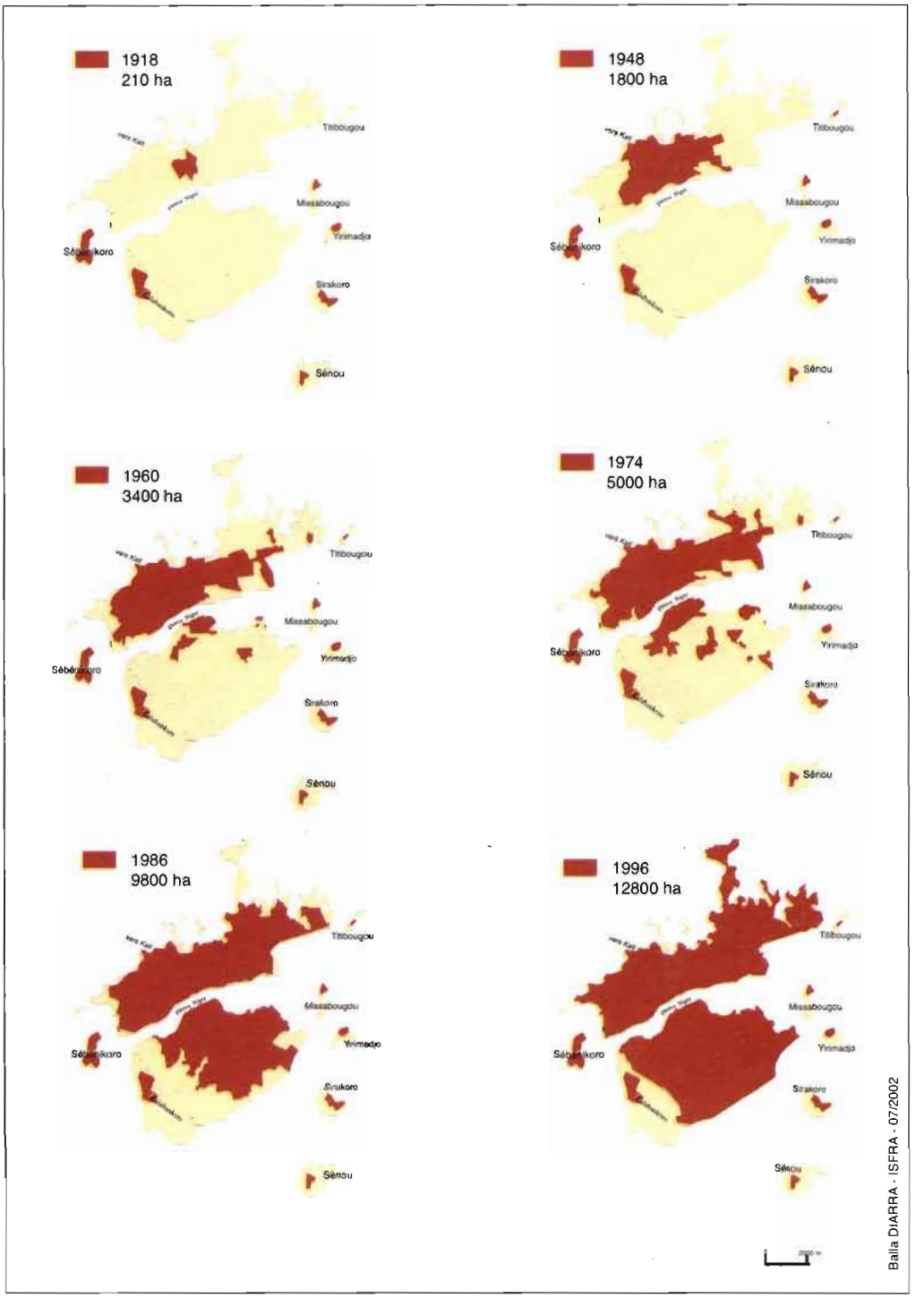


Figure 7. MODES D'OCCUPATION DU SITE (SDAU, 1990)

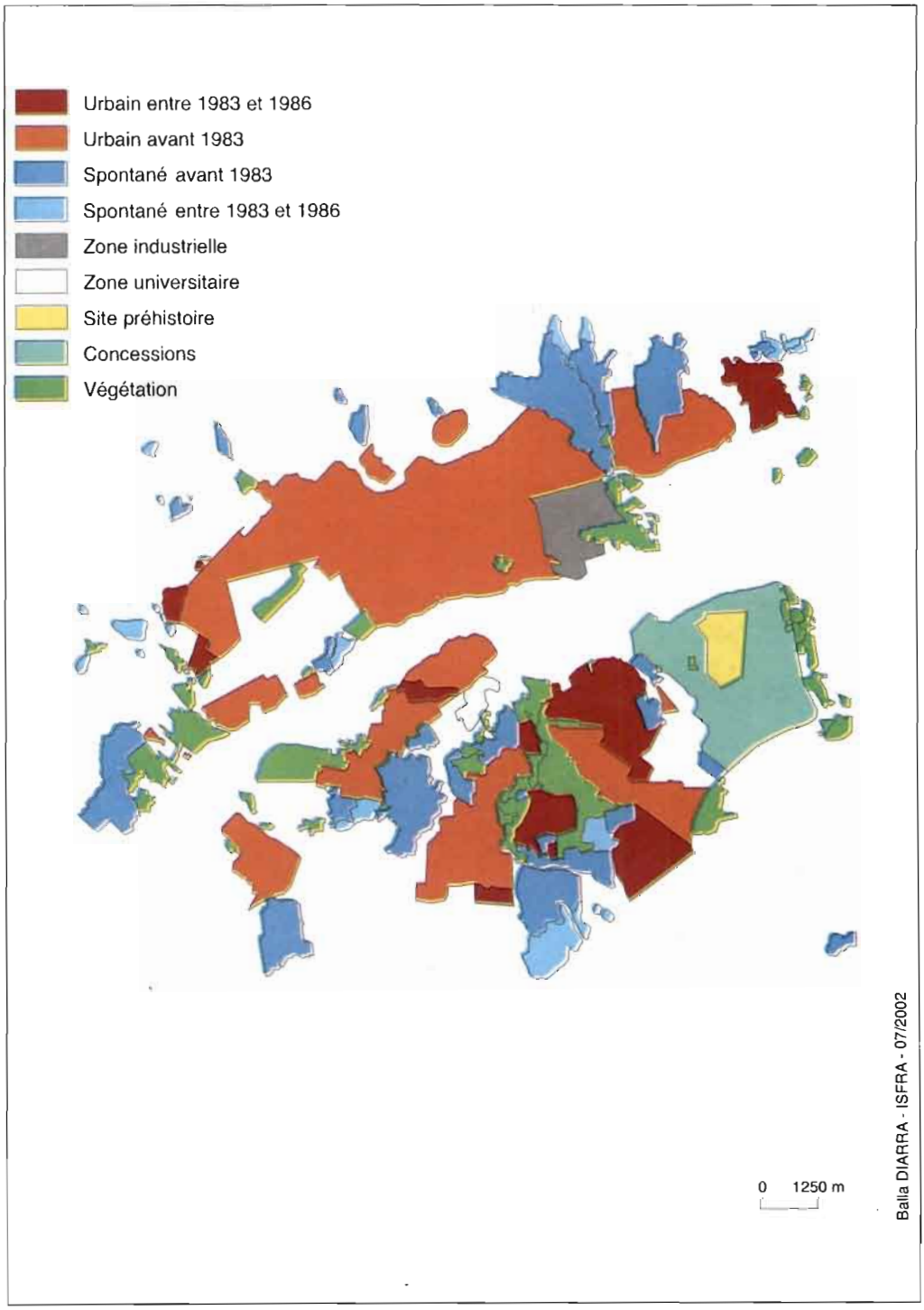


Figure 8. CLASSIFICATION INTÉGRANT LES TROIS CANAUX XS ET LE CANAL DE STRUCTURE

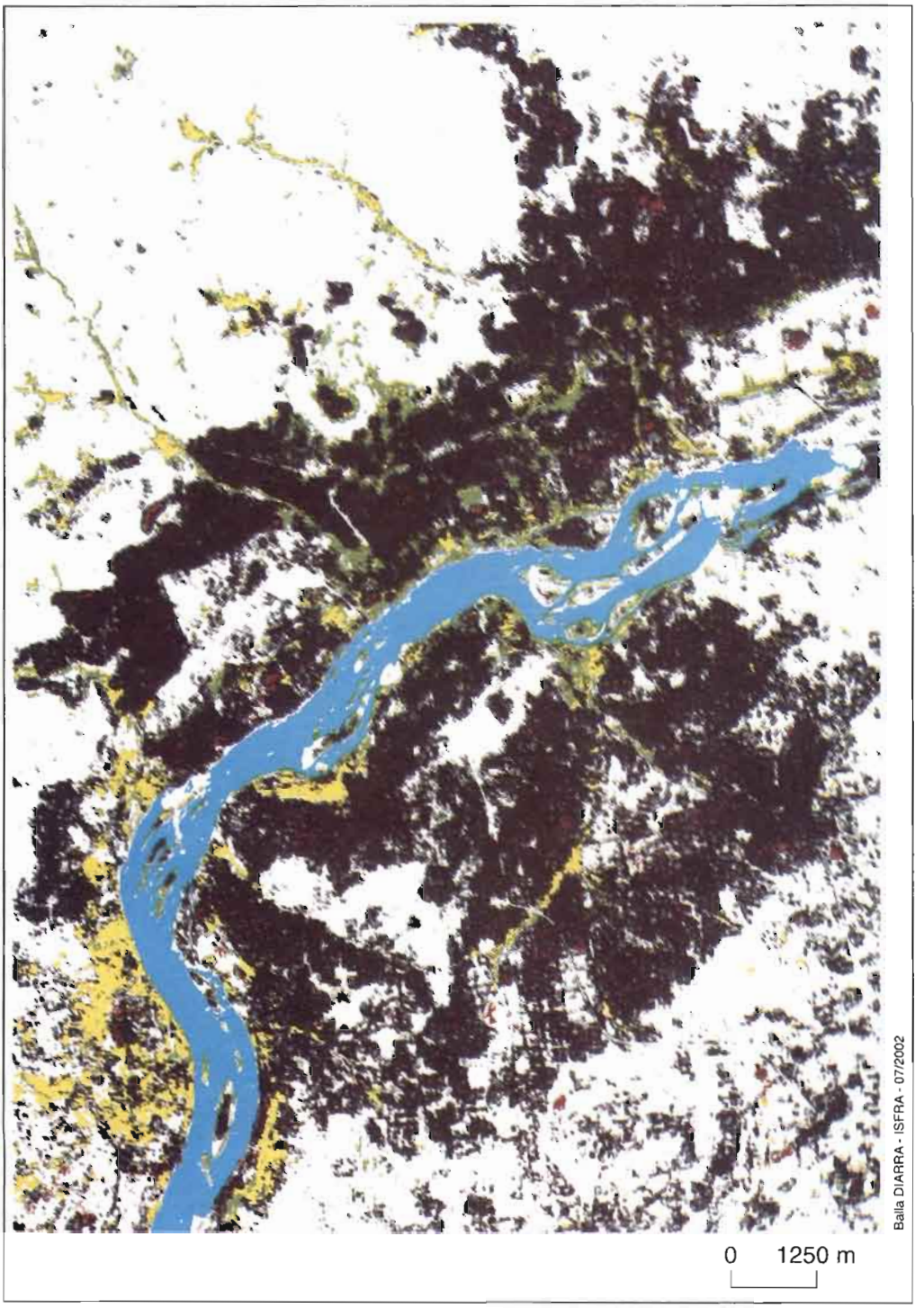


Figure 9. BAMAKO : COMPOSITION COLORÉE P+XS. AVRIL 1996

Figure 11. Modes d'occupation du sol. Image 1996. Carte de synthèse

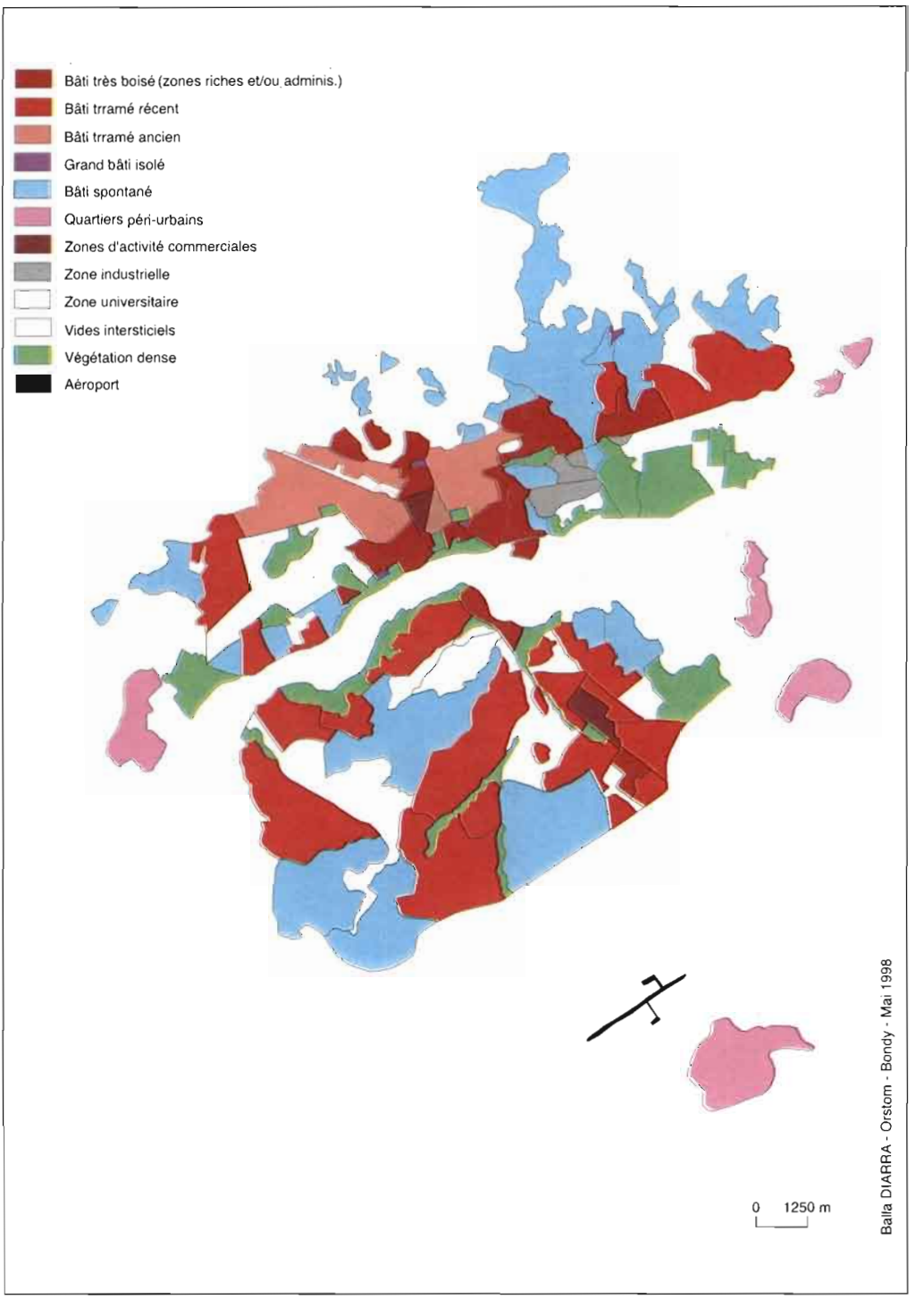


Figure 17. Typologie de Bamako - 1987

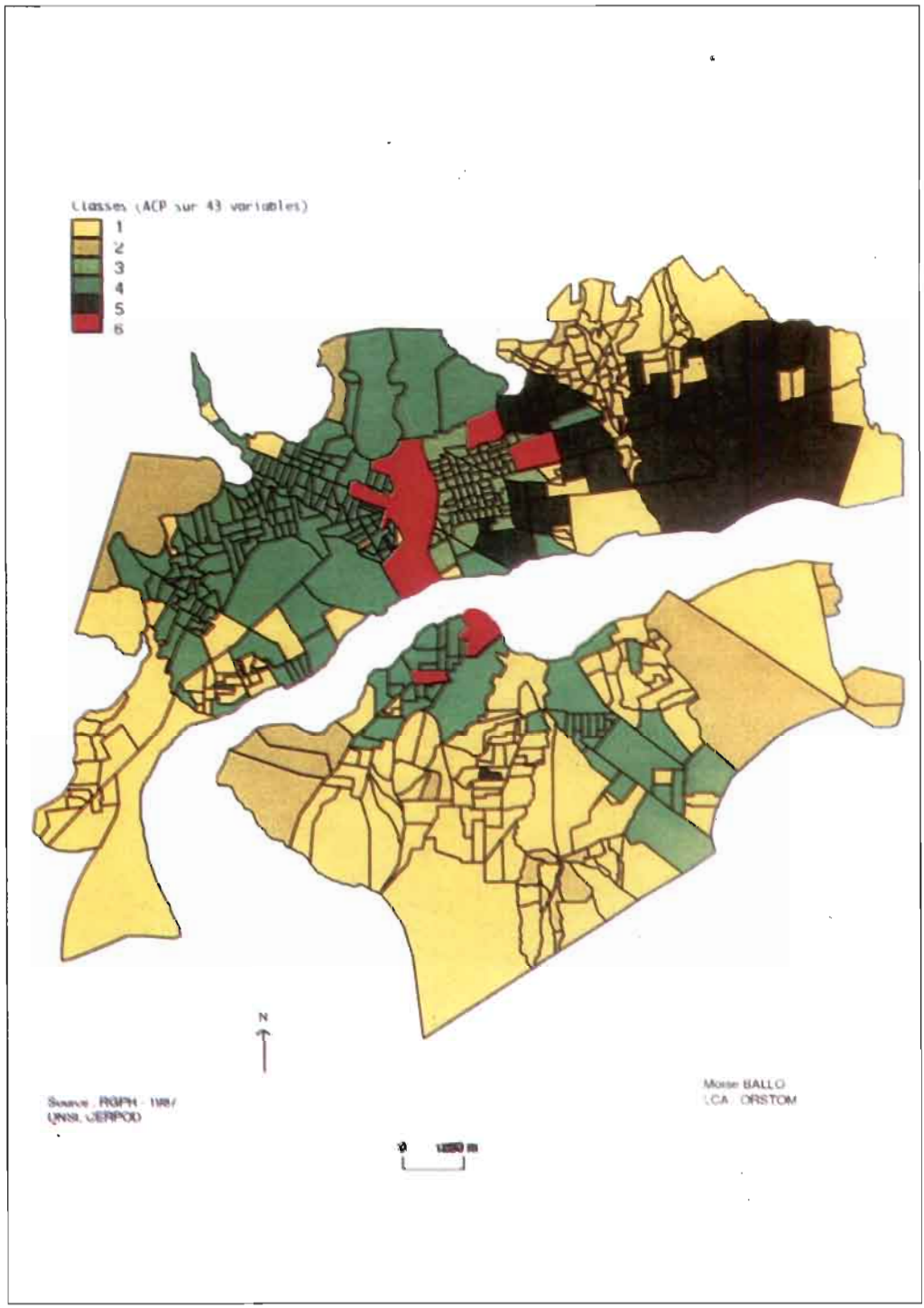
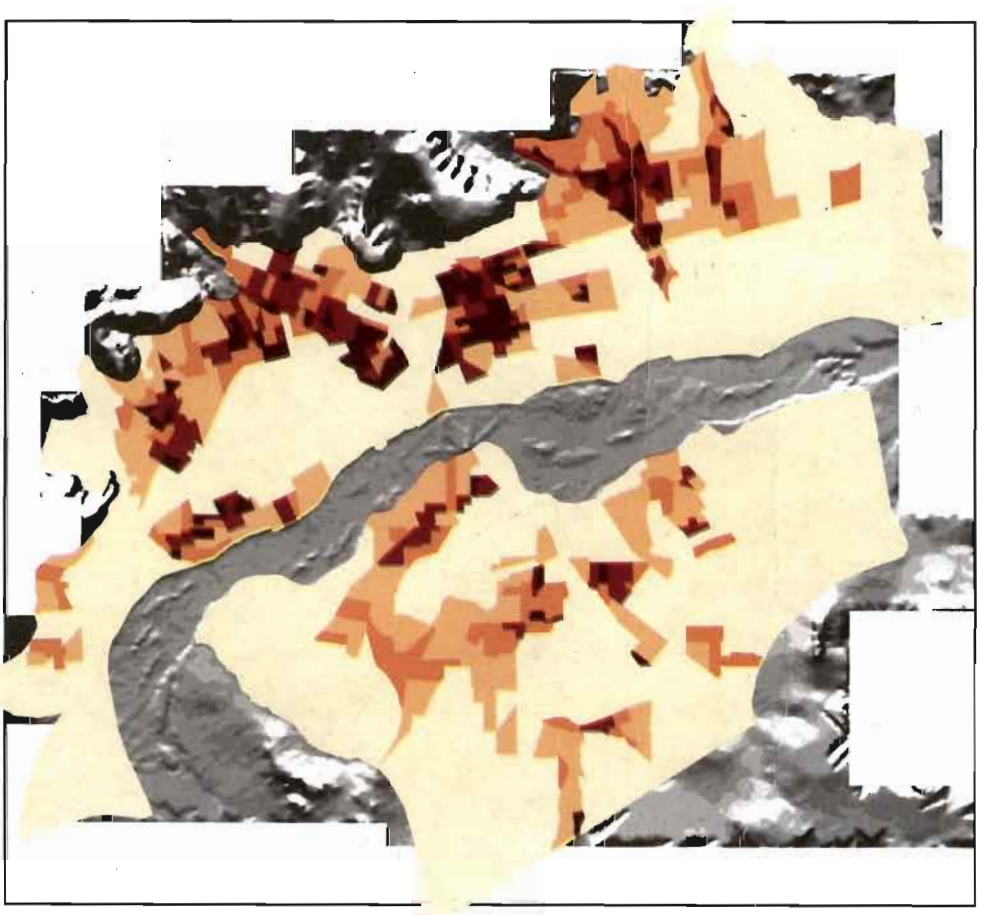


Figure 18. DENSITÉ ET CONTRAINTES DU SITE - 1987



Moïse Balio

Sources : DNSI (RGPH-1987)
CARPOL

Figure 19. ECLAIRAGE À L'ÉLECTRICITÉ - 1987

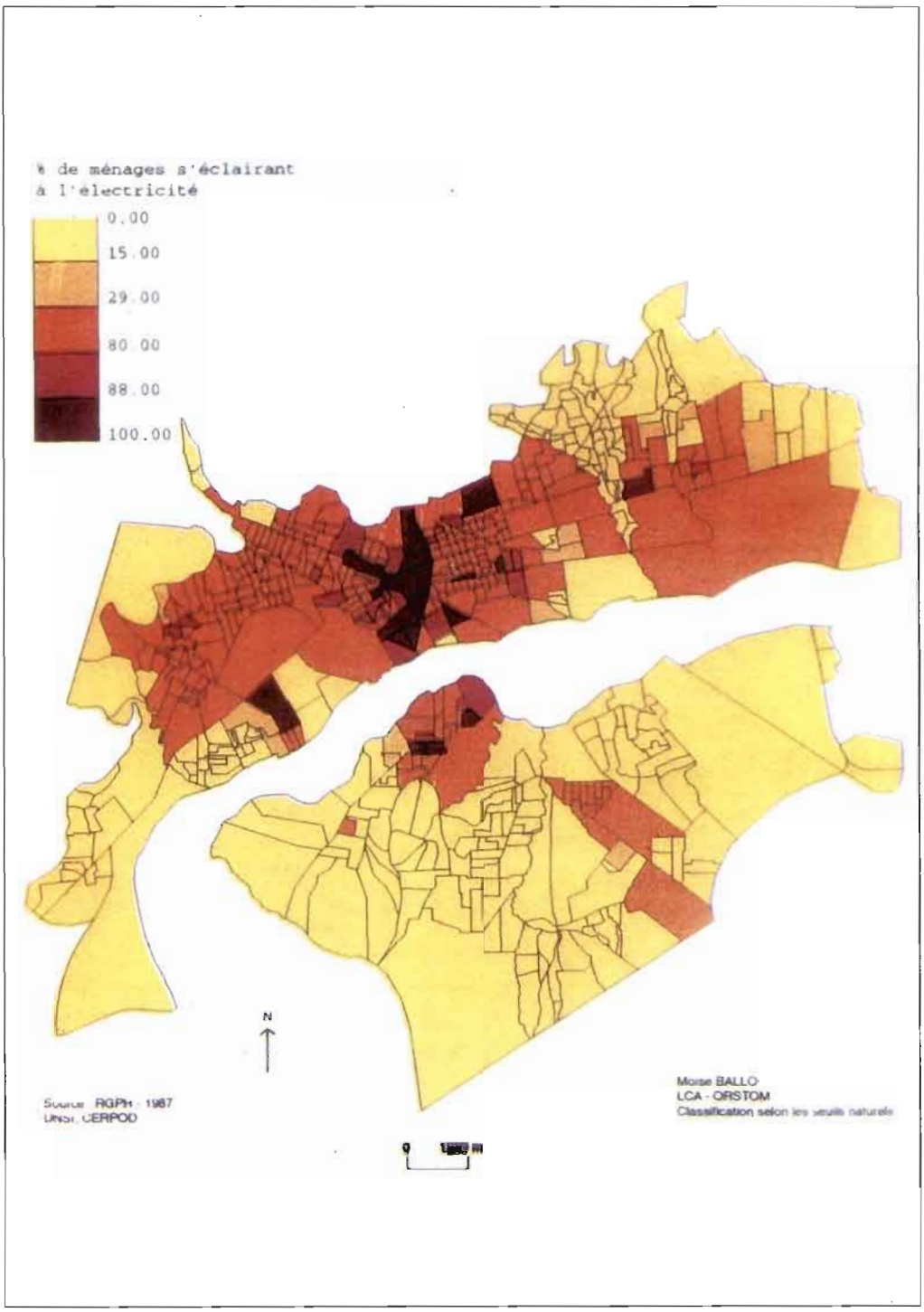


Figure 20. ETAPES DE LA MODÉLISATION

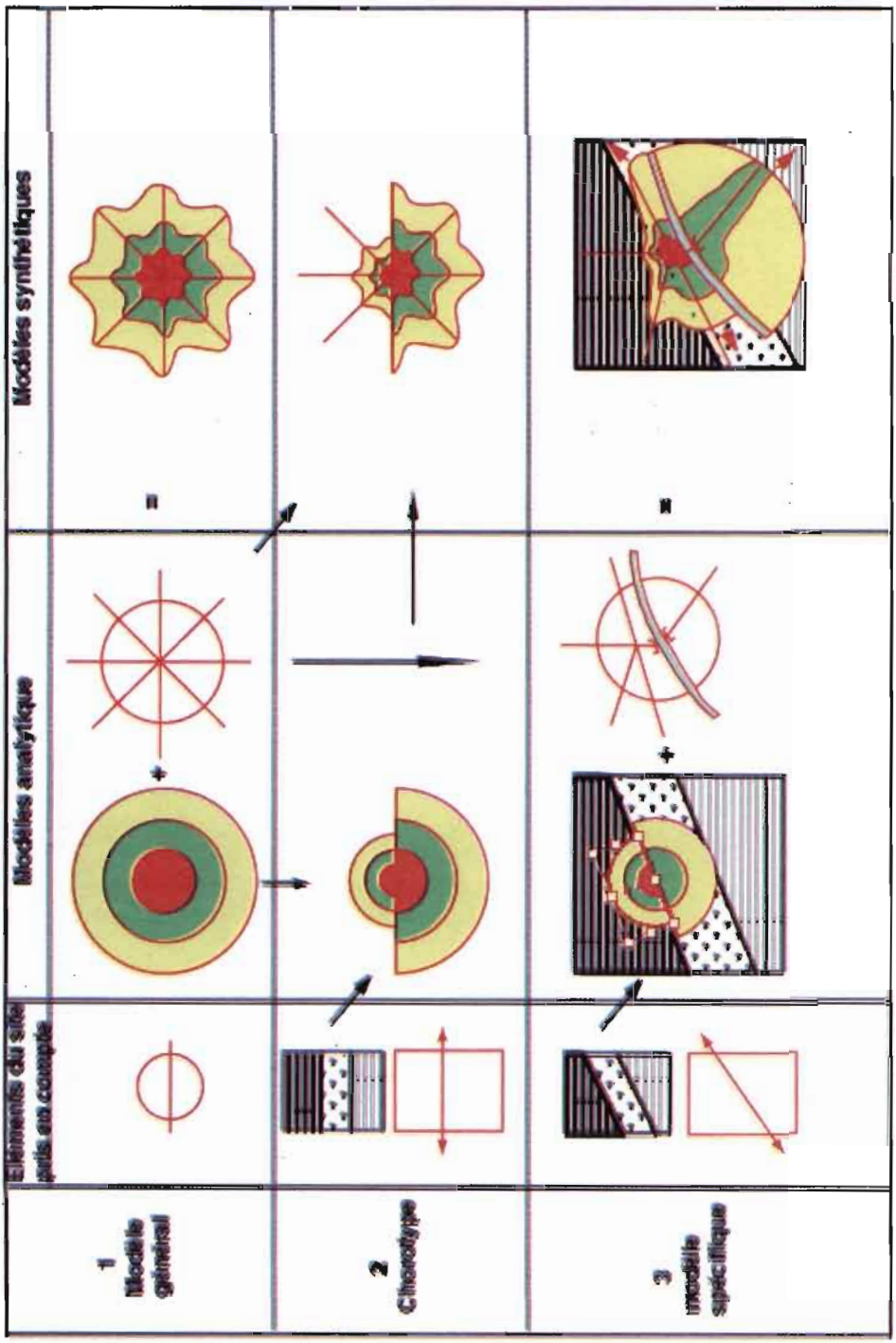


Figure 21. BAMAKO : DÉCOUPAGE ADMINISTRATIF

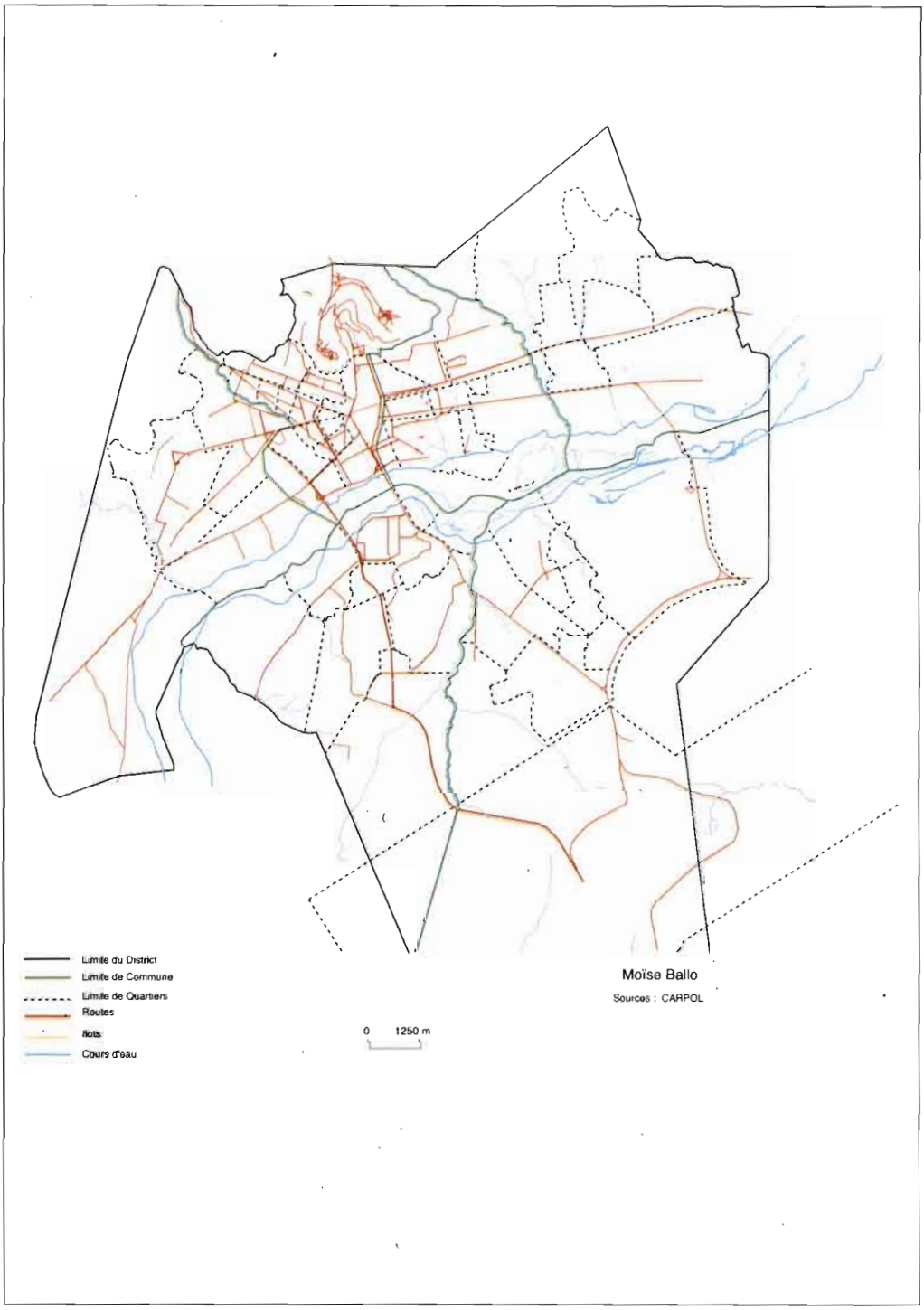


FIGURE 22. BAMAKO, COMMUNE 1 : CARTE SCOLAIRE

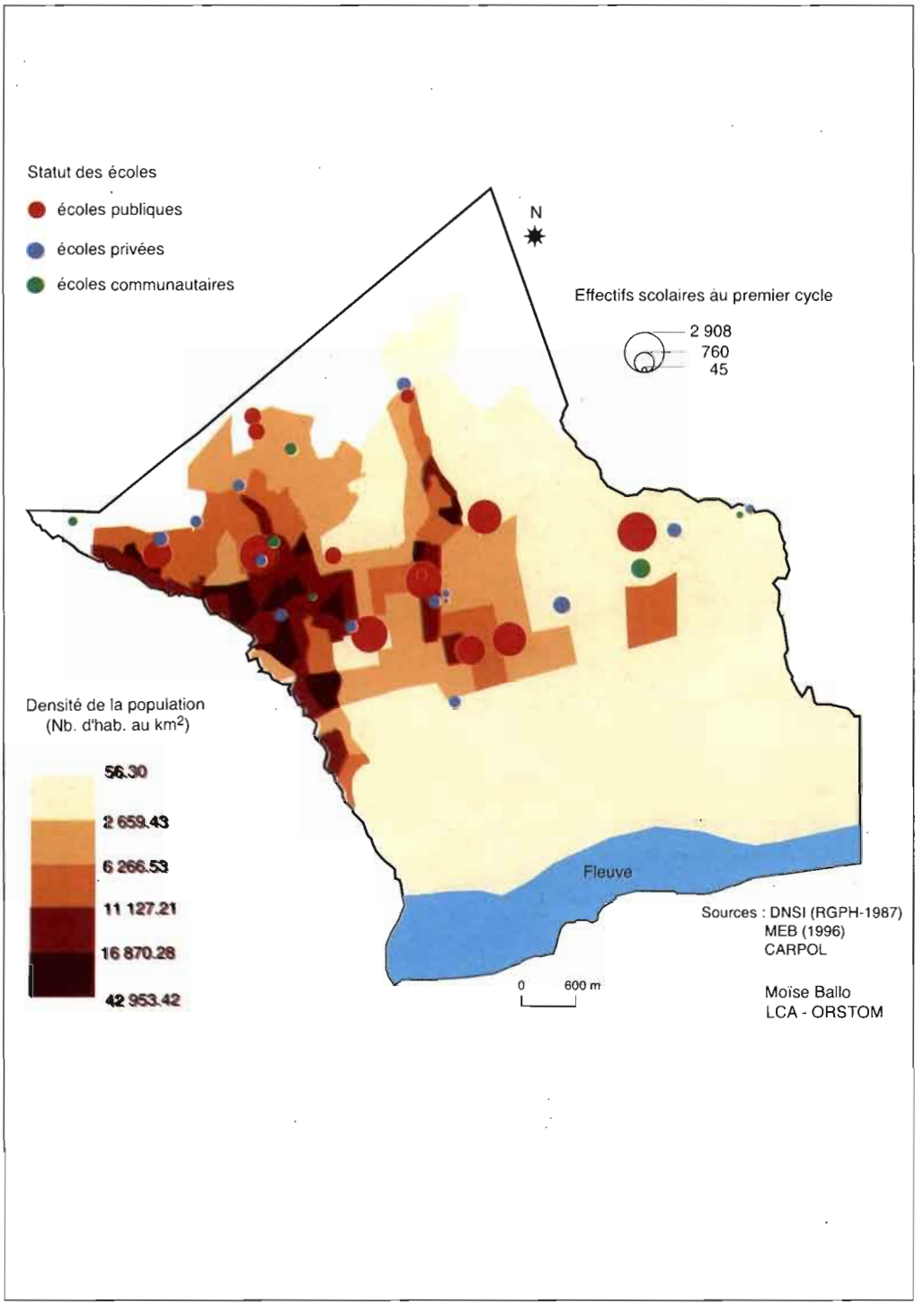
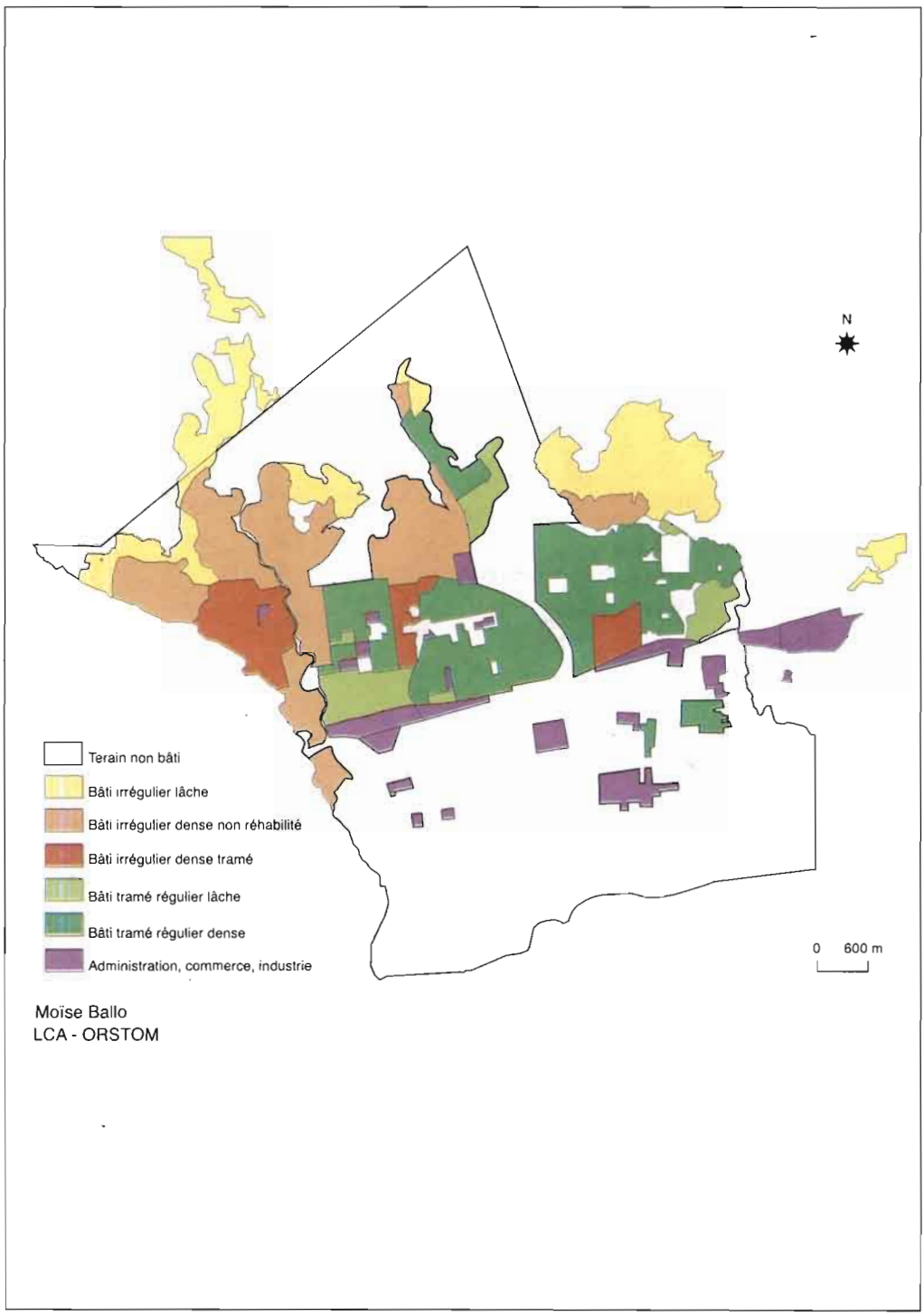


FIGURE 23. BAMAKO, COMMUNE 1 : STRATIFICATION DE L'ESPACE



BIBLIOGRAPHIE

AMAN A. (1991), *Analyse des changements d'échelle spatiale à partir de données satellitaires : le cas des savanes d'Afrique de l'Ouest.* Thèse, Université de Toulouse, 175 pages.

ARMAND M. (1995), *Les données SPOT : quels apports à l'urbanisme* (intérêts économique et technique de l'utilisation d'images). Bulletin Société Française de Photogrammétrie et Télédétection, n° 139 (1995 - 3), Paris, SFPT, pp 32-38.

ARMAND M. (1995), *Télédétection, urbanisme et aménagement.* Les cahiers Pédagogiques du GDTA, numéro A4, GDTA, 151 pages.

ARMAND M. et CAMPAGNE P. (1989), *Mise à jour d'une base de données urbaines à partir des images du satellite SPOT : le cas de Bouaké* (RCI). Bulletin SFPT, n° 116, Paris SFPT, pp 5-17.

ASSAKO ASSAKO R.J. (1995), *Contribution à la création d'un observatoire urbain utilisant la télédétection et les données géoréférencées à Yaoundé* (Cameroun). Thèse, Université Paris X-Nanterre, 321 pages.

BA M.F. (1995), *Quartiers spontanés et gestion partagée des services urbains à Bamako (Mali).* Thèse de géographie, Université de Bordeaux III, Tommes I et II, 372 pages.

BALLO M. (1996), *Etude d'opportunité et proposition de démarche pour la mise en place d'un système d'information urbain à Bamako.* Cellule technique du District, 21 pages.

BALLO M. et CHAMPAUD J. (1998), *La cartographie de l'environnement urbain.* In Villes du Sud et environnement, Ed. de Bergier, Travaux de la société d'écologie humaine, pp 2131-138.

BANNARI A. et al (1995), *Caractérisation de l'environnement urbain à l'aide des indices de végétation dérivés des données de hautes résolutions spatiale et spectrale.* Communication aux VII[es] Journées scientifiques de l'AUPELF-UREF, Liège, 19 pages.

BAUDELLE G. et PINCHEMEL P. (1986), *De l'analyse systémique de l'espace au système spatial en géographie.* In AURIAC F. et BRUNET R. (éds.), Espace Jeux et Enjeux, Paris, Fayard, Fondation Diderot, pp. 85-94.

BAUDOT P. et DIARRA B. (1998), *La mortalité des enfants d'un quartier de Bamako.* In Villes du Sud et environnement, Ed. de Bergier, Travaux de la société d'écologie humaine.

BAUDOT Y. (1997), *Influence de la résolution effective des données télédétectées sur les possibilités d'analyse des milieux urbains complexes*. Actes des Journées scientifiques de Liège en 1995, AUPELF, pp 3-14.

BERTRAND M. (1998), *Marchés fonciers en transition : le cas de Bamako*. Annales de Géographie, Paris.

BERTRAND M. (1988), *Des politiques nationales aux pratiques locales : la question foncière à Sikasso* (Mali). Espace géographique, n° 2-1988, Paris, pp. 81-94.

BERTRAND M. (1996), *Emigrés internationaux face aux marchés fonciers bamakois : connivences et concurrences*. Colloque : Systèmes et dynamiques des migrations internationales ouest-africaines, Université C. A. Diop, ORSTOM, Dakar 3-6 décembre 1996, 24 pages.

BERTRAND M. (1997), *Bamako, d'une république à l'autre*. Les Annales de la recherche urbaine, n° 66, Paris, pp 40-51.

BERTRAND M. (1997), *Bamako, entre extensions et rattrapages*. Etudes foncières n° 76, Paris, pp 50-53.

BLÉNAU D. et LA COGNATA G. (1972), *Évolution de la population de Bamako*. Études maliennes, n° 3, Institut des Sciences Humaines, Bamako, pp 26-41.

BLEY D. et al (1997), *Villes du Sud et environnement*. Ed. de Bergier, Travaux de la société d'écologie humaine, 241 pages.

BODIN F. (1982), *La pratique de l'urbanisme en Afrique noire*. Adaptation des méthodes de l'urbaniste aux moyens dont il dispose dans un contexte d'urbanisation galopante, Société languedocienne de géographie (SLG), 16, n° 1/2, Montpellier, pp 199-213.

BOON F. et ROCHON G. (1992), *Précis de télédétection. Vol 1 : principes et méthodes*. PUF du QUEBEC/AUPEL, 477 pages.

BOON F. (1995), *Précis de télédétection. Vol 2 : applications thématiques*. PUF du QUEBEC/AUPEL, 633 pages.

BRASSEUR G. (1955), *Bamako, plaque tournante de l'A.O.F.* In France d'outre-mer, n° 307, juin, pp. 13-42.

BRASSEUR G. (1968), *Les établissements humains au Mali*. IFAN - Dakar, 549 pages.

BRASSEUR G. (1972), *Le Mali, Notes et études documentaires* n° 4081-83. La Documentation française, Paris, 116 pages.

BRUNET R.(1986), *La carte modèle et les chorèmes*. Mappemonde 1986-4.

CAILLIÉ R. (1830), *Journal d'un voyage à Tombouctou et Djenné*. Imprimerie royale, Paris, 4 volumes.

BIBLIOGRAPHIE

CAMARA M. K. (1989), *Légendes et traditions populaires de Bamako*. Mémoire de l'E.N.Sup, Bamako, 66 pages.

CAPEL H. (1975), *L'image de la ville et le comportement spatial des citadins*. L'espace géographique, n° 1, 4, Paris, pp 73-80.

CELLULE TECHNIQUE DU DISTRICT (1994), *Monographie du District de Bamako*. Gouvernorat du District de Bamako, Mission Française de coopération, 185 pages.

CHAMPAUD J. et al (1998), *L'utilisation diachronique des photographies aériennes, des cartes et de l'imagerie satellite dans l'analyse comparée de la dynamique des villes de Bamako (Mali) et de Garoua (Cameroun)*. In La réalité de terrain en télédétection : pratiques et méthodes, Actes des journées scientifiques du Réseau télédétection de l'AUF à Sainte Foy, pp 217-224.

CHAMPAUD J. (1997), EVIMA de Bamako, Le programme « *Environnement des villes au Mali* ». Chroniques du Sude, n° 19, février, pp 69-81.

CHEREL J.P. (1993), *Maîtriser l'aménagement urbain en Afrique sub-saharienne : l'intérêt des images satellites SPOT*. Exemples de Nairobi (Kenya) et Ouagadougou (Burkina Faso). Thèse, Université P. Valéry Montpellier, 354 pages.

CLÉMENT P. (1974), *Étude préliminaire du Plan Directeur de Bamako*. Secrétariat des Missions d'Urbanisme et d'Habitat (SMUH), Paris, 56 pages.

COQUERY-VIDROVITCH C. (1988), *Processus d'urbanisation en Afrique*. Harmattan, Villes et Entreprises, Paris, tomes 1 et 2.

COQUERY-VIDROVITCH C. (1993), *La ville coloniale « lieu de colonisation » et de métissage culturel*. In Afrique contemporaine, n° 168, Paris, pp 11-22.

COULIBALY K.S (1988), *Le code domanial face à la coutume*. Mémoire de l'ENA, Bamako, 48 pages.

COULIBALY L. (1978), *La spéculation foncière à Bamako*. Mémoire ENA, Bamako, 65 pages.

COULIBALY Y. (2000), *L'environnement urbain de Bamako*. Thèse de doctorat, ISFRA, Bamako.

CROUSSE B. et al (1986), *Espaces disputés en Afrique noire, les pratiques foncières*. Khartala, Paris, 426 pages.

DAGORNE A. (1989), *La télédétection aérospatiale : mode d'emploi*. Analyse spaciale quantitative et appliquée, n° 25, Université de Nice, 607 pages.

DEMBÉLÉ B. (1989), *La propriété immobilière et le code domanial et foncier*. Mémoire ENA, Bamako, 112 pages.

BIBLIOGRAPHIE

DEMBÉLÉ I. (1989), *Urbanization and housing policies. A case of Bamako, capital city of Mali.* DNUC-CNUEH, Bamako, 75 pages.

DIAKITE, D. et SANANKOUA B. (1987), *Bamako, fleur des savanes (la ville hier et aujourd'hui).* Bamako, Gouvernorat du District, 55 pages.

DIARRA B. (1995), *La mortalité des enfants (0-5 ans) à Magnambougou (District de Bamako) : niveaux et déterminants.* D.E.A, Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée (ISFRA), Bamako, 80 pages.

DIARRA B. (1997), *Caractérisation de l'environnement urbain par télédétection : exemple de Bamako.* Journées de la société d'écologie humaine, Orléans, 6-7 juin.

DIARRA B. et CHAMPAUD J. (2000), *Impact de la croissance spatiale de Bamako sur celle des localités périurbaines. Apport des images HRV de Spot pour leur dynamique comparée.* Communication aux journées scientifiques du Réseau télédétection de l'AUF, Lausanne, 22-25 novembre 1999.

DIARRA M. (1974), *Le financement de l'habitat au Mali.* Mémoire ENA, Bamako, 80 pages.

DIDIER M. (1990), *Utilité et valeur de l'information géographique.* Economica, Paris, 225 pages.

DIRECTION DU PROJET URBAIN (1984), *Programmation décennale des investissements. Etude du développement urbain de Bamako.* Banque Mondiale, Groupe Huit, BCEOM, SNED, 214 pages.

DJIRE M.S. (1986), *L'influence d'une ville sur son environnement : le cas de Bamako dans la campagne le long de la route de Koulikoro, Bamako (Mali).* 72 pages.

DNSI (1998), *Recensement général de la population et de l'habitat, volume 1 : répertoire de villages.* Bureau Central du Recensement (BCR), Bamako, 384 pages.

DNUC (1979), *Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU) de Bamako et environs.*

DONNAY J.P. (1990), *Application de la télédétection satellitaire à l'aménagement du territoire et à l'urbanisme.* CNES, Collection enseignement et espace, télédétection spatiale, pp 221-241.

DREYER N. (1991), *Conditions nécessaires a la réalisation d'un système d'informations urbaines à Dakar (Sénégal).* Orstom Bondy, Réseau ADOC, document de Travail, n° 3, mem. DESS IFU, 181 pages.

DUCHEMIN P. (1984), *Plaidoyer pour villes indigènes. Pour une politique urbaine dans les pays en développement: quelques réflexions.* SLG, n° 1/2, 16, Montpellier, pp 215-224.

BIBLIOGRAPHIE

DUREAU et al (1989), *Sondages aréolaires sur image-satellite pour des enquêtes socio-démographiques en milieu urbain.* Manuel de formation, ORSTOM, Coll. Didactiques.

E.N.SUP-D.E.R d'Histoire et Géographie (1993), Bamako, Collection Pays enclavés, n° 6, 308 pages.

FAIDHERBE L. (1863), *L'avenir du Soudan et du Sahara.* Revue maritime et coloniale, 4e série, Juin, Paris, pp 221-248.

FERRIER J. P. (1974), *Introduction à l'analyse de l'espace.* Méditerranée, n° 2, pp 87-92.

FRAISSE A. (1967), *Koulouba, la colline où se mêlent les rêves des hommes blancs et des hommes noirs.* France Eurafrique, oct. 1967, pp. 33-37.

GALLIÉNI (1885), *Deux voyages à l'intérieur du Soudan.* Paris, 317 pages.

GAUDIO A. (1988), *Le Mali.* Khartala, 307 pages.

GIBBAL J-M. (1988), *Fadjiguila, village dans la ville.* Cahier des Sciences Humaines 24 (2), Paris, pp 317-326.

GOSSELIN P. (1953), *Bamako, ville soudanaise moderne.* In l'Afrique et l'Asie, n° 21, 1er trimestre, Paris, pp 31-37.

GRONDIN N. (1996), *Approvisionnement en eau potable et consommation de l'eau en milieu urbain : essai d'identification par sondage des pratiques sociales de consommation de l'eau dans trois quartiers de Bamako au Mali.* Mémoire de DEA ETES, Orléans, 110 pages.

GROUPE HUIT et al (1996), *Troisième Projet Urbain du Mali : Décentralisation et infrastructures.* Etude de faisabilité, Rapport final, vol 1 et 2.

HAERINGER P. (1972), *L'urbanisation de masse en question dans quatre villes d'Afrique noire.* In Croissance urbaine en Afrique noire et Madagascar, tome 2, CNRS, Paris, pp 625-651.

HAERINGER P. (1984), *Vingt-cinq ans de politique urbaine à Abidjan.* In Politique Africaine, n° 17, pp 20-40.

IAURIF (1996), *L'utilisation des résultats fournis par la télédétection pour la gestion de l'environnement urbain.* IAURIF, 53 pages.

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 pages.

BIBLIOGRAPHIE

ISNARD H. et al (1981), *Problématiques de la géographie*. Paris PUF, 262 pages.

KEÏTA M. (1978), *Croissance urbaine au Mali et appropriation de l'espace d'habitation. Une étude sur la ville de Bamako.* Thèse, Université de Paris X-Nanterre, 417 pages.

KI-ZERBO J. (1972), *Histoire de l'Afrique noire*. L'Harmattane, Paris, 670 pages.

KOBO P.C. (1985), *L'urbanisation et les droits fonciers coutumiers*. Cités africaines, n° 2, Paris, pp 28-31.

MAGE E. (1980), *Voyage au Soudan occidental (1863-1866)*. Khartala, Paris, 303 pages.

MAÏGA I. (1992), *La notion de terres vacantes et sans maître en droit foncier malien.* Mémoire ENA, Bamako, 69 pages.

MARCONIS R. (1996), *Introduction à la géographie.* Armand Colin, Paris, 223 pages.

MEILLASSOUX C. (1961), *Plan d'anciennes fortifications (Tata) en pays malinké*. In Journal de la Société des Africanistes, tome 36, fascicule I, pp 30-43.

MEILLASSOUX C. (1963), *Histoire et institutions du Kafo de Bamako d'après la tradition des Niaré*. In Cahier d'études africaines, volume 4, 2e cahier de 1963, pp 186-227.

MEILLASSOUX C. (1963), *The social structure of modern Bamako.* In Africa, n° 2, volume 35, avril, pp 125-142.

OSMONT A. (1995), *La Banque mondiale et les villes : du développement à l'ajustement*. Karthala, Paris, 309 pages.

OUÉDRAGO D. et PICHÉ V. (1995), *L'insertion urbaine à Bamako*. Karthala, Paris, 206 pages.

PABYAN M. (1988), *Évolution dans la gestion foncière urbaine à Ouagadougou ou la problématique de la maîtrise du sol au Burkina Faso*. DEA de géographie , EHESS, Université de Paris I et X, 114 pages.

PALANGIÉ A. (1998), *Origines et caractéristiques de la pollution des eaux de Bamako : une première approche pour la gestion et l'épuration*. Mémoire de DEA ETS, Orléans, 141 pages.

PARK M. (1798), *Voyages à l'intérieur de l'Afrique faits en 1795, 1796 et 1797*. 2e édition, 2 volumes, Paris VIII, 411 pages.

PLÉA D. (1977), *Le droit foncier et son application dans le phénomène d'extension de Bamako*. Mémoire de l'ENA, Bamako, 117 pages.

BIBLIOGRAPHIE

PULIM (1986), *L'eau à Bamako*. Paris, Bamako, 52 pages.

QUODVERTE, P. (1997), *Penser autrement la cartographie : cartographie SIG et géomatique*. In Comité Français de Cartographie, n° 153, septembre 1997, Paris, pp.32-37.

RAGOT R. (1982), *Le développement des villes à travers les documents d'urbanisme*. SLG, 16, n° 1/2, Montpellier, pp 225-229.

RIMBAULT M. et SANOGO K. (1991), *Recherches archéologiques au Mali : les sites protohistoriques de la zone lacustre*. Khartala, ACCT, Paris, 567 pages.

SARR M. (1980), *Banconi, un quartier illégal de Bamako*. Thèse de géographie, Université de Paris I, 347 pages et 68 pages d'annexes.

SIDIBÉ S. (1993), *L'environnement urbain de Bamako*. Mémoire de maîtrise, Université de Ouagadougou, Département de géographie, Option Urbaine, 196 pages.

SINOU A. (1984), *Habiter à Bamako et à Saint Louis du Sénégal, Familles et résidences dans les villes africaines*. Harmattan, Paris , pp 71-114.

SINOU A. (1981), *Les moments fondateurs de quelques villes coloniales*. Cahier d'études africaines, n° 81/83, Paris, pp 375-388.

SISSOKO S.M. (1983), *Il y a cent ans, Borgnis Desbordes entrait à Bamako*. Afrique histoire, n° 9, Paris, pp 33-38.

SY M.O. (1966), *Provinces, cantons et villages du Soudan français des origines à l'indépendance*. Bulletin IFAN, n° 3, tome 40, pp 489-512.

TADONKI G.R. (1995), *Cartographie numérique des données urbaines en Afrique tropicale. Pour une méthode : le cas de Douala*. Thèse de géographie, Université d'Aix-Marseille I, Aix-en-Provence, 322 pages.

TRAORÉ I.B. (1974), *La mission Galliéni au Mali, Études Maliennes n° 9*. ISH, Bamako, pp 1-7.

URVOY Y. (1942), *Les bassins du Niger*. Mémoire IFAN, Larose, Paris, 111 pages.

VAN WESTEN, A.C.M. (1995), *Unsettled : Low-income housing and mobility in Bamako, Mali*. In Nederlandse Geografiche Studies, n° 187,Utrecht, 277 pages.

VENNETIER P. (1989), *La péri-urbanisation dans les pays tropicaux*. Centre d'Etudes de Géographie Tropicale (CEGET), Espaces tropicaux, n° 1, Bordeaux, 384 pages.

VIELLARD-BARON H. (1989), *Bamako : croissance urbaine et évolution du lotissement*. Villes en parallèles, n° 14, pp 238-253.

BIBLIOGRAPHIE

VIELLARD-BARON H. (1989), *Expansion urbaine de Bamako : principes d'aménagement et superposition des droits fonciers*. Études foncières, n° 43, pp 32-35.

VILLIEN-ROSSI M-L. (1963), *Bamako, capitale du Mali*. Cahiers d'Outre Mer, n° 64, pp 379-393.

VILLIEN-ROSSI M-L. (1966), *Bamako, capitale du Mali*. Bulletin IFAN, tome 28, n° 1/2, pp 248-378.

VILLIEN-ROSSI M-L. (1966), *Les kindas de Bamako*. Cahiers d'Outre Mer, n° 76, pp 364-381.

WEBER C. (1995), *Images satellitaires et milieu urbain*. Hermes, Collection géomatique, Paris, 185 pages.

WILMET J. (1995), *Utilisation du sol urbain et périurbain*. In Précis de télédétection, volume 2 : Applications thématiques, AUPELF, pp 477-519.

WILMET J. (1996), *La télédétection aérospatiale : méthodes et applications*. SIDES, Liège, 300 pages.

ZALLÉ D. (1997), *Le maraîchage intra-irbain à Bamako*. Thèse de doctorat, ISFRA-Bamako, 318 pages.

LISTE DES FIGURES

pages	
8	Figure 1. Emplacement de Bamako au Mali et en Afrique de l'Ouest
16	Figure 2. Chefferie de Bamako avant 1883
19	Figure 3. Bamako et ses environs en 1883
26	Figure 4. Courbe évolutive de la population de Bamako
26	Figure 5. Taux d'accroissement de la population
cahier	Figure 6. Évolution de la superficie de Bamako
cahier	Figure 7. Modes d'occupations du site (SDAU, 1990)
cahier	Figure 8. Classification intégrant des trois canaux XS et du canal de structure
cahier	Figure 9. Bamako : Composition colorée P+XS. Avril 1996
cahier	Figure 11. Modes d'occupation du sol. Image 1996. Carte de synthèse
86	Figure 12. Réseau des voies bitumées : image 1996
107	Figure 14. Tableau et histogramme des 40 premières valeurs propres-inertie
151	Figure 13. Bamako : les quartiers
109	Figure 15. Plan factoriel 1-2
112	Figure 16. Plan factoriel 1-3
cahier	Figure 17. Typologie de Bamako - 1987
cahier	Figure 18. Densité et contraintes du site - 1987
cahier	Figure 19. Éclairage à l'élèctricité - 1987
cahier	Figure 20. Étapes de la modélisation
cahier	Figure 21. Bamako : Découpage administratif
cahier	Figure 22. Bamako, Commune I : Carte scolaire
cahier	Figure 23. Bamako, Commune I : Stratification de l'espace

LISTE DES TABLEAUX

pages

8 Tableau 1. Évolution de la population urbaine au Mali
14 Tableau 2. Répartition des centres urbains selon la taille et la région
25 Tableau 3. Évolution de la populations de Bamako depuis 1884
28 Tableau 4. Pourcentage des résidents selon le lieu de naissance en 1976
32 Tableau 5. Profils des acquéreurs de parcelles ACI de Bako-Djikoroni et Kalaban-Coura
32 Tableau 6. Nombre annuel des attributions de parcelles par l'ACI
40 Tableau 7. Répartition par phase des ménages à loger selon le type d'habitat préconisé
41 Tableau 8. Répartition des lotissements par Commune de 1979 à 1986
42 Tableau 9. Évolution des superficies occupées par le spontané
44 Tableau 10. Répartition en % des typologies de quartiers selon la Commune
46 Tableau 11. Insfrastructures des villages et quartiers spontanés en 1987
57 Tableau 12. Cartes existantes sur Bamako
74 Tableau 13. Corrélation entre les canaux de SPOT
82 Tableau 14. Surface bâtie de Bamako selon l'image de 1996 et le SDAU de 1995
83 Tableau 15. Typologie du bâti selon l'interprétation de l'image de 1996
88 Tableau 16. Évolution périphérique de la limite bâtie entre 1986 et 1996
89 Tableau 17. Zones d'extension de la 3e phase du SDAU
90 Tableau 18. Évolution des espaces vides interstitiels entre 1986 et 1996
91 Tableau 19. Évolution des surfaces réellement bâties entre 1986 et 1996
92 Tableau 20. Évolution des villages périphériques du District : images 1986 et 1996
106 Tableau 21. Correspondance code - libellé des variables
108 Tableau 22. Édition sur le facteur 1 des variables continues
108 Tableau 23. Édition sur le facteur 2 des variables continues
111 Tableau 24. Édition sur le facteur 3 des variables continues
126 Tableau 25. Différence sur deux cartes des coordonnées d'un même point
140 Tableau 26. Superficie des strates en Commune I
141 Tableau 27. Superficie des zones bâties dans deux secteurs de la Commune I
143 Tableau 28. Sélection des îlots de l'échantillon

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCI ION 3

CHAPITRE 1
L'HISTOIRE DES VILLES DU MALI ET LA NAISSANCE DE BAMAKO 7
1. Les villes historiques 9
2. Les villes coloniales 10
3. L'essor urbain aprés l'indépendance 12
4. Bamako : l'histoire et la géographie 15

CHAPITRE 2
LA FORMATION DES PAYSAGES URBAINS 25
1. Ia croissance démographique 25
2. Le logement et son financement 29
3. La dynamique spatiale et les politiques d'aménagement : l'impossible compromis 35
4. Les paysages urbains et la géographie des aménagements 43

CHAPITRE 3
L'ANALYSE SPATIALE : INTÉRÉT ET METHODES 55
1. Urbanisation et informations géographiques à Bamako 55
2. Limites et avantages de l'imagerie-satellite 60
3. Méthodologie 70

CHAPITRE 4
LES MODES D'OCCUPATION DU SOL À BAMAKO ET LEUR ÉVOLUTION ENTRE 1986 ET 1996 81
1. La typologie des zones bâties 81
2. Les autres modes d'occupation du sol 85
3. L'évolution des espaces bâtis : 1986 - 1996 87

CHAPITRE 5
DES BASES DE DONNÉES AUX OBSERVÀTOIRES URBAINS 95
1. Les bases de données 95
2. Les Systèmes d'Information Géographique 98
3. Les observatoires 102

CHAPITRE 6
L'ORGANISATION SOCIO-SPATIALE DE LA VILLE 103
1. Les grandes tendances du corpus de variables 103
2. Les structures socio-spatiales associées à ces tendances 113
3. Un modèle spécifique de la ville de Bamako 118
4. Évaluation de la qualité des données 125

CHAPITRE 7
DE LA RECHERCHE À L'ACTION 133
1. Décentralisation et planification urbaine 133
2. Le pouvoir communal 134
3. La gestion du patrimoine 136
4. Stratégie de mise à jour 138

CONCLUSION
BAMAKO ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE 145

BIBLIOGRAPHIE 153

LISTE DES FIGURES 161

LISTE DES TABLEAUX 162

TABLE DES MATIÈRES 163

STRUCTURE URBAINE ET DYNAMIQUE SPATIALE A BAMAKO

Avec plus d'un million d'habitants, Bamako abrite actuellement plus d'un Malien sur dix. Comme toutes les capitales africaines elle a connu un accroissement considérable de sa population depuis l'indépendance (130 000 habitants en 1960). Cette croissance s'est effectuée au prix d'une consommation importante de l'espace dont le rythme a été modulé par les diverses politiques économiques et urbaines auxquelles le pays a été soumis. C'est d'abord à cette histoire, riche et ancienne (elle remonte bien au-delà de la colonisation) que s'attache cet ouvrage. Il décrit aussi les modalités de l'expansion spatiale de la ville liée à l'histoire récente. Comme ailleurs en Afrique, les pouvoirs publics n'ont pu réellement maîtriser l'urbanisation. Il en est résulté des modes d'occupation du sol et des formes urbaines variés. Outre l'insuffisance souvent remarquée des espaces et des équipements publics, c'est le logement qui pose le plus de problèmes, notamment celui des plus pauvres. Ces citadins doivent souvent se réfugier dans l'habitat dit spontané, celui précisément où l'accès aux services publics est le plus difficile. Face à ces difficultés rencontrées par les responsables, qui se traduisent souvent en situations tragiques pour les plus démunis, un certain nombre d'outils permettent d'assurer un suivi plus précis de la croissance urbaine et de la qualité des quartiers. Les images satellites d'une part, fournies par SPOT, les enquêtes statistiques d'autre part (notamment les Recensements Généraux de la Population et de l'Habitat) traités et traduits en bases de données et en cartes sont la base de Systémes d'Information Géographiques (SIG) qui peuvent constituer des aides à la décision pour les responsables de l'urbanisation. Mais, au-delà des responsables de l'urbanisation, c'est à l'ensemble des citadins, résidents et citoyens ou bien simples visiteurs, que cet ouvrage veut apporter une connaissance plus précise de la capitale malienne.

Balla DIARRA, géographe, docteur de l'Université de Provence, est assistant à l'ISFRA (Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée).

Moise BALLO, géographe, docteur de l'Université de Provence, est assistant à la FLASH (Faculté des Lettres, Langues, Arts et Sciences Humaines).

Jacques CHAMPAUD est Directeur de Recherche émérite à l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement, ex-Orstom).

EDITIONS DONNIYA