

**UNIVERSITE AIX-MARSEILLE I – Université de Provence**  
**U.F.R. sciences géographiques et de l'aménagement**

N° attribué par la bibliothèque

/ / / / / / / / / / / / / /

**THESE**

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE AIX- MARSEILLE I

*Formation doctorale : Espaces méditerranéens et relations nord – sud*

**Titre :**

**ELEMENTS POUR LA MISE EN PLACE D'UN SYSTEME  
D'INFORMATION URBAIN A BAMAKO**

Présentée et soutenue publiquement

Par

**Moïse BALLO**

Le 23 avril 1999

---

Directeur de thèse :

Jacques CHAMPAUD, Directeur de recherche à l'Orstom

Jury

M. Jean Claude ARNAUD :

M. Jacques CHAMPAUD :

M. Jean-Paul FERRIER :

M. Jean Claude GIACOTTINO :

M. Pierre PELTRE :

Professeur à l'Université de Rouen

Directeur de recherche à l'Orstom

Professeur à l'Université d'Aix-Marseille I

Professeur à l'Université d'Aix-Marseille I

Directeur de recherche à l'Orstom

## **DEDICACE**

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents  
Adama et Sara, à mes frères et sœurs et à ma chère fiancée Binta.  
Leur amour et leur soutien de tous les instants m'ont permis d'aller au bout de cette  
aventure.*

## **RESUME**

### **TITRE : Eléments pour la mise en place d'un Système d'Information Urbain à Bamako**

Face à la croissance effrénée des villes africaines et à la crise qui en découle sur les plans économique, social, politique et environnemental, les scientifiques et les gestionnaires de la ville sont à la recherche de méthodes, de techniques et d'outils alternatifs venant enrichir les approches classiques. Dans cette perspective, les Systèmes d'Information Géographiques suscitent un intérêt grandissant et ont tendance à faire l'objet d'une adoption massive. Sans mettre en cause cette tendance, Il est urgent et impérieux d'engager une réflexion approfondie sur les conditions d'une utilisation efficace et efficiente de ces nouveaux outils. A cet égard, un effort d'adaptation au contexte et aux problématiques locales demeure indispensable. La construction d'un prototype de SIU sur le logiciel Savane nous a permis d'effectuer une analyse prospective des conditions de mise en place d'un Système d'Information Urbain (SIU) à Bamako. Ce prototype a ensuite été utilisé comme matière et comme outil pour l'identification des socio-structures urbaines et du fonctionnement général de la ville. En cela, le thème de l'environnement urbain qui a lui-même besoin d'être circonscrit a été privilégié. Il a été abordé à travers l'éclairage systémique et les démarches tour à tour inductive, modélisatrice et hypothético-déductive. Le prototype a également permis de proposer des outils de gestion communale et des éléments pour une alimentation régulière du système d'information.

**MOTS-CLES :** Système d'Information Urbain, cartographie, ville en développement, méthode.

**LPE - Marseille**

## SOMMAIRE

	<b>Pages</b>
<b>Dédicace</b>	1
<b>Résumé</b>	2
<b>Sommaire</b>	3
<b>Remerciements</b>	6
<b>Avant propos</b>	9
<b>Introduction</b>	12
<b>Chapitre 1 : METHODOLOGIE</b>	21
<b>1.1. Problématique</b>	21
<b>1.2. Démarche et méthodes d'analyse</b>	24
<b>1.3. Outils</b>	34
<b>1.3.1. Les Systèmes d'Information Géographiques (SIG)</b>	34
A. Présentation	34
B. Le SIG Savane	40
C. Les Chorèmes	42
<b>Chapitre 2 : CONCEPTS ET ETAT DES CONNAISSANCES</b>	44
<b>2.1. La cartographie automatique</b>	45
<b>2.2. La télédétection aéroportée et satellitale urbaine</b>	46
<b>2.3. La technologie des bases de données</b>	49
2.3.1. Les modèles de données	49
2.3.2. Les systèmes de gestion de bases de données (SGBD)	57
A- Evolution des SGBD	57
B- Evolution des architectures de données	59
C- Evolution des capacités expressives des BD	62
2.3.3. Les bases de données géographiques et spatiales	64
2.3.4. L'analyse spatiale	66
2.3.5. L'édition électronique sur CD-ROM ou en ligne	68
<b>Chapitre 3 : L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE A BAMAKO</b>	72
<b>3.1. Eléments généraux sur le contexte</b>	72
<b>3.2. Données et sources de données géographiques</b>	78
3.2.1 Les services techniques propres du District	82
3.2.2. Les services concessionnaires de réseaux	88
3.2.3. Les services publics étatiques	90

A. Sources de données démographie	91
<i>a- Opérations de recensements</i>	92
<i>b- Enquêtes thématiques</i>	94
<i>c- Enquêtes à objectifs multiples</i>	100
B. Sources de données socio-économiques	102
3.2.4. Les Municipalités	106
<b>3.3. Expériences et projets de BD et SIG à Bamako</b>	109
3.3.1. CARPOL (Cellule de Cartographie Polyvalente)	109
3.3.2. Le Projet Adressage	110
3.3.3. La Banque de données routières	110
3.3.4. Energie du Mali (EDM)	111
3.3.5. La Direction Nationale de la Statistique et de l'informatique	111
3.3.6. La Direction Nationale du Transport	112
3.3.7. L'Orstom	113
<b>Chapitre 4 : UN SIU POUR BAMAKO</b>	116
<b>4.1. Evaluation de la qualité des données</b>	116
4.1.1. Qualité des données graphiques	117
A. Imprécision géométrique et choix d'un référentiel	117
B. Enchevêtrement des unités spatiales	124
C. Différence de format et intégration de données numériques	129
4.1.2. Qualité des données attributaires	132
A. Problèmes liés à la collecte	132
B. problèmes de codification	133
C. problèmes de conservation des données et de documentation	136
<b>4.2. Propositions méthodologiques pour la mise en place du SIU de Bamako</b>	137
4.2.1. Définition des objectifs et hiérarchie des applications	137
A. La gestion des affaires communales et les questions d'urbanisme	138
B. L'assainissement	140
C. L'insécurité	141
4.2.2. Schéma organisationnel et fonctionnel du SIU de Bamako	144
4.2.3. Ancrage institutionnel	151
4.2.4. Choix techniques	152
4.2.5. Stratégie de mise à jours	153

<b>Chapitre 5 : L'ORGANISATION SOCIO-SPATIALE DE BAMAKO</b>	155
<b>5.1. Les grandes tendances du corpus de variables</b>	155
5.1.1. Choix de l'analyse en composantes principales (ACP)	156
5.1.2. Le choix des unités spatiales et des variables	157
5.1.3. Les principales composantes de différenciation des SE de Bamako	162
<b>5.2. Les structures socio-spatiales associées à ces tendances</b>	170
5.2.1. Typologie des secteurs de Bamako	170
5.2.2. Valeur ajoutée de la typologie par rapport aux précédents	176
<b>5.3. Un modèle spécifique de la ville de Bamako</b>	178
5.3.1. Construction du modèle, principes de base	178
A- Les logiques auréolaires : un gradient centre – périphérie	179
B- Les logiques linéaires	182
5.3.2. Discussion des structures et du modèle, introduction de la dynamique	197
A- Mobilité résidentielle des ménages : forte détermination des structures urbaines	198
B- Individus mobiles des ménages stables : une mobilité résidentielle plus diffuse	206
<b>Chapitre 6 : DES OUTILS POUR LES GESTIONNAIRES COMMUNAUX</b>	209
<b>6.1. Quelle adéquation entre demande et offre scolaire</b>	211
<b>6.2. Le système de santé en commune1</b>	227
<b>6.3. La gestion des déchets solides</b>	230
<b>6.4. Bases pour un suivi des dynamiques socio-spatiales</b>	237
<b>Conclusion générale</b>	250
<b>Bibliographie</b>	254
<b>Liste des planches</b>	260
<b>Liste des figures</b>	261
<b>Liste des tableaux</b>	261
<b>Liste des abréviations</b>	262
<b>Annexes</b>	263

## **REMERCIEMENTS**

Mes premiers mots de remerciement s'adressent à Dieu pour la force et la persévérance qu'il m'a accordé et qui m'ont permis d'aller au bout de cet exercice. Je tiens également à remercier toutes les nombreuses personnes qui ont d'une manière ou d'une autre contribué à l'aboutissement de cette recherche. Qu'elles trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude. Mes remerciements s'adressent tout particulièrement

En France :

A mes professeurs Dominique BONAVIDA et Jacques CHAMPAUD. Le premier pour m'avoir donné la passion et la possibilité de faire de la recherche, le second pour m'avoir littéralement pris en charge depuis l'inscription jusqu'à la soutenance et au-delà. Je dois à ces professeurs de m'avoir contacté et aiguillé sur la présente recherche. Leur « présence » dépassant le simple cadre de l'encadrement scientifique m'a permis de vivre une aventure humainement et professionnellement enrichissante.

A tout le personnel du Laboratoire Population-Environnement (LPE) qui trois années durant m'a accueilli (et supporté) et n'a ménagé aucun effort pour me mettre dans des conditions idéales de travail. Je citerai notamment Bernard BRUN, Michel PICOUET, Patrick BAUDOT et Patrice VIMARD tous enseignants-chercheurs au LPE. Mes remerciements vont également à tous mes collègues maliens et venant d'autres pays qui sont passés par le LPE.

Aux professeurs J.C. GIACOTTINO pour son accueil à l'Institut de Géographie de l'Université d'Aix-Marseille<sup>1</sup> et J.P. FERRIER pour les premiers conseils et l'appui pour bénéficier des stages combien formateurs du DEA « structures et dynamiques territoriales ».

A Pierre PELTRE, directeur du Laboratoire de Cartographie Appliquée du Centre Orstom d'Ile de France (LCA). Je lui sais gré d'avoir permis que ce Laboratoire soit mon second lieu d'accueil.

Il a su avec pédagogie m'aider à négocier mon premier vrai contact avec les outils modernes de gestion et de traitement des données géographiques. J'adresse également un grand merci à tout le personnel du LCA et tout particulièrement à Michel DANARD pour son attention amicale ; à Elisabeth HABERT pour la gentillesse, la pédagogie et le professionnalisme dont elle a fait preuve pendant ma prise en main de plusieurs logiciels et tout au long de mes différents séjours ; à Bernard LORTIC qui malgré les multiples sollicitations dont il fait l'objet a su m'initier au SIG, notamment au SIG Savane et à sa rigueur ; à Marc SOURIS, père du logiciel Savane et à Yves BLANCA, administrateur du système et du réseau.

A Jean-Paul GILG et Anne CHATELLAIN, enseignants-chercheurs à l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS) pour les conseils méthodologiques précieux qu'ils m'ont prodigué notamment dans le domaine de la télédétection.

A Monique BERTRAND qui a aimablement partagé avec moi sa connaissance approfondie de la ville de Bamako.

Au Mali :

A Karamoko NIARE, Gouverneur du District de Bamako pour m'avoir donné l'autorisation d'effectuer un stage à CARPOL et des enquêtes auprès de tous les services du District.

A Kéfa COULIBALY, directeur de CARPOL et tout son personnel pour l'accueil et l'amitié qu'ils m'ont témoigné.

A Alphamoye TRAORE et Moriba TRAORE, respectivement directeur et directeur-adjoint de la Cellule Technique du District dont l'ouverture d'esprit m'a permis de travailler de manière constructive avec la Cellule Technique. Tous mes remerciements également à Niama MARICO qui a été au niveau de la Cellule Technique un interlocuteur précieux.



A Bakary DIARRA directeur de la Direction des Services Urbains de Voirie et d'Assainissement (DSUVA) pour avoir accepté de partager avec moi sa vision de ce service. Il en est de même pour les responsables de services comme le Bureau de Régulation et de Contrôle du Transport Urbain (BRCTU), le Centre de gestion des marchés, la Brigade Urbaine de Protection de l'Environnement (BUPE)...et aussi de sociétés comme l'Energie du Mali (EDM), la Société des Télécommunications du Mali (SOTELMA).

Qu'il me soit permis de remercier Hamdou Rabby WANE, coordinateur de programmes au Centre d'Etudes et de Recherche sur la Population pour le Développement (CERPOD) pour m'avoir aimablement mis à disposition le fichier informatique du recensement de 1987. Je remercie également Moussa DOLO informaticien et responsable de la logistique au CERPOD et Ibrahima DICKO, informaticien au CERPOD pour leur disponibilité.

## **AVANT PROPOS**

Il arrive rarement que l'on aborde une recherche doctorale par hasard mais cela résulte souvent d'un concours de circonstances. En ce qui me concerne comme dans la plupart des cas le projet ne s'est pas dessiné de façon linéaire bien que le rêve soit très vieux.

La géographie en général et surtout la géographie humaine et régionale a toujours exercé sur moi une sorte de fascination. Curiosité enfantine, besoin de connaître l'autre ou simplement besoin d'évasion ? Toujours est-il que cet attrait s'est traduit par des résultats scolaires meilleurs dans cette discipline. Le corollaire a été ma sélection après le bac pour poursuivre mes études à la faculté de géographie de l'Université d'Etat de Simféropol en Ukraine. C'est tout aussi naturellement qu'après une année de langue et cinq années d'études géographiques, je choisis comme sujet de mémoire de DEA « les tendances de l'urbanisation au Mali ».

Le ton était donné pour une spécialisation en géographie urbaine. Pourtant, de retour dans mon pays, et dans l'espoir de réaliser mon vieux rêve de préparer une thèse de doctorat, je dus me résoudre à m'inscrire une seconde fois en DEA à l'Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée. La formation doctorale Population-Environnement qui m'y a accueilli m'a donné une ouverture supplémentaire par son caractère pluridisciplinaire. Aussi, je choisis comme sujet de mémoire d'effectuer une analyse documentaire prospective sur le thème : dynamique des populations humaines et évolution des milieux naturels au Mali. Cette recherche a abouti à la définition d'axes de recherche et d'objets d'investigation pertinents. Elle m'a aussi durablement communiqué la passion du suivi des interactions entre l'homme et son milieu.

C'est donc avec empressement que je rejoignis mon poste quand peu après la soutenance de mon DEA, je fus retenu à l'issue d'un concours pour représenter le projet Système d'Alerte Précoce dans la région de Mopti. Mon travail consistait, outre la gestion du projet, de rédiger chaque mois un rapport d'évaluation sur la situation alimentaire dans la région. Ce rapport s'appuyait sur un certain nombre d'indicateurs physiques et socio-économiques. Sa réalisation s'effectuait en concertation avec l'ensemble des services techniques régionaux.

Mon affectation dans cette région peut être considérée comme un véritable baptême de feu parce que la région de Mopti est considérée au SAP comme la plus complexe. En effet cette région présente des contrastes saisissants : potentiel économique important et écosystèmes fragiles, mosaïque impressionnant d'ethnies, de cultures, d'activités, de paysages... Cet épisode m'a permis de passer de la théorie à la pratique dans les domaines du suivi et de l'interdisciplinarité, éléments qui fonderont mon activité future.

Six mois après avoir commencé ce travail je fus contacté par mon professeur de l'ISFRA, Dominique BONAVIDA, qui me proposa une bourse me permettant de poursuivre mes recherches. Bien que passionné par mon travail, j'étais conscient qu'il me manquait encore des éléments essentiels pour mieux l'exercer. Je pensais entre autres à acquérir plus de méthode, à maîtriser les outils modernes de gestion et de traitement de l'information, objectifs que j'aurais difficilement pu atteindre au Mali. Aussi, je saisis avec reconnaissance cette opportunité d'autant plus que je n'ai pas éprouvé de difficulté à trouver un directeur de recherche et une inscription. C'est Jacques CHAMPAUD, directeur de recherche à l'Orstom, alors présent au Mali qui a accepté de diriger ma recherche et de s'occuper des questions d'équivalence et d'inscription. Nous avons identifié avec lui le sujet de la présente recherche. Celui-ci me faisait revenir à mon premier amour, la ville, sans m'éloigner de ma problématique de suivi des processus ni de ma démarche d'interdisciplinarité. Il me permettait en outre de toucher du doigt ces méthodes et outils que je voulais tant apprivoiser. C'est l'ensemble de ces épisodes à la fois isolés mais convergents qui sont à l'origine de ce travail qui tente de refléter les connaissances et aptitudes acquises lors de cette aventure de trois ans.

C'est l'occasion pour moi de parler des limites de ce travail. Ce travail n'est ni un manuel de formation ni un rapport de prescription d'expert. Il se situe à mi-chemin entre les deux. Comme tout travail de recherche même appliquée, il a plus un objectif d'orientation que de prescription. En effet, compte tenu de l'urgence des attentes dans le domaine abordé, il se devait de rester assez pratique et appliqué. En même temps il s'est efforcé, en plus de la création d'information nouvelle, d'apporter une réflexion géographique par rapport à l'enjeu stratégique de la mise en place d'un SIU à Bamako.

La démarche de constitution de prototype a permis de concilier ces deux dimensions. Nous n'avons donc pas cherché à suivre l'ensemble des étapes évoquées par les méthodes de développement de projets informatiques. On retrouve cependant dans le travail, des éléments relevant de chacune de ces étapes, de l'analyse préalable jusqu'aux étapes opérationnelles en passant par la conception.

La date des données utilisées constitue indiscutablement une autre limite du travail. En effet, les données du recensement qui constituent le noyau du prototype datent de 1987. Effectuer une analyse avec des données vieilles de dix ans peut paraître d'un intérêt modeste. Cependant, dans une perspective de Système d'Information Géographique, l'ancienneté n'ôte pas sa valeur à une information. Au contraire les données anciennes peuvent servir de référence pour suivre les dynamiques. Il est à noter que le recensement de 1987 constituait la source de données exhaustive la plus récente au moment où nous commençons notre recherche en 1996. Les résultats provisoires du recensement suivant n'ont paru qu'en 1998 au moment où nous terminions notre recherche. Des comparaisons entre données de dates différentes n'ont été effectuées que pour confirmer des tendances.

Une autre limite tient à la difficulté de lecture de certaines cartes en raison du choix du niveau de représentation. C'est le cas pour les cartes représentant les phénomènes au niveau du secteur de recensement. Nous avons cherché à pallier cette difficulté par un respect scrupuleux des règles de sémiologie graphique.

## INTRODUCTION

Les enjeux de l'exceptionnelle croissance urbaine de la période contemporaine constituent une des grandes préoccupations de notre époque. Aux mutations en cours font écho les forums globaux visant à approfondir la compréhension des mécanismes, à sensibiliser et à mobiliser la communauté internationale autour des problèmes majeurs. En témoigne le nombre de conférences organisées sur le devenir de la ville aux niveaux international, sous-régional, et national, ces dernières années. La préparation et les suites de la conférence des Nations Unies HABITAT II qui s'est tenue à Istanbul en juin 1996 et qui a elle-même pris ses racines lors du sommet des Nations Unies sur l'environnement et le développement à Rio ont apporté un renouveau considérable à l'intérêt porté à la ville et à ses problèmes. La conférence d'Istanbul a vu l'émergence et la reconnaissance de nouveaux acteurs par les instances internationales et les gouvernements. Le rôle des pouvoirs locaux et des villes d'une part, celle des organisations non gouvernementales ou professionnelles d'autre part, a été estimé essentiel dans le processus de gouvernance des ensembles urbains complexes. C'est en effet au niveau local que les principales questions de gestion de l'environnement et des ressources urbaines doivent être traitées et résolues. Ne traiter les problèmes locaux qu'au niveau des gouvernements ou des organisations internationales n'a le plus souvent pas permis de les résoudre. En revanche, la revue des « bonnes pratiques » présentées à Istanbul a montré la richesse des initiatives novatrices locales. Les Journées de la Commune Africaine tenues en 1998 en Côte d'Ivoire s'inscrivent dans le même courant avec cependant un souci de régionalisation des questions.

De nouveaux termes et concepts font leur apparition en témoignage de tentatives plus ou moins pertinentes de cerner les processus en cours et de percevoir l'avenir. Les membres du Programme Orstom *Mégapolisation du monde et diversité citadine* par exemple avaient publié un texte lors de la conférence de Rio dans lequel ils écrivaient : « *Nous appelons la communauté internationale à prendre la mesure des enjeux de la diversité citadine pour le siècle qui vient, et à se convaincre des atouts qu'elle représente dans le combat qu'il faudra bien livrer pour atténuer la débâcle urbaine attendue* ». Le ton, volontairement solennel et alarmiste se veut à la hauteur des défis.

Philippe HAERINGER (HAERINGER P., 1996) décèle dans les ruptures d'équilibre si abondamment décrites et décriées dans la littérature urbaine non pas les prémices d'une crise prenant des dimensions de plus en plus apocalyptiques, mais l'avènement d'un nouveau monde où les villes avec leurs contours de plus en plus flous deviendront la réalité dominante du monde. C'est cette croissance fulgurante des villes à l'échelle du monde entier indépendamment des réalités économiques dans lesquelles elle se produit et les transformations de fond qu'elle génère qui est appelé *mégapolisation*. Selon les données de *Géopolis*<sup>1</sup> (Moriconi-Ebrard F., 1994), les pays développés ne contribuent plus que pour 40 % à la masse grandissante des citadins. Ce qui revient à dire que la majorité de la population urbaine vit aujourd'hui dans les pays en voie de développement, et donc, dans des conditions de pauvreté souvent exacerbées.

Le Mali a une longue tradition d'urbanité comme en témoignent des villes comme Djénné, Gao, Tombouctou, Ségou...qui ont tour à tour été les centres administratifs, politiques, culturels et commerciaux d'empires prospères. Il reste cependant, l'un des pays où la réalité urbaine s'impose le moins, situation qui, du reste évolue à une vitesse impressionnante. En effet pendant toute la période pré-coloniale de développement des villes, l'urbanité reste un phénomène largement marginal. Cette situation n'a réellement évolué que pendant la période coloniale entre 1883 et 1960. Cette période marqua l'implication du pays dans le système international de production d'échange et de consommation.

Bamako, la capitale du Mali, occupe une position stratégique par rapport à l'ensemble des axes et une position centrale par rapport à la partie du pays au potentiel économique le plus élevé au regard de l'administration coloniale. Sans entrer dans le débat historique à savoir si Bamako pouvait déjà être considéré comme une ville avec un essor commercial assez important ou s'il n'était qu'un village d'importance relative avant l'implantation en son sein de l'administration coloniale en 1883, il est important de souligner que la ville n'a commencé sa croissance accélérée qu'à partir de ce choix stratégique.

---

<sup>1</sup> La base de données GEOPOLIS est le produit d'une recherche qui propose à la fois un inventaire des bases de données internationales existantes, un inventaire des ressources disponibles à l'échelon de chaque Etat, un système de définition harmonisé de l'espace urbain, et une méthode d'identification des limites de la ville

Il faut bien sûr se presser d'ajouter que cette croissance est marquée par des périodes d'intensité variables, puisque à la fin de la période coloniale la population urbaine du pays ne représentait que 6 % de la population totale. Le taux d'urbanisation en 1976 n'était encore que de 16.8 %. Il atteignait 20.3 % en 1987. Cependant, la part de la ville de Bamako dans la population urbaine du pays constituait déjà 38.9 % en 1976 et 41.7 % en 1987<sup>1</sup>. Estimée à 2 500 personnes en 1884, la population de Bamako se situerait entre 6 000 et 8 000 en 1908, pour atteindre 130 000 en 1961. Après une relative pause due pour l'essentiel à une politique de freinage de l'exode rural jusqu'en 1968, la population s'est élevée à 419 230 habitants en 1976 et à 658 275 personnes en 1987 (DNSI 1987). Les résultats provisoires du recensement de 1998 montrent que Bamako a dépassé le cap du million d'habitant. Une telle évolution ne va pas sans poser des problèmes de plusieurs ordres pour une ville qui a été conçue sur la base des études menées entre 1949 et 1954 et n'ayant pas les ressources financières pour y faire face. Des efforts méritoires pour tenter de maîtriser le développement de Bamako ont pourtant été consentis tant par l'administration que par les intervenants des secteurs privé et associatif.

Une nouvelle organisation de la gestion urbaine est en cours depuis 1978 où 19 communes urbaines ont été créées sur l'ensemble du pays dont six à Bamako, avec des maires élus. Cette décentralisation est restée très timide dans les faits, les communes ne jouissant pas d'assez d'autonomie et de ressources pour mener à bien leur politique. La combinaison de facteurs comme l'avènement de la démocratie « multipartite » et de la troisième République en 1992, la réapparition de revendications à caractère régionaliste et la manifestation d'une réelle volonté de désengagement de l'Etat ont conduit à la mise en chantier d'un programme ambitieux de décentralisation. Celle-ci doit se concrétiser par les élections municipales qui donneront des pouvoirs étendus aux communes.

Outre l'élection d'un maire à la tête de la ville de Bamako au-dessus des maires communaux, elle prévoit une décentralisation des budgets et la mise en place de nouveaux modes de financement des équipements.

---

<sup>1</sup> La dynamique de la population urbaine du Mali et principalement celle de Bamako a été appréhendée à travers les recensements généraux de la population et plusieurs études thématiques. Elle a également fait l'objet de notre mémoire de maîtrise

Bien que l'efficacité des outils réglementaires soit aujourd'hui fortement discutée, un Schéma Directeur d'Aménagement et d'urbanisme (SDAU) de Bamako et environs a été approuvé en 1981. Le SDAU définit les grandes orientations du développement urbain. Il a fait l'objet de deux révisions : un premier en 1990 et un autre plus récemment en 1995 pour prendre en compte de nouvelles exigences du développement spatial et socio-économique de la ville. Ce Schéma n'a toutefois été suivi que de trois Plan d'Urbanisme Sectoriel ( PUS). Celui-ci est un document beaucoup plus précis et plus directif que le SDAU. Le premier PUS est celui de Bozola-Niarela. Il date de la fin des années 80 et a connu de grosses difficultés dans son application. Les deux autres sont plus récents. Ils concernent le domaine de l'ancien aéroport et la zone industrielle de Sotuba et ont été approuvés respectivement en 1994 et en 1995. Deux Projets Urbains (PU) ont été exécutés et un troisième a été approuvé en 1997. Les PU sont des projets de développement urbain conçus en partenariat avec la Banque Mondiale en vue de créer les bases d'un véritable développement local. La réalisation d'un certain nombre d'infrastructures sur lesquelles reposerait le développement urbain, le lotissement de parcelles à usage commercial et d'habitation, la réhabilitation de certains quartiers « spontanés » et le renforcement institutionnel des principaux intervenants du secteur sont, entre autres, au nombre des objectifs de ces projets. Des agences gouvernementales ont été mises en place à la suite des recommandations de la Banque Mondiale dans le but d'atteindre une plus grande efficacité dans l'exécution de ces opérations. Parmi eux on peut citer l'Agence de Gestion et d'Exécution de Travaux d'Intérêt Public pour l'Emploi (AGETIPE) et l'Agence de Cessions Immobilières (ACI). Le secteur de l'assainissement a vu l'apparition ces dernières années, à la faveur de sa libéralisation et de la crise de l'emploi, d'un nombre considérable de groupements associatifs et d'intérêt économique.

Force est cependant de reconnaître que malgré le caractère méritoire de ces efforts, ils ne produisent pas les résultats escomptés. Alors que les zones d'extension future et les équipements à venir ont été régulièrement planifiés, le développement réel de l'occupation de l'espace, tant par l'habitat que par les activités urbaines, se réalise pour une large part en dehors des règlements et des plans.



Aussi les pouvoirs gestionnaires interviennent-ils souvent dans leurs actions urbanistiques à posteriori au sein d'espaces urbains déjà occupés et valorisés autrement comme en témoigne l'opération Sauvons notre Quartier. Il en résulte un gigantisme inévitable source de nombreux gaspillages, une médiocrité des infrastructures qui n'arrivent pas à suivre le mouvement et une incohérence structurelle et organisationnelle générale qui est l'une des nombreuses sources de pollution urbaine.

La multiplicité des intervenants dont les domaines de compétence et les niveaux d'action ne sont pas toujours bien articulés ajoute à la confusion générale. Ces problèmes rendent urgente la mise en place d'un cadre de concertation permettant à la fois de cerner les processus en cours et de coordonner les actions pour agir efficacement sur eux. Ce cadre ne peut être qu'un lieu de rencontre, de discussion, de mise en commun de l'information, de production de l'information manquante et d'aide à la gestion et à la prise de décision. Nous sommes là au cœur de la discipline naissante qu'est l'information géographique qui est en passe d'opérer une véritable révolution dans les esprits et dans les pratiques. Comme le disent Françoise DUREAU et Christiane WEBER (DUREAU Fr., WEBER Ch., 1995), l'information occupe une place centrale dans le contexte d'exacerbation des problèmes que connaissent les villes. Une politique urbaine efficace doit nécessairement reposer sur un diagnostic approfondi de la dynamique démographique, sociale, économique et spatial de la ville. Ce n'est d'ailleurs pas aujourd'hui que l'importance de l'information et de l'information géographique en particulier a été identifiée. La connaissance du territoire a de tout temps constitué une préoccupation des sociétés. Elle a été utilisée pour le repérage, pour l'élaboration de stratégies diverses, pour localiser des ressources ou de délimiter des parcelles. La réalité géographique est observée depuis l'Antiquité ; ses composantes sont mesurées depuis les débuts de la période scientifique grâce aux techniques de mesure élaborées par des précurseurs comme Pascal, Descartes, Galilée, Newton, etc. Ce qui, en revanche, constitue la nouveauté dans ce domaine, ce sont les prodigieuses perspectives qu'offrent les innovations techniques dans les domaines de l'informatique et des sciences de la communication. Il s'agit des outils désormais appelés les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC).

On cite généralement parmi ces outils : la télédétection spatiale et les Systèmes d'Information Géographiques (SIG)<sup>1</sup> mais aussi l'Internet et l'Intranet. L'enjeu de cette évolution pour les pays en développement est considérable.

Alpha Omar KONARE (DEVISSE, J., *resp.scient.*, 1998), ancien président de l'Organisation Internationale des Musées (ICOM) et président de la République du Mali, dans l'introduction de l'ouvrage « Vallées du Niger », écrivait à propos de l'Afrique : « *Ce continent est bouleversé Par une croissance démographique qui ne saurait masquer un déséquilibre structurel profond et ancien. S'y ajoutent la recherche spectaculaire d'une cohérence politique où se heurtent les systèmes d'hier de pure gestion locale, les conflits d'intérêts personnels, aiguisés par les profits à tirer d'une «carrière», les greffes ratées de modèles extérieurs, l'excessive prolifération de services administratifs, seule source certaine de revenus trop lourds pour des budgets étatiques squelettiques, la recherche sincère - mais à inventer de fond en comble - d'un système démocratique propre à ce continent, celle, surtout d'un consentement à vivre ensemble pour des peuples à qui l'on a répété que leurs «ethnies» étaient rivales ou ennemies depuis des temps immémoriaux, pour des villages voisins mais adversaires.*

*Cependant, l'effort des historiens, des archéologues et des anthropologues permet aujourd'hui à tout lecteur curieux et de bonne foi de connaître le passé ancien et fécond des régions représentées par cette exposition<sup>1</sup>. Les huit volumes de l'Histoire générale de l'Afrique, ouvrage collectif qui, pendant trente ans, depuis 1966, aura mobilisé plus de cinq cents chercheurs dans le monde entier, sont désormais disponibles pour que personne ne pense plus au passé de l'Afrique comme le faisait Hegel, et tant d'autres écrivains de toutes origines, de toutes religions (la malédiction des descendants de Cham ou l'Afrique comme terre d'infidélité), de toutes tendances philosophiques (comme Marx lui-même) ».*

Bien que cette déclaration se situe dans une perspective historique et socio-politique, on y retrouve un certain nombre d'idées centrales qui rencontrent nos préoccupations dans ce travail. La première est le constat d'une situation presque chaotique où par une gestion « métissée », on tente de faire face aux multiples problèmes.

---

<sup>1</sup> Pour les définitions du terme SIG et de ses dérivées se reporter au sous-chapitre de la première partie consacrée aux outils

La deuxième est l'importance et la nécessité de l'information pour sortir l'Afrique du désert informationnel dans lequel elle se trouve. Enfin, la troisième concerne la recherche d'une vraie cohérence par un effort de recherche endogène et une démarche d'adaptation et d'invention.

On pourrait dire que de la tradition orale aux systèmes d'information géographiques, l'écart est vraiment considérable. Pourtant, c'est justement dans les pays en développement, qui n'ont pas encore mis en œuvre à grande échelle les moyens traditionnels d'observation et de cartographie, que ces nouveaux outils trouvent le plus vite leur pertinence comme l'avouait Paul Schwach, adjoint au Directeur Général de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction (Schwach P.,1988) dans l'éditorial du numéro 39 de la revue *ville en développement*.

Certains, comme Georges-Yves Kervern (Kervern G.-Y.,1998), Président de l'association villes numériques (AVN), vont jusqu'à considérer que ces nouveaux outils permettront aux pays en développement rapide de sauter des stades de développement où se trouvent parfois empêtrés des pays développés.

Quoi qu'il en soit, la demande sociale d'une information permettant de mieux appréhender la réalité et le changement, de réaliser des analyses approfondies et d'établir des indicateurs à même de servir des évaluations et une démarche prospective, est de plus en plus clairement formulé à tous les niveaux. Dans l'étude sur les perspectives à long terme de l'Afrique de l'Ouest (OCDE / BAD / CILSS, 1994), il est postulé que pour être à mesure d'accompagner les sociétés d'Afrique de l'Ouest dans leurs évolutions, les décideurs doivent disposer d'informations régulières sur les comportements des groupes sociaux, leur nombre et leurs mouvements. la même observation pourrait être formulée au sujet des domaines économique, environnemental, culturel...

---

<sup>1</sup> L'ouvrage « Vallées du Niger » a suivi une exposition du même nom portant sur des objets architecturaux provenant de la vallée du fleuve Niger. Elle a fait le tour de plusieurs musées du monde.

L'Association mondiale des villes et autorités locales (AMVAL), composée d'une dizaine d'organisations a publié à l'occasion d'Habitat II une déclaration invitant les gouvernements et la communauté internationale à "mettre en place des observatoires urbains qui auront pour vocation de collecter et d'analyser, sur une base régionale, des données afin de mieux connaître les dynamiques urbaines et les expériences réussies ou innovantes". AMVAL a mis sur pied, le 7 septembre 1997 à Paris, une Coordination pour marquer sa volonté de donner suite aux engagements souscrits à Istanbul. Le troisième Projet de Développement Urbain et Décentralisation au Mali dont il a été question plus haut considère la mise en place d'un tel dispositif d'observation et d'information comme un objectif stratégique en vue de saisir les phénomènes dans leur globalité et de favoriser une meilleure connaissance de l'ensemble physique et social.

Il s'agit pour nous, dans cette recherche, de nous inscrire dans cette mouvance générale non pas pour suivre l'effet de mode qui semble s'y dégager mais pour l'accompagner par quelques approfondissements qui se veulent porteurs de sens. Nous tenterons donc, de contribuer à étudier les conditions de mise en place d'un Système d'Information Urbain (SIU) avec des perspectives d'évolution vers un observatoire adapté au contexte de Bamako. Un prototype de ce SIU servira d'outil d'analyse dans la mise en évidence des principaux éléments structurels et de l'organisation globale de la ville de Bamako. L'environnement urbain constituera l'entrée thématique privilégiée et l'écosystème urbain, le concept de base. L'ensemble des termes et concepts introduits feront l'objet d'un sous-chapitre spécial (le lecteur peut s'y reporter pour les définitions).

Le travail s'articule autour de six chapitres. Le premier, consacré aux aspects méthodologiques pose la problématique et définit la démarche et les outils utilisés. Dans le deuxième chapitre, nous nous attelons à faire le point sur les bases théoriques dans le domaine de l'information géographique en général et des bases de données urbaines en particulier. Une attention particulière est accordée à la clarification des concepts qui, dans le domaine concerné sont souvent nouveaux et même peuvent paraître rébarbatifs. Dans le troisième chapitre, nous présentons les résultats de l'analyse Prospective de l'existant en matière de SIG à Bamako.

Il a également donné lieu à une présentation du contexte politique, administratif, institutionnel, économique et financier. Le chapitre quatre, après une évaluation de la qualité des données graphiques et descriptives esquisse des propositions méthodologiques concrètes pour la mise en place du SIU de Bamako. Dans le chapitre cinq, nous avons constitué un prototype de SIU et l'avons utilisé pour la mise en évidence des principaux éléments structurels et de l'organisation globale de la ville de Bamako. Cette mise en évidence s'est appuyée sur les méthodes d'analyse statistique, cartographique et sur la modélisation graphique. Il a débouché sur la construction d'un modèle graphique de la structure et du fonctionnement de la ville. En dernier lieu, dans le chapitre six, par un glissement d'échelle, nous nous sommes focalisé sur une seule des communes de Bamako, en l'occurrence la commune I. L'ensemble du travail est illustré par les données cartographiques issues du prototype de SIU. Elles peuvent être considérées comme l'ébauche d'un petit atlas urbain n'ayant aucune prétention à l'exhaustivité, ni thématique, ni des méthodes de représentation.

## **Chapitre I : METHODOLOGIE**

### **1.1. Problématique**

Il convient de signaler d'entrée de jeu que l'objet de cette recherche est à la fois l'outil que constitue le SIU<sup>1</sup> et la ville de Bamako qui est analysée à travers lui.

L'étude des conditions de mise en place d'un SIU pourrait paraître une problématique « légère » aux yeux de certains géographes qui pourraient considérer une telle investigation trop technique et mieux appropriée à un ingénieur. Mais n'est-ce pas l'éloignement injustifié des géographes par rapport aux stades de conception et de mise en place des outils qu'ils utilisent qui en font des outils « en soi » ? Nous estimons qu'une telle investigation est une recherche géographique à part entière. Si nous avons cependant, choisi d'y associer une recherche visant la compréhension de la structure et du fonctionnement global de la ville de Bamako, c'est parce que nous estimons impossible de dissocier la conception et la mise en place d'un outil de son utilisation potentielle ou future. La pratique des nouvelles techniques ouvre entre autres sur la réflexion ayant trait à la nécessité d'un réexamen de la validité des données ou à la pertinence des divers types de partition au regard des hypothèses formulées. Elle ne peut plus se dissocier d'un retour théorique à la finalité des études engagées. Comme le dit Franck AURIAC (AURIAC F.,1986), les boucles de rétroaction méthodologique, outre qu'elles conduisent à une réelle pratique expérimentale, incitent à revenir constamment à des questionnements de fond sur la signification de tel ou tel caractère ou descripteur, au regard des hypothèses et des techniques utilisées. Indirectement mais efficacement, les méthodes, dites « quantitatives » car elles manipulent des données chiffrées, renvoient à l'approfondissement des théories sociales.

C'est justement par l'expérimentation sur son objet propre (l'espace), que la géographie réussit son enrichissement méthodologique et son renouvellement, à la mesure des changements technologiques.

---

<sup>1</sup> Dans le but d'éviter la redondance, nous avons choisi de présenter et d'explicitier la notion de Système d'Information Géographique ainsi que les déclinaisons terminologiques qu'elle a générées, notamment la notion de SIU, dans la partie du travail consacrée aux outils.

On a de plus en plus tendance à envisager les Systèmes d'Information Urbains (S I U) 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.

Le propos central de ce travail est de participer à une réflexion sur les conditions de mise en place d'un SIU adapté à la réalité de la ville de Bamako et devant évoluer à termes vers un observatoire de la dynamique urbaine. Ce faisant, il n'a pu se passer de l'expérience considérable acquise dans le domaine de la conception et la mise en place de projets pilotes de BDU ou SIU dans les villes en développement. Cette expérience a tout au contraire été mise à profit tout en essayant de contourner les travers qu'elle a permis de mettre à jour. Il convient d'ailleurs d'avouer que dès la genèse du travail, l'expérience réalisée par l'Orstom à Quito a été particulièrement inspiratrice. Certaines parties de la recherche ont d'ailleurs bénéficié d'un suivi de chercheurs ayant participé au projet de Quito.

L'inadaptation de l'outillage conceptuel et méthodologique des approches standards aux problématiques africaines trouve son corollaire dans l'incapacité des outils techniques standards à traduire la spécificité des contextes différents de ceux qui leur ont donné naissance. Ce constat amène aujourd'hui les chercheurs à reconnaître un besoin d'effort d'adaptation.

La figure 1 montre les éléments constitutifs d'un système d'information. Celui-ci repose essentiellement sur une base de données, elle-même constituée de données structurées selon un programme informatique de gestion de données et traitées par lui. Les données entrent dans la base et sortent d'elle sous forme d'informations après avoir subi des traitements. L'ensemble est porté par une configuration matérielle informatique qu'est l'ordinateur et manipulé par les ressources humaines.

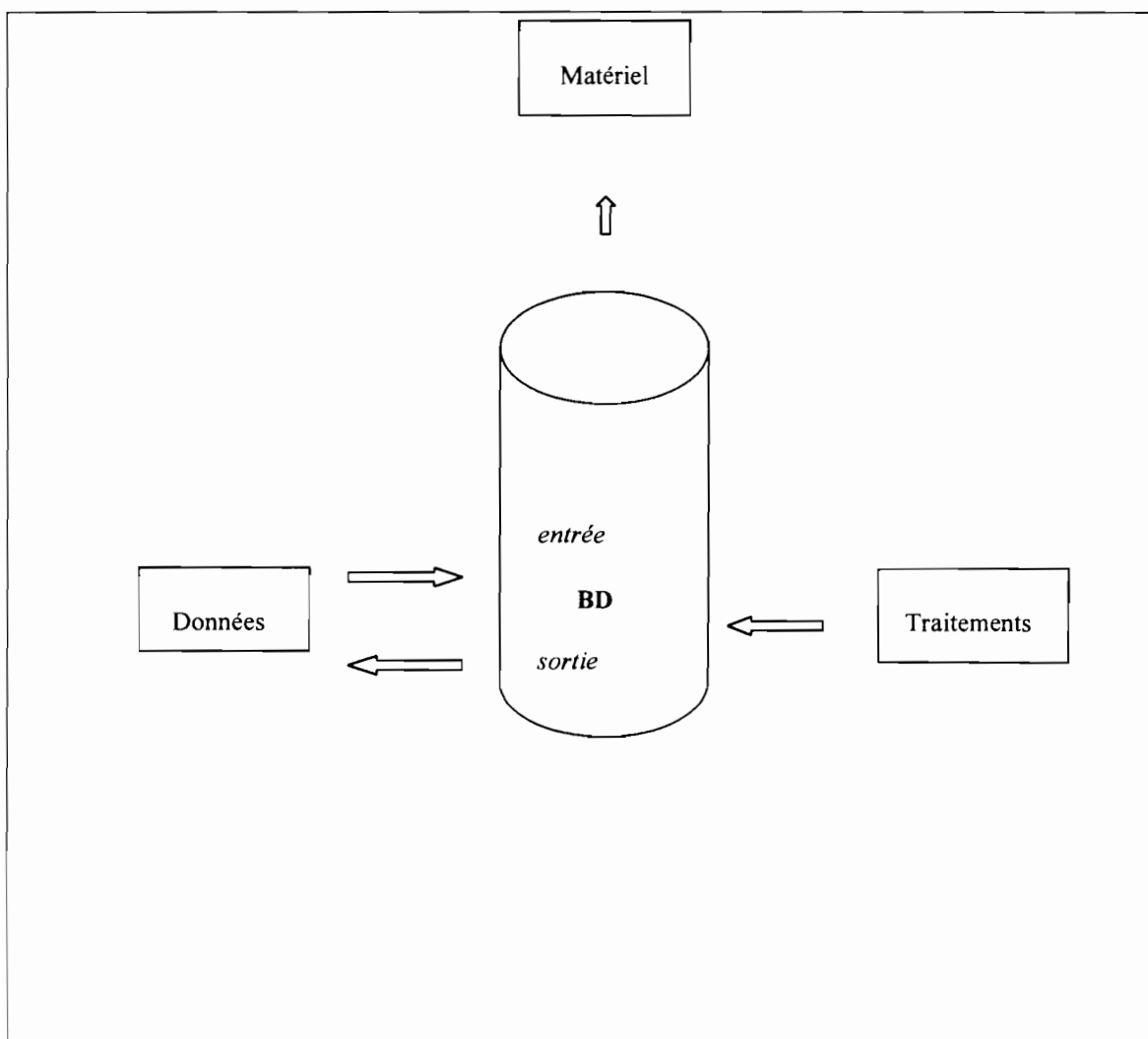


Fig. 1 : Eléments structurels d'un système d'information

L'effort d'adaptation du SIU peut porter sur chacune de ces composantes. Il est possible, comme cela a souvent été le cas, de souligner le besoin de matériel pas trop coûteux pour le faire correspondre aux capacités financières des municipalités bénéficiaires ou le besoin de traitements « allégés » pour prendre en compte le niveau des techniciens locaux.



Force est, cependant de reconnaître que si effort d'adaptation il doit y avoir, il doit porter principalement sur les données et sur le contexte institutionnel. C'est la raison pour laquelle dans ce travail l'effort d'investigation portera d'une part sur l'analyse prospective du contexte de mise en place du SIU et, d'autre part sur une évaluation de la qualité des données et de la pertinence de différents niveaux de leur collecte et représentation.

Le premier point doit aboutir à une définition des objectifs et de la structure du SIU à travers une identification précise de la demande en information géographique et une revue des difficultés majeures auxquelles font face les gestionnaires de la ville. Une enquête qualitative a été conduite à cet effet.

Au niveau du second point, un prototype de SIU sera construit à partir des données du Recensement Général de la Population et de l'habitat de 1987 et de données d'inventaires conduites par nos soins. Le prototype sera utilisé pour conduire une analyse spatiale visant à mettre en évidence les principaux éléments de structure et le fonctionnement général de la ville.

## **1.2. Démarche et méthodes d'analyse**

La démarche utilisée dans cette analyse sera dans un premier temps inductive par l'outil utilisé. Elle sera ensuite modélisatrice, et hypothético-déductive tout en cherchant à mettre en évidence le jeu des échelles.

Aussi un va-et-vient constant sera inévitable entre l'outil et le territoire d'une part, et entre différents niveaux spatiaux, d'autre part, sans que cela soit assimilable à une confusion.

L'induction qui tend à formuler des propositions englobantes à partir des caractères d'un certain nombre d'observations peut fonder un raisonnement scientifique. Elle nous permettra par l'analyse de données, et l'analyse cartographique d'identifier les variables structurantes.

L'induction forme un couple dialectique peu dissociable de la déduction, qui compose les conséquences logiques et liées de plusieurs propositions associées. Les résultats de l'induction nous permettront de formuler des hypothèses par rapport à la structuration et au fonctionnement de la ville que nous vérifierons avec les données collectées au niveau de la parcelle à travers une enquête longitudinale menée par Monique BERTRAND.

Dans la démarche élaborée et suivie au cours de cette étude, une grande part de la fécondité scientifique tient à ces va-et-vient entre le général et le particulier, le global et le local, les hypothèses étant fondées en partie sur des observations qui permettent en retour de valider la théorie tout en la nuancant.

La partie modélisation mettra à contribution les modèles graphiques que sont les chorèmes. La modélisation graphique cherche à rendre compte de l'essentiel d'un type d'organisation spatiale, à partir de modèles simples applicables à de nombreux exemples géographiques, à quelques contingences locales près qu'il est ainsi possible d'isoler et de mesurer.

L'éclairage particulier, l'orientation et les résultats d'un travail scientifique sont essentiellement déterminés par la méthode de recherche choisie. Dans cette thèse comme c'est souvent le cas en recherche géographique, c'est **l'éclairage systémique** qui prévaut. En effet, plusieurs chercheurs estiment que toute analyse géographique est d'essence systémique, car elle insiste sur l'importance des interactions. La géographie a pour objet l'espace des sociétés. La théorie systémique apparaît alors particulièrement adaptée, si l'on considère à la suite de Baudelle G. et Pinchemel P. (Baudelle G., Pinchemel P., 1986) que l'espace peut être défini comme le produit unique et tangible de l'action humaine sur le milieu et donc peut s'interpréter comme un véritable système.

Nul n'est besoin ici d'une présentation détaillée de l'analyse systémique et de son intérêt en géographie régionale et urbaine. Ceci a largement été fait dans les travaux de chercheurs au premier rang desquels se trouvent F. Auriac, R. Brunet, F. Durand-Dantes. Leurs travaux respectifs cités en référence, constituent le fondement méthodologique de cette thèse.

Nous nous limiterons à la présentation de quelques principes en guise d'introduction. La réalité est complexe et pour la comprendre les scientifiques ont entrepris de la simplifier ou, plus exactement, de la recomposer en l'épurant. La compréhension du système ne passe pas par l'exhaustivité mais par la "simplification" et l'abstraction. Cette simplification n'est, cependant, pas synonyme d'appauvrissement puisqu'elle contribue à la mise en évidence des phénomènes fondamentaux, essentiels en les isolant du bruit de fond. Il s'agit donc d'une opération porteuse de sens et enrichissante dans la mesure où elle rend plus intelligibles les phénomènes observés.

Largement utilisées dans la science régionale tout spécialement dans les années 50 et 60, les analyses en termes de système reposent sur un cadre conceptuel fondé sur les relations héritées de la comptabilité nationale, elle-même liée à la théorie keynésienne.

Puisqu'elle implique des choix cette démarche est éminemment délicate. En effet, s'il est nécessaire d'épurer, quels aspects écarter, quelle voie choisir pour parvenir à identifier le système ? Faut-il privilégier la voie synchronique en recherchant les interrelations ou bien la voie diachronique en portant l'attention sur les processus ?

Il existe donc autant de voies possibles que de projets de recherche, et d'observateurs. L'observateur construira toujours son objet d'étude à partir d'une représentation qu'il en a et d'une démarche choisie. Le construit qui en résulte est donc toujours partiel et reflète des choix assumés.

Le premier de ces choix en ce qui nous concerne consiste à privilégier **l'environnement urbain** comme "entrée" thématique à cette recherche. Malgré toute la confusion existant autour du concept d'environnement urbain, celui-ci tend à s'imposer comme un nouveau mode d'approcher la ville.

Le thème de l'environnement urbain recouvre la plupart des domaines de la gestion urbaine. Se situant à l'interface des sciences physiques et sociales, il constitue indiscutablement une nouvelle approche des études sur la ville. Le dictionnaire définit l'environnement comme « l'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques) dans lesquels les organismes vivants (en particulier l'homme) se développent ». Dans la recherche en Etudes Urbaines existent différentes acceptions du concept à la mode mais très rarement défini d'environnement urbain. Celui-ci recouvre, suivant les auteurs, soit l'ensemble de la gestion urbaine, soit les questions relatives aux services urbains sensibles pour l'environnement comme le ramassage et le traitement des ordures ménagères, la pollution industrielle, l'eau potable... La deuxième acception tend cependant (et à tort) de prendre le pas sur la première du fait des politiques spécifiques qui lui sont accordées.

### **Petit historique du concept d'environnement urbain**

La prise de conscience du problème environnemental a eu son point de départ dans les années 70, en particulier avec le rapport de Founex (PNUE, 1971) qui pose l'existence de la question de l'environnement urbain. Ce rapport établit notamment une liste d'«effets secondaires» du développement sur l'environnement ainsi que les critères à prendre en compte dans leur évaluation. Par la suite l'environnement urbain fait l'objet des principes 15 et 16 de la conférence des Nations Unies sur l'environnement tenue à Stockholm du 5 au 16 juin 1972 (PNUE, 1972). Un plan d'action pour l'environnement y a été adopté où l'implication des institutions internationales et des gouvernements dans la planification et l'exécution des programmes de recherche et d'action est fortement recommandée. Ce mouvement qui imprégna la décennie 70 a permis l'apparition de nouveaux concepts tels l'écodéveloppement, introduit par Ignacy SACHS (SACHS I., 1974) ou l'écosystème urbain développé par Richar MEIER (MEIER R., 1980). Ces démarches ont l'intérêt de poser les problèmes autrement que dans les seuls termes techniques et de prendre en compte la culture. Le débat fut ressuscité après un certain vide par le rapport "Notre Avenir à tous" de Gro Harlem BRUNDTLAND, Premier Ministre du Gouvernement norvégien et présidente de la Commission Mondiale sur l'environnement et le développement (BRUNDTLAND G. H., 1987).

S'il semble incomplet sur certains points, ce rapport paru après quatre ans de travail apporte une dimension nouvelle notamment avec le sujet du défi urbain. C'est aussi dans ce rapport que fut exprimée pour la première fois l'idée selon laquelle « les interactions des activités économiques et de leur environnement naturel devraient être gérées en vue de répondre aux besoins présents sans compromettre la capacité de développement des autres peuples et des générations futures ». Cette phrase constitue la définition du concept de «développement durable».

Le concept a été par la suite popularisé par le programme de gestion urbaine «*Urban Management Program*», mis en place depuis 1991 par la Banque Mondiale, le PNUD et le CNUEH puis par la conférence de Rio de Janeiro sur l'environnement de 1992. Justement, au début des années 90 s'est opéré la rencontre des thèmes de la pauvreté urbaine et de l'environnement. L'environnement urbain acquiert alors une dimension sociologique.

Face aux problèmes de précarisation grandissante, à l'aggravation des déséquilibres écologiques liés surtout à la pollution et aux pressions sur les ressources et enfin, à l'incapacité de gérer l'urbanisation, les principes traditionnels d'urbanisme sont remis en cause. L'urgence d'une action efficace se fait sentir et se traduit par l'implication d'institutions comme la Banque Mondiale, le PNUD, le PNUE, le CNUEH, l'OMS qui élaborent leur propre doctrine en la matière. Les concepts de gestion urbaine et de participation sont mis en avant. Un changement d'attitude se produit de l'élaboration de stratégies irréalistes vers une recherche de la satisfaction des besoins fondamentaux par l'amélioration de la productivité urbaine et des conditions de vie du citoyen de base (y compris ceux qui s'installent illégalement).

Malgré ces avancées la formulation de la question environnementale urbaine en problématique scientifique n'offre pas, à l'heure actuelle, ni de cadre théorique cohérent et validé, ni méthodes d'analyse éprouvées.

Notre approche de l'environnement urbain s'appuie essentiellement sur les travaux de chercheurs de l'Orstom comme Pierre PELTRE, Myriam ARMAND-FARGUES, Pascale METZGER, Dominique COURET dont les textes et ouvrages sont cités en référence.

L'approche environnementale fait aujourd'hui l'objet d'une remise en perspective par les sciences sociales et tout particulièrement la géographie. Dans leur présentation du programme « environnement urbain », Pierre Peltre et Pascale Metzger rappellent que : « Dans la géographie urbaine des années soixante-dix sur les pays en développement, on se penchait surtout sur la compréhension du mode de production et de fonctionnement de la ville comme expression du modèle de développement de la société ou d'adaptation de la société à ce modèle, et l'interprétation tenait toute entière dans le social, l'économique et le politique, c'est-à-dire des dimensions totalement immatérielles si l'on peut dire, dont on observait la matérialisation » (PELTRE-METZGER, 1995).

L'orientation consiste alors à trouver une nouvelle pertinence à aborder la société urbaine par cette « matérialisation ». Une telle approche devrait donner un éclairage particulier pour la compréhension du phénomène urbain en général, et dans les pays du sud, en particulier.

Plusieurs pistes de réflexion sont en cours d'exploration par des groupes de chercheurs mais parmi elles, c'est la notion d'**écosocio-système urbain** qui nous a paru pertinente pour aborder notre problématique.

Myriam Armand propose l'utilisation du concept d'écosystème, devenu écosocio-système, comme champ d'étude pertinent et opérationnel pour la compréhension de l'environnement urbain, dont on peut étudier les éléments et leurs interrelations. Elle propose en effet, une version revisitée du concept d'écosystème urbain dont l'idée centrale est l'intégration des différentes dimensions de la ville pour en comprendre les dynamiques. Plusieurs notions sont mises à contribution pour cette remise en perspective dont l'écologie en tant que « science qui étudie les relations des êtres vivants entre eux et avec leur milieu » et de l'idée de ville « super- organisme » divisée en aires « naturelles », développée par Roderic D. McKenzie (McKenzie R., 1925) à partir de la géographie des formations végétales.

En ville, ces unités structurales de base se définissent avant tout par leur fonctionnement et ne sont pas directement ou en permanence accessibles à l'observation. Il ne s'agit pas d'objets géographiques habituels, dotés d'une certaine permanence, observables en continu et que l'on sait représenter, mais d'entités spatiales qui se déforment suivant la dynamique qui les produit.

Pour l'inventeur du terme, l'écosystème représente les « sous-ensembles du monde de la nature qui présentent une certaine unité fonctionnelle » (Tansley, 1934 cité par Delage J.P., 1991). Il est aussi défini comme l'association à un environnement physico-chimique spécifique - le biotope - d'une communauté d'êtres vivants, ou « biocénose » (Ramade F., 1987). Le concept se réfère à une « unité structurale de base de la biosphère dans laquelle règnent des conditions homogènes quelle que soit son étendue » L'homme fait partie de la biocénose et l'espace qu'il construit, transforme ou utilise, du « biotope ». S'agissant de la ville, le biotope a la particularité d'être construit et la biocénose celle de rassembler les plus fortes densités humaines de la planète.

L'inspiration de l'approche écologique de l'Ecole de Chicago (1920-1925) est considérable dans l'approche de la ville par le concept d'écোসocio-système urbain. Néanmoins, en mettant en évidence les processus dynamiques qui structurent la communauté urbaine, cette approche reconnut la primauté du fonctionnel sur le morphologique. L'idée selon laquelle la structure des « aires naturelles » en ville que constituent les colonies raciales et linguistiques, est assurée par la Mobilité fut avancée par Roderic McKenzie. Cette manière de voir présente l'intérêt d'intégrer la crise et l'instabilité dans l'analyse des formes urbaines et donc de **lier la société et l'espace**.

Il est dès lors indispensable de connaître les processus qui se manifestent sur son territoire pour découper l'espace d'une ville en écোসocio-systèmes.

A partir de cet éclairage, l'environnement urbain est considéré comme résultant des interactions et des modes de liaison entre les diverses composantes du système urbain : composante, physique, socio-démographique économique, politique (pouvoirs, décentralisation, pratiques citadines) et culturelle (comportements).

Dans une tentative de donner une définition plus précise qui resterait cependant, à valider par des expériences concrètes de recherche, Marc SOURIS, s'inspirant des travaux de Metzger P. avance dans un document de projet que « l'environnement urbain est le résultat matériel, historique et territorialement inscrit, de la combinaison de modes de produire (fabriquer, rendre consommable) et de consommer (transformer, dégrader) des choses que l'on peut dans un premier temps appeler "biens communs". Ces modes de produire et de consommer évoluent dans le temps et dans l'espace, sont fonction de la disponibilité des biens, des types de gestion et de pratiques dont ils sont l'objet. Ils sont produits dans le sens où ils subissent des processus (physiques, chimiques, juridiques, économiques, sociaux, politiques) qui d'une part les rendent consommables (à partir de ressources naturelles mais aussi techniques, sociales, juridiques, culturelles) et d'autre part les font entrer dans l'idée de "bien commun" (auquel tous les citoyens ont droit, qu'il faut restaurer, préserver, à transmettre aux générations futures), qui se constitue en nouvelle catégorie de perception du monde ».

Cette définition s'appuie sur l'approche de l'environnement urbain par la notion de biens communs développée par Pascale Metzger (METZGER P., 1996). La notion de biens communs présente l'avantage de délimiter le contenu des écosystèmes urbains et d'offrir une identification théorique des éléments à prendre en compte aussi bien que la manière de les analyser.

L'approche de la ville par le concept d'écosocio-système intègre un certain nombre de principes qui fondent notre démarche :

#### 1- L'approche globale de la ville

L'approche de la ville par le concept d'écosocio-système urbain, comme toute approche systémique privilégie la vision horizontale, holistique des phénomènes et processus en cours. Son objet n'est pas l'Homme, l'individu, mais la ville-système en tant qu'organisme ayant sa cohérence et sa dynamique de fonctionnement même si en son sein existent différentes unités de fonctionnement, différents systèmes interconnectés.



## 2- La prise en compte d'échelles différentes

L'approche nécessite, dans la description du territoire urbain la prise en compte d'au moins deux échelles, celle globale de la ville et celle intermédiaire, de l'écosocio-système urbain. A la différence des unités urbaines habituellement décrites, les limites territoriales des écosocio-systèmes sont mouvantes. L'objectif étant d'informer au plus juste on cherchera à s'affranchir au mieux des limites administratives et statistiques dans la transcription des phénomènes. L'hypothèse sous-jacente est que l'on gagnera en justesse, à mesure que l'on se dégagera des formes spatiales, qui ne sont qu'une expression très épisodique, pour s'approcher des éléments fondamentaux, stables en eux-mêmes mais labiles dans leurs états. Celles-ci représentent l'espace-flux que notre esprit ne peut concevoir qu'à condition de fixer l'espace et d'arrêter le temps. Ceci introduit le troisième point qui n'est autre que la prise en compte du temps.

## 3- La prise en compte du temps

Un écosystème exprime la dynamique des diverses composantes urbaines à un instant donné et se modifie dans le temps. D'où la nécessité d'observations répétées.

## 4- La prise en compte de la spécificité

La spécificité est définie dans l'approche comme résultant de l'agencement local des éléments interférant dans la composition de cette dynamique, ces éléments étant eux posés par hypothèse comme universels. Dans toutes les villes du monde on trouve les mêmes phénomènes en cours, mais sous une forme à chaque fois très spécifique au lieu. En ce sens l'approche environnementale par la notion d'écosystème s'oppose à l'approche par celle de développement urbain durable qui contient comme le montre Myriam Armand un idéal progressiste<sup>1</sup> au sens où il est assez normatif et hygiéniste. Il a notamment été utilisé pour établir des diagnostics et élaborer des stratégies d'intervention. Le développement durable se définit par l'équité intergénérationnelle. Cette attitude postule l'existence de besoins universels stables de l'homme. Il y a là un principe d'uniformisation qui par la prédominance de l'économique, ignore la diversité des situations concrètes et la singularité de chaque population urbaine.

---

<sup>1</sup> Le progressisme est une conception de l'individu humain comme type universel, identique en tous temps et en tous lieux »

C'est ainsi que le développement durable postule un universel primant sur le spécifique, et contrevient au principe de l'étude intégrée des conditions locales d'une ville.

Il convient avant de clore cette partie consacrée aux choix méthodologiques d'aborder les questions relatives à la circonscription du champ d'étude. Celle-ci s'avère, comme c'est souvent le cas en études urbaines, assez complexe dans le cas de figure. L'approche et la démarche adoptées dicteraient, en effet, de considérer la matérialité urbaine comme champ d'investigation plutôt que les limites administratives.

Cependant, la réalité actuelle de la cartographie et des statistiques oblige à commencer l'analyse sur le District de Bamako, c'est-à-dire l'espace compris entre les limites administratives de la ville. Ceci englobe bien entendu, la ville « planifiée » et la majeure partie de la ville « illégale » du tissu urbain bamakois. Cette dernière déborde aujourd'hui à bien des endroits de la limite administrative. Le champ d'investigation sera étendu à cette partie de la ville à mesure que seront introduit des outils permettant de la prendre en compte comme les images satellites et les photographies aériennes.

Les limites du District et des Communes qui la composent ont été définies par ordonnance en 1978. Une modification a cependant, été apportée à la limite entre les troisième et quatrième Communes en 1982. Elle a permis d'élargir légèrement l'espace de la troisième Commune qui est une commune centrale sans possibilité d'extension.

Il convient de faire la distinction entre la limite administrative du District et le périmètre d'urbanisation de Bamako. Celui-ci correspond à l'aire d'étude et d'application du Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de Bamako. Il va largement au-delà de la limite administrative.

### **1.3. Outils**

La partie conceptuelle de la démarche mobilise la modélisation graphique tandis que la partie appliquée met en œuvre les systèmes d'information géographiques.

#### **1.3.1. Les Systèmes d'Information Géographiques (SIG)**

##### **A- Présentation**

Comme le fait remarquer Christiane WEBER (WEBER C., 1995), il est très réducteur d'employer le terme « outil » pour le concept des « Systèmes d'Information Géographiques ». Celui-ci est cependant, présenté à ce niveau du travail pour la simple raison qu'il est à la fois objet d'étude et outil d'analyse dans cette recherche.

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 peut 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 »

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.

L'infrastructure des informations fondamentales d'un SIG traditionnel est un squelette topographique. Trois sources d'information sont mises à contribution pour développer et actualiser les données topographiques : des cartes topographiques, des mesures sur le terrain, des données fournies par des satellites du système de positionnement global (GPS) et des scanners embarqués sur satellites et avions. Ils sont complémentaires et leur importance est liée à la tâche à accomplir et aux conditions locales.

On distingue 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.

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.

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 Système* (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, ainsi rencontrés dans la littérature.

Le terme retenu et dont nous allons respecter l'usage dans ce travail est celui de Système d'information Urbain (SIU). Il est parfois utilisé de façon indifférente avec le terme Banque de Données Urbaines (BDU), mais des nuances existent entre eux. Henri PORNON donne la définition suivante des 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 ».

Christiane WEBER estime adéquat l'utilisation du terme de SIG (ou un de ses dérivés) quand toutes les données collectées sont explicitement rattachées à l'espace étudié, si une part des données reste non localisée, le terme BDU est de mise. L'appellation « Banques de Données Urbaines » était utilisée dans les années 1970. Elle fut appliquée à quelques expériences pilotes, sur l'initiative de l'Etat français sur presque toutes les communautés urbaines de France (Lille, Bordeaux, Lyon, Dunkerque) et des communes de première importance comme Paris ou Marseille.

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.

Le marché actuel des SIG est structuré en producteurs de données, fournisseurs de logiciels et de matériels, chercheurs, utilisateurs et "promoteurs". De nombreux manuels et ouvrages ont été consacrés au diagnostic des différentes composantes de ce marché en pleine évolution (PORNON H., 1995).

Dans bon nombre de pays, il existe des organismes nationaux chargés de fournir le squelette topographique, la base du SIG, sur lequel d'autres organismes viennent greffer leurs propres données spatiales.

Les fournisseurs de logiciels et de matériels se trouvent surtout aux Etats-Unis, mais il existe aussi de grandes sociétés européennes avec lesquelles ils se partagent un marché croissant et déjà volumineux du SIG. Les problèmes posés par la protection des droits d'auteur liés aux données topographiques sont un obstacle de taille à l'expansion de ce marché.

Dans le domaine de la recherche, plusieurs initiatives ont été prises aux Etats-Unis et en Europe pour promouvoir la recherche en SIG. Celle-ci est étroitement liée au domaine opérationnel.

L'émergence des SIG multimédias se traduira par la ramification du SIG en deux familles : les systèmes destinés aux applications traditionnelles et ceux destinés à des applications plus générales dans les grands domaines de l'éducation et des loisirs.

Les utilisateurs traditionnels des SIG sont des institutions publiques et privées dans un large éventail de domaines : cartes cadastrales, gestion d'équipement de service public, cartographie d'événements (y compris : crimes, incendies et autres accidents), cartes de recensement, aménagement du territoire, études de l'environnement, marketing et commerce, exploration minière. A l'avenir, les utilisateurs des SIG moins précis faisant appel au multimédia (et à la réalité virtuelle) seront surtout des particuliers.

L'expansion du marché du SIG est encadrée par des institutions nationales et internationales considérées comme "promoteurs" qui tentent de définir des normes de données et de promouvoir le développement de produits SIG.

Parmi les grands organismes européens qui cherchent à créer des bases de données européennes pour les informations géographiques, il faut mentionner :

- Eurostat, qui s'attache à harmoniser les grands ensembles de données géographiques,
- MEGRIN (*Multipurpose European Ground Related Information Network*), réseau européen polyvalent d'informations se rapportant au sol), qui définit des normes de formatage et de transfert des données topographiques,
- EUROGI (*European Umbrella Organisation for Geographic Information*), organisme cadre européen d'information géographique qui coordonne les efforts déployés en Europe en matière de SIG.

Aux Etats-Unis, les deux initiatives prises dans ce domaine sont la création d'une infrastructure nationale des données dans le cadre de "l'inforoute" et l'initiative de la *National Science Foundation* (NSF) concernant les bibliothèques spatiales qui font appel à Internet (projet Alexandria).

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 sous-jacent 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, où 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 un avantage certain, au 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.

## **B- Le SIG Savane**

A l'issue de cette présentation de la notion de système d'information, il sera plus commode de présenter les caractéristiques spécifiques du système logiciel SAVANE, au moyen duquel nous avons construit le prototype de système d'information urbain de la municipalité de Bamako.

Le SIG Savane a été développé par une équipe d'informaticiens de l'Orstom principalement pendant l'exécution du programme d'atlas et de SIG à Quito. Ce système revendique une conception particulière, fruit d'un développement original des recherches théoriques sur les systèmes de gestion de données. SAVANE se range dans une catégorie de SIG intégré, c'est à dire qui ne procède pas par liaison d'un SGBD classique à un outil graphique mais par une solution propriétaire intégrant ces deux composantes. Ses auteurs (SOURIS M., 1995) le définissent comme un *Système de Gestion de Base de Données Relationnel étendu à la localisation*, spécialisé pour la conception, la constitution, l'administration et L'exploitation de bases de données géographiques.

L'extension à la localisation signifie que les coordonnées x, y d'un point ne sont pas gérées et manipulées comme n'importe quelle information mais constituent une information « en soi », dont le système reconnaît la spécificité.

Le système prend simultanément en charge la gestion des données descriptives et des données graphiques de localisation. Du point de vue de la nature des données acceptées en entrée et du type de traitement et de des sorties élaborées, et hormis les particularités mentionnées ci-dessus de l'architecture du modèle de données et leur implication dans la conception des interfaces et dans certaines procédures de traitement, le système SAVANE se distingue fonctionnellement assez peu des outils SIG connus comme Arc/Info.

Outil de gestion, SAVANE est également un formidable outil d'analyse et de découverte. Il contient l'ensemble des possibilités d'exploitation et de cartographie : interrogation des bases, discrétisation des valeurs et calcul de formules, représentation et édition cartographique, superposition visuelle de données de sources diverses, géo-jointures, interpolations, analyse géostatistique, analyse de voisinage, télédétection, calculs d'optimisation...

Enfin, grâce aux outils de personnalisation, d'interfaçage, de définition de méthodes et de développement en langage de macro-commandes, chacun peut mettre au point ses propres applications et définir des objets complexes.

Produit de la recherche opérationnelle, le système Savane est un outil interne de l'Orstom qui se développe depuis sa conception. Il n'est donc pas encore commercialisé sur le marché. A l'origine, le système fonctionnait sous environnement UNIX. Une version PC fonctionnant sous Windows a cependant été mise au point avant la fin de nos travaux.

### 1.3.2. Les Chorèmes

Le contenu de la modélisation graphique a été formalisé et explicité par Roger BRUNET et les chercheurs de son école et largement commenté dans leurs différentes publications. Elle procède selon les mêmes règles générales que les autres modes de modélisation.

La modélisation de l'espace présuppose d'identifier dans un système territorial ordre et lois, structure et fonctionnement, organisation et hiérarchie, dynamique et système (AURIAC, 1979). La première opération de la modélisation spatiale consiste à répertorier les modèles de base nécessaires qui expliquent les structures fondamentales de l'espace, ainsi que les processus tout aussi fondamentaux (centre-périphérie, gravitation, tropisme, ségrégation-agrégation, etc.). La deuxième opération de la modélisation consiste à composer et combiner ces structures élémentaires suivant des règles de construction explicites, afin que toute modélisation d'un espace puisse restituer les modèles de base par déconstruction.

Pour être représentés, ces modèles spatiaux peuvent être exprimés en langage graphique comme le propose Roger BRUNET (1972, 1986). Les structures élémentaires de l'espace géographique sont représentées par des « chorèmes » qui constituent l'alphabet de ce langage de modélisation. Une table des chorèmes est proposée avec quatre colonnes pour les figures de base (point, ligne, aire, réseau) et sept lignes pour les stratégies et dynamiques essentielles, c'est-à-dire les finalités et les actions des systèmes spatiaux (BRUNET, 1990).

La modélisation spatiale suit des principes fondamentaux qui ont été énoncé par R. BRUNET (1990). La première phase essentielle de la modélisation est de ne considérer que les structures fortes qui rendent compte de l'essentiel de l'organisation et des dynamiques spatiales, afin que les phénomènes secondaires n'offusquent pas l'essentiel. Il faut séparer l'actif, qui marque le territoire du contingent, qui déforme les modèles de base sans rien ajouter d'autre que des accidents locaux.

Il convient, ensuite, de connaître l'interdépendance des modèles élémentaires fondamentaux au sein du système et l'ordre dans lequel ils se combinent et se déforment mutuellement.

La modélisation spatiale proposée au cours de cette étude utilise ces principes pour représenter les structures et l'organisation globale de l'espace urbain bamakois, pour construire un modèle d'organisation de la ville.

## Chapitre 2 : CONCEPTS ET ETAT DES CONNAISSANCES

L'information géographique est celle « qui est reliée à une localisation sur la terre, dans un système de référence. » (d'après AFNOR, Z 13-150, EDIGéO, 1992). Elle se situe à la charnière de plusieurs disciplines et fait recourt à un nombre important de termes et concepts, soit venant des disciplines concernées, soit nouveaux et propres au domaine. Aussi, il nous a paru indispensable d'effectuer un tour aussi large que possible de ces termes et concepts pour en éclaircir la signification. Nous indiquerons, ce faisant, parmi des termes voisins ou équivalents, laquelle est adoptée dans ce travail.

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 sont confrontées nos sociétés 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 permettent 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.

On assiste à une rapide évolution dans tous les domaines technologiques associés au SIG, depuis la saisie et la sortie des données jusqu'à la conception des bases de données. Les SIG ont principalement bénéficié des progrès accomplis simultanément dans des domaines tels que la cartographie informatisée, la télédétection, la technologie des bases de données, l'analyse spatiale et l'édition électronique. Nous utiliserons comme fil conducteur cet ordre d'outils, de techniques et de méthodes pour effectuer le tour d'horizon des termes et concepts incontournables dans le domaine de l'information géographique.

## **2.1. La cartographie automatique**

La cartographie automatique ou cartographie informatique a précédé l'apparition des SIG. Les termes « cartomatique » et « géomatique » sont également utilisés dans la littérature. Ils ne sont que des contractions des expressions cartographie informatique et géographie informatique. Dans le glossaire de cartographie du Comité Français de Cartographie, la géomatique est définie comme « un ensemble de méthodes et techniques de l'informatique appliquée aux moyens d'acquisition, de traitement et de représentation visuelle des données géoréférencées. »

L'ordinateur est apparu dans la recherche géographique dans les années 70, mais il a fallu un certain temps pour en optimiser l'utilisation. Le phénomène remarquable de ces années a été la concomitance de l'évolution de l'informatique et de celle de la pensée scientifique y compris géographique. L'ordinateur a été utilisé au début comme un calculateur, pour traiter d'importants tableaux de chiffres. Il effectuait éventuellement les calculs de projection, puis mémorisait les ordres de tracé des éléments de dessin. Les données étaient donc numérisées puis restituées sous la forme graphique de plans ou de cartes sur papier. Ces procédures qui, aujourd'hui paraissent élémentaires, nécessitaient il y a une vingtaine d'années, un réel acharnement. Dans les années 80 s'est ouverte une nouvelle étape dans l'ère informatique, avec la montée en puissance des micro-ordinateurs et la mise sur le marché de logiciels mieux adaptés aux besoins de la géographie. Des systèmes graphiques interactifs se sont développés, permettant de modifier de plus en plus facilement les cartes avant leur sortie définitive.

L'infographie<sup>1</sup> connaît un succès considérable dû en bonne partie à l'évolution des techniques de publication assistée par ordinateur. Les répercussions de cette évolution se font tout naturellement sentir également dans le domaine du dessin et donc de la cartographie.

L'informatique a particulièrement favorisé le développement de l'analyse multivariée qui cadrerait bien avec les besoins des géographes, affrontés depuis toujours à la juxtaposition de phénomènes divers rassemblés sur un même territoire. Ces nouvelles techniques d'analyse des données ont contraint les géographes à épurer leurs concepts et à mieux expliciter leurs problématiques. Les évolutions ci-dessus mentionnées ont permis de confier aux logiciels de cartographie automatique le soin de gérer et mettre à jour les informations numérisées, et celui de les exploiter dans des traitements de plus en plus complexes grâce aux fonctions d'analyse spatiale, les manipulations s'effectuant sur des volumes de données de plus en plus importants. C'est à ce niveau que la transition s'effectue vers les systèmes d'information géographiques, ces derniers ayant la particularité de favoriser l'association de sources d'informations variées et de faciliter l'examen des positions relatives des objets dans l'espace (topologie). La nature des informations et leur volume imposent l'utilisation de bases de données dans lesquelles celles-ci sont structurées et modélisées.

## **2.2. La télédétection aéroportée et satellitale urbaine**

Il s'agit de deux modes d'investigation qui, actuellement sont plus complémentaires que concurrents. La télédétection fait partie des outils d'acquisition d'information. Les satellites de télédétection équipés de capteurs de plus en plus précis, en ouvrant la possibilité d'une observation fréquente et détaillée de la morphologie urbaine, offrent de meilleures solutions pour assurer le suivi des phénomènes urbains dans les métropoles en mutation rapide. La télédétection présente des potentialités spécifiques vis-à-vis des autres outils d'investigation en milieu urbain dans les domaines de l'analyse sitologique, de l'analyse de la croissance urbaine et de l'analyse spatio-structurelle.

---

<sup>1</sup> Ensemble des techniques informatiques graphiques

L'analyse sitologique par télédétection dépasse largement les études classiques du « site » pour s'étendre à la transformation des éléments de l'environnement urbain. L'analyse de la croissance urbaine concerne à la fois l'évolution du périmètre d'agglomération et éventuellement des annexes urbaines, d'une part, et, d'autre part, le « remplissage » du zonage intérieur de la ville. L'analyse spatio-structurale cherche à déceler la répartition des formes d'utilisation du sol.

Les travaux de l'Institut pour l'Aménagement et l'Urbanisme de la Région d'Ile de France (IAURIF), entre autres, donnent un bon aperçu de ce que l'on peut attendre de la télédétection en milieu urbain. Ces travaux montrent que la télédétection spatiale s'avère être l'une des rares sources d'information opérationnelle permettant d'appréhender et d'analyser en une cinquantaine de classes avec une bonne fiabilité un espace étendu d'un seul bloc et de façon homogène. L'apport des informations exogènes dans la reconnaissance de quelques thèmes ne retire rien à cet avantage.

Michel LENCO (LENCO M., 1995) estime rentable pour des agglomérations de plus de 100 000 habitants, d'acquérir et d'utiliser à plein temps un SIG où la télédétection fournit l'information sur l'occupation du sol, qui peut être actualisée régulièrement. Les résultats peuvent être fusionnés avec d'autres informations exogènes géocodées (recensements de la population et des logements par îlot, équipements et services, réseaux, documents d'urbanisme...) pour déboucher sur une série d'indicateurs d'environnement, d'accès, de proximité et de densité qui apporteront des renseignements par îlot, quartier et commune. Des tentatives ont également été effectuées pour estimer les informations exogènes de nature socio-économique par télédétection. Dans les pays en développement, les techniques traditionnelles de la collecte démographique, recensements exhaustifs et enquêtes par sondage sur liste se révèlent peu efficaces et ne satisfont pas correctement les besoins de la recherche ni de la gestion urbaine en matière d'observation et de suivi des populations citadines. Ceci s'explique notamment par les délais entre les opérations dus à leurs coûts et les problèmes de base de sondage exhaustives et à jour. C'est pourquoi, dans le cadre d'un programme de recherche initié en 1985, une équipe pluridisciplinaire de l'Orstom a développé une méthode de collecte de données démographiques en milieu urbain intégrant l'information sur la morphologie urbaine apportée par les satellites à haute résolution.



L'idée centrale de la méthode est d'utiliser l'image satellite comme base de sondage et d'exploiter l'information sur la morphologie urbaine fournie par l'image pour stratifier un plan de sondage aréolaire permettant de sélectionner un échantillon pour une enquête à objectifs démographiques ou socio-économiques (DUREAU F.,1995)

Dans les études urbaines, la télédétection ne peut être autonomisée par rapport à l'ensemble des autres techniques d'information spatiale. Certes, il est des domaines de cette recherche où les données satellitales peuvent constituer l'information principale: les autres moyens d'investigation (cartes, photos aériennes, statistiques) servent alors à la vérification, à l'échantillonnage, au choix raisonné des résultats obtenus par la télédétection spatiale. La définition des périmètres d'agglomération (tache urbaine) ou l'analyse des densités d'occupation du sol relèveraient de cette procédure.

Cependant, l'analyse de la croissance urbaine, l'investigation au niveau de l'îlot, l'intégration de la troisième dimension ou même un examen général de la structure de la ville ne peuvent se passer du complément d'information apporté par la photo, la statistique ou éventuellement le cadastre. Bien souvent même la télédétection n'offrira à cet égard qu'une charpente générale à l'intérieur de laquelle l'information détaillée sera fournie par ces techniques exogènes. La télédétection satellitale bien qu'offrant une perception originale de la ville et pouvant induire une recherche nouvelle sur l'espace urbain doit nécessairement s'associer aux autres outils de cette recherche pour enrichir un thésaurus constitué par un système d'information géographique sur l'espace citadin. L'originalité des informations fournies par les satellites en fait la valeur ; cependant en général, ces données feront l'objet d'une couche particulière du système d'information géographique. En effet leur spécificité dicte les conditions de leur utilisation.

Les perspectives d'évolution dans le domaine de la télédétection se situent au niveau de la précision de la résolution des images satellitales et de l'exploitation des images radar. Les satellites soviétiques du type KOSMOS atteignent une résolution<sup>1</sup> de 5 m. Mais ils fournissent en réalité des photographies-satellite dont la couverture totale de la planète n'est pas assurée, pas plus d'ailleurs que la répétitivité.

---

<sup>1</sup> Taille sur le terrain des objets élémentaires (pixels) de l'image

L'espoir se fonde essentiellement sur les satellites militaires américains, dont les données seront mises à disposition du public vers la fin du siècle. Ils atteindront une résolution de l'ordre du mètre. D'autre part, une amélioration notable de la résolution est attendue des images de SPOT-5 après l'an 2000.

### **2.3. La technologie des 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 base de données doit assurer la centralisation des données en limitant la redondance, l'indépendance entre les données et les traitements, la structuration de données complexes, le partage des données, l'intégrité et la cohérence des données, 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. 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.

#### **2.3.1. Les modèles de données**

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.

Dans un volume consacré à l'informatique de la collection Techniques de l'Ingénieur, Chismens C. et Zurfluh G.<sup>1</sup> résument de manière assez concise l'apparition des différents modèles selon l'évolution des concepts.

---

<sup>1</sup> Chismens C. et Zurfluh G.,(1996)

1- La première génération de modélisation correspondant au début des années 60 a donné naissance aux modèles **hiérarchique et réseau** ; ils proposent d'organiser les données selon des structures informatiques assez complexes à utiliser, notamment les imbrications de fichiers et les listes chaînées à l'aide de pointeurs.

2- Les modèles de deuxième génération datent des années 70 ; ils utilisent la théorie des ensembles pour structurer les données ; le processus de modélisation et les schémas obtenus sont relativement simples et faciles à comprendre. Le modèle **relationnel** fut le premier représentant de cette catégorie.

Dans le modèle relationnel, toutes les données sont stockées dans des tableaux à deux dimensions (les individus en ligne et les descripteurs en colonne), entre lesquels des relations peuvent être établies. Le nombre de tableaux n'est pas limité, ni le nombre de relations. Des « opérateurs logiques » permettent de travailler sur ces tableaux. La « jointure » consiste à effectuer un assemblage de deux tableaux en joignant les enregistrements par l'intermédiaire d'un attribut commun. On crée alors un fichier intermédiaire de travail.

Le modèle relationnel est né en 1970 ; les premiers Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD) Relationnels apparurent vers 1980 mais l'utilisation massive de ces systèmes dans l'industrie n'a été réellement atteinte que vers 1990. Les SGBD Relationnels sont bien adaptés à la gestion des applications traditionnelles, c'est-à-dire non multimédia.

Actuellement, ces systèmes connaissent un succès remarquable auprès des entreprises et cela tant sur gros ordinateurs que sur micro-ordinateurs. Ils supplantent progressivement tous les autres systèmes de gestion de données grâce à la simplicité du modèle de données et à la puissance des langages qu'ils proposent. Le modèle relationnel, malgré l'apparition de nouveaux modèles de données est omniprésent dans tous les travaux de recherche développés ces dernières années dans le domaine de la gestion des données.

Son apport majeur se situe à trois niveaux :

- la simplicité de la notion de table,
- le processus de normalisation qui vise à éliminer la redondance des données,
- les langages déclaratifs qui permettent d'effectuer sur une BD des opérations de recherche complexes sans avoir recours à l'élaboration d'algorithmes ; le langage SQL est le représentant le plus connu de ce type de langages.

Il convient cependant de citer quelques limites de ce modèle et des systèmes développés sur sa base.

Dans le modèle relationnel, les données sont regroupées en relations. Ce modèle impose des contraintes structurelles, appelées règles de normalisation, pour éliminer les redondances de données. Ces contraintes conduisent le concepteur de la base de données à décomposer un objet (complexe) en un ensemble de relations. Cela entraîne très souvent une perte sémantique dans la notion d'objet et conduit à réaliser des opérations coûteuses pour reconstituer l'objet initial (opérations de jointure notamment).

De plus, la théorie relationnelle ne supporte pas le concept d'identité d'objet - elle est « orientée valeur » dans le sens où un objet relationnel, ne peut exister indépendamment de sa valeur. Il ne peut être référencé que par la valeur de sa *Clé* primaire.

Le modèle relationnel a été le précurseur des modèles sémantiques qui offrent une plus grande capacité de description. Le modèle Entité-Association est le plus connu des modèles sémantiques. Il représente actuellement l'outil de modélisation privilégié pour concevoir les bases de données dans l'industrie. Par exemple, la méthode MERISE, qui est largement utilisée dans les entreprises françaises, propose ce modèle pour décrire les données au niveau conceptuel. Le modèle Entité-Association présente néanmoins des lacunes, notamment en ne permettant pas de représenter les aspects dynamiques des données qui sont décrites séparément. Pour pallier cet inconvénient, une nouvelle génération (la troisième) de modèles est apparue pour décrire à la fois :

- les objets que doit contenir la BD et les relations entre ces objet,
- les états successifs que prennent les objets lorsqu'on leur applique des opérations et les opérations elles-mêmes.

3- Les modèles de troisième génération, proposés dans les années 80, sont des modèles sémantiques nés du besoin de décrire et de manipuler les données *multimédias*. Le multimédia est un environnement de communication utilisant des médias visuels (les textes, les images fixes, et les images en mouvement) et auditifs (les sons) ou la combinaison des deux (visuels et auditifs) - les vidéos sonorisées. Les documents multimédias peuvent présenter des structures hiérarchiques très profondes. Un terme proche mais différent est aussi de plus en plus utilisé dans la littérature dans le domaine de la communication électronique. Il s'agit du terme *hypermédia* qui est un mélange d'hypertexte et de multimédia. *L'hypertexte* est un ensemble de noeuds d'information et des liens entre eux, qui permettent une lecture non-séquentielle (navigation) dans un environnement informatique.

Avec les langages de programmation objets, l'utilisateur dispose de puissantes capacités de description et de manipulation de données. Mais, dans ces langages, les données résident dans la mémoire principale de l'ordinateur et disparaissent avec le processus qui les a créées. Or, les applications multimédias ont besoin de données permanentes qui sont stockées dans des bases de données pouvant atteindre plusieurs milliards d'octets. On emploie généralement le terme « objet complexe » pour désigner les objets manipulés par des applications multimédias.

Ces modèles reposent sur la technologie « **objet** » qui permet de décrire simultanément les structures des données et les opérations applicables à ces données. La dualité consistant à la séparation des données et des traitements, inhérente au modèle relationnel, laisse la place à une application informatique constituée d'un ensemble d'objets distincts possédant leur propre comportement et capables d'échanger des messages pour réaliser les traitements. La procédure consistant à regrouper sur un objet toutes ses propriétés (à la fois ses caractéristiques graphiques et ses descripteurs non graphiques) et les procédures qui permettent de les manipuler et les opérations qui leur sont applicables est aussi appelée « encapsulation ».

Un modèle de données orienté objets peut donc être défini comme un ensemble de concepts destiné à décrire des objets et leurs associations. Les bases de données orientées objet sont nées du besoin de décrire et de manipuler ces entités fortement structurées sans les décomposer en tables plates comme l'exige le modèle relationnel. L'avantage pour la manipulation des données est important quand les relations entre les différents tableaux sont nombreuses et complexes. Il devient surtout beaucoup plus facile d'effectuer des mises à jour concernant un objet donné, qui, dans le modèle relationnel, supposent l'intervention sur de nombreux tableaux. L'approche par objets facilite la traduction dans le même schéma, des *aspects structurels ou statiques* de la base de données et de ses *aspects dynamiques ou comportementaux*. La technologie orientée objet prolonge cet avantage en permettant une gestion couplée et homogène de ces deux aspects. Cela garantit une gestion plus cohérente des données et un meilleur service rendu.

L'intérêt croissant pour l'approche objet vient certainement de cette capacité à décrire les objets du monde réel et à les gérer sous une forme « naturelle ». On attend donc de l'utilisation des concepts orientés objets un gain sensible de productivité dans le développement et la maintenance des applications. Il faut chercher l'origine des bases de données orientées objets dans les domaines du génie logiciel et de l'intelligence artificielle. En effet, les concepts qui le sous-tendent sont utilisés depuis les années 60 et 70 dans des langages de programmation. Plus récemment, des extensions orientées objets ont été apportées à certains de ces langages existants, notamment C++, Objective C et Common Lisp Object System. Dans le domaine des bases de données, les concepts orientés objets sont apparus dans les travaux relatifs aux modèles sémantiques dont il a été fait mention plus haut. Cependant, ces derniers ne supportent que certains concepts de l'approche : l'identité d'objets et les structures complexes principalement. Actuellement. Les prototypes de recherche et les systèmes commercialisés tels que O2, Orion, Ontos, Posigres et Gemstone supportent les concepts essentiels de l'approche orientée objets : objets, classes, héritage, messages. Les entités conceptuelles du monde réel telles que les nombres, les personnes, les automobiles sont représentées par un concept unique : celui d'objet.

**Un objet** possède un identifiant, un état qui est donné par sa valeur et un comportement qui correspond aux différents messages auxquels l'objet peut réagir. Tout objet est défini conformément à un type abstrait qui spécifie l'ensemble des valeurs possibles et l'ensemble des méthodes (opérations) applicables à ces valeurs.

Collette ROLLAND (ROLLAND C., 1996), en s'appuyant sur la thèse de Joël BRUNET, définit l'objet comme une représentation informationnelle d'un phénomène du monde réel, pertinent en regard de la base de données que l'on veut développer et possédant une identité et un état qui change au cours du temps.

La notion d'*identité* est différente de la notion d'identifiant des bases de données relationnelles ou des modèles de données classiques car elle permet que deux objets ayant exactement le même ensemble de valeurs soient différents. L'identité est, en effet, extérieure à l'ensemble des valeurs caractéristiques de l'objet alors que l'identifiant doit être choisi parmi ses valeurs caractéristiques. Un objet correspond à une entité du monde réel et est identifié de manière unique dans le système. Cet identifiant n'est ni modifiable, ni réutilisable car il s'agit d'un identifiant interne au système. Le concept d'identifiant joue un rôle primordial dans les Systèmes de Gestion de Bases de Données Orientées Objets. Il a conduit naturellement à un modèle navigationnel pour la manipulation des objets les mécanismes d'accès agissant sur un réseau d'identifiants. Le concept d'identifiant permet de formaliser celui d'état d'un objet.

L'*état* d'un objet est une liste de valeurs d'attributs. C'est l'ensemble des valeurs qui le caractérisent. Si cette valeur n'est pas primitive, elle est à son tour un identifiant d'objet et, donc, peut être virtuellement considérée comme l'état d'un autre objet ; on a ainsi une définition récursive. Chaque valeur a une sémantique particulière fournie par un libellé de propriété défini au niveau de la classe. Une valeur peut appartenir soit à un domaine, soit à une classe. On parlera respectivement de valeur domaine et de valeur objet, une valeur objet correspondant à une identité d'objet.



L'évolution d'un objet se traduit par la notion de *cycle de vie* : le cycle de vie d'un objet est constitué de la liste ordonnée des occurrences d'événements l'ayant affecté au cours de sa vie. Formellement, la notion de cycle de vie nécessite l'introduction d'une échelle de temps, le caractère évolutif d'un objet impliquant qu'il ait une durée de vie. Un objet est donc persistant, même s'il représente un phénomène instantané du monde réel.

Un objet est soit atomique, soit constitué d'autres objets. Dans ce dernier cas, l'objet référence d'autres objets, traduisant ainsi des *associations* entre entités ; l'objet est alors un n-uplet constitué des identifiants qui référencent les objets qui lui sont associés. Les objets qui partagent les mêmes attributs et méthodes se regroupent en *classes*.

**Une classe** regroupe un ensemble d'objets définis selon un même *type*. Les objets de la classe ont donc la même structure de données et le même comportement. Instancier une classe correspond à créer, dans cette classe, un nouvel objet appelé instance. **Le type** de l'objet dans le modèle orienté objet est l'interface qui définit, sur le plan conceptuel, l'ensemble des méthodes associées à l'objet, c'est-à-dire le nom de la méthode, le type des paramètres.

Un objet peut être une instance de classe et une classe peut être vue comme un objet, on peut ainsi définir une classe de classes (MÉTACLASSE). Toute métaclasse pouvant à son tour être considérée comme un objet, on peut définir des classes de métaclasses et ainsi de suite. Il s'agit d'une définition récursive, mais, dans la plupart des systèmes, le niveau « méta » est limité : une classe système prédéfinie est la classe des classes. Cette remarque permet la mise en œuvre des concepts d'héritage (ou généralisation/spécialisation) et de composition (ou agrégation).

**L'héritage** est la propriété dont bénéficie la sous-classe d'hériter des propriétés de la superclasse.

Si un certain consensus se dégage sur les concepts que doivent posséder modèles et systèmes, la communauté informatique n'est pas toujours d'accord sur l'interprétation de ces différents concepts. Cette situation provient certainement de la diversité des champs d'application (génie logiciel, intelligence artificielle, base de données,... ) qui a naturellement entraîné une diversité des préoccupations.

La communauté informatique fonde beaucoup d'espoir sur l'approche orientée objets pour développer des logiciels complexes dans les domaines du génie logiciel, de l'intelligence artificielle et des bases de données. Bien que cette approche relève encore de la recherche, plusieurs systèmes commerciaux sont apparus sur le marché ces dernières années.

### **2.3.2. Les systèmes de gestion de bases de données (SGBD)**

Parallèlement à l'évolution des modèles de données, les informaticiens ont développé des logiciels de gestion de bases de données. Les SGBD permettent de définir, de stocker et de mettre à jour les données conformément à un modèle particulier ; On parle alors de SGBD hiérarchique, de SGBD relationnel, de SGBD orienté objets. Ils offrent également des langages de manipulation pour effectuer des recherches de données selon différents critères.

#### **A- Evolution des SGBD**

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** : le système MIISFIIT par exemple. 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 la possibilité d'avoir un nombre quelconque de niveaux et, pour un élément donné de la structure arborescente, un nombre variable de descendants quel que soit le niveau auquel il se situe. En effet, à l'époque, on ne pouvait avoir des tables imbriquées qu'avec au plus, trois niveaux et le nombre de descendants était fixé a priori. Ces travaux ont donné naissance dans le début des années 60 aux **bases de données hiérarchiques** (système IMS/DLI 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 liens entre fichiers sont établis par des pointeurs, c'est-à-dire des adresses qui lient les éléments des fichiers et sont parcourues grâce à un langage de manipulation de données : le langage navigationnel. Ces spécifications ont donné lieu à plusieurs systèmes tels que IDS II de Bull, IMAGE de Hewlett-Packard, OMS d'Univac.

Les bases de données hiérarchiques et réseau répondent 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**.

Les SGBD relationnels 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. On peut également citer dans ce groupe les logiciels 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 O2 de O2 Technologie, ONTOS de Ontologie, OpenODB de Hewlett-Packard ont déjà trouvé une application industrielle. D'autres sont encore des prototypes de recherche.

## **B- Evolution des architectures de données**

L'évolution dans le domaine des bases de données a également concerné les architectures et donc les fonctionnalités des systèmes.

### **- Systèmes centralisés**

Les premiers systèmes informatiques étaient centralisés. Ceci procédait à la fois d'un choix et de l'adaptation à une contrainte. Les informaticiens ont naturellement songé à centraliser les bases de données pour obtenir la cohérence des données que garantissait l'administration centralisée des données.

D'autre part, dans les années 60 et 70 un système informatique était généralement constitué d'un ordinateur central auquel étaient connectés un ensemble de terminaux passifs. Les informaticiens chargés de développer les applications, plièrent alors le système d'information des entreprises à cette contrainte technique. Or, un système d'information est, par essence, réparti parmi les différents acteurs de l'entreprise ; il s'est ainsi trouvé centralisé sur une machine dont la charge, au fil du temps, n'a plus permis d'apporter aux utilisateurs les services escomptés.

### **- Systèmes décentralisés**

La multiplication au début des années 80 des micro-ordinateurs et des stations de travail d'une part, des réseaux de communication d'autre part, a ouvert d'autres perspectives. Les informaticiens ont été conduits à décentraliser le traitement de l'information.

Une des formes de décentralisation consiste à remplacer les terminaux des utilisateurs par des micro- ordinateurs connectés au processeur central ; le principe de fonctionnement est alors le suivant :

- le stockage et les mises à jour de la base de données sont réalisés sur le processeur central,
- les traitements autres que les mises à jour peuvent être conçus, réalisés et mis en œuvre par les utilisateurs directement sur leurs micro- ordinateurs.

#### **- Systèmes répartis.**

Dans les systèmes centralisés et décentralisés, le fonctionnement du système d'information automatisé repose en grande partie sur la disponibilité du processeur central qui gère la base de données.

Dans un système réparti, un ensemble de processeurs autonomes reliés par un réseau de communication coopère pour assurer la gestion des informations. Un tel système présente des avantages certains. Tout d'abord, en préservant certains apports de la solution décentralisée, le système réparti permet de limiter la vulnérabilité des centres informatiques.

Le principe est simple : le système d'information (données et traitements) est réparti sur différents sites (processeurs de traitement autonomes) interconnectés par un réseau de communication. Ainsi, la défaillance d'un site ne peut entraîner à elle seule l'indisponibilité totale du système.

D'autre part, ce type de système préserve l'autonomie des sites en permettant à un groupe d'utilisateurs de créer et de gérer sa propre base de données tout en autorisant un accès aux autres utilisateurs via le réseau.

Véritable système multiprocesseur, un système réparti peut sensiblement améliorer les performances des traitements.

Les BD réparties présentent aussi des inconvénients principalement liés à la complexité du SGBD réparti et aux coûts des communications. Le SGBD réparti assure à l'utilisateur la transparence de la répartition ; autrement dit, chaque utilisateur opère sur la BD comme il le ferait avec un SGBD centralisé. Il en résulte des mécanismes, parfois complexes et coûteux en ressources.

L'appellation système repartit recouvre diverses architectures depuis les architectures client-serveur jusqu'aux architectures totalement réparties.

Le principe de l'architecture client-serveur est de séparer, lors du développement d'une application, le programme client qui demande un service du programme serveur qui est chargé de répondre à cette demande. Tout SGBD relationnel actuel repose sur cette architecture où la BD est stockée sur le serveur (de données). Les demandes émanant des clients déclenchent des requêtes SQL ou des procédures de traitement plus complexes sur le serveur. Lorsque client et serveur sont implantés sur des ordinateurs distincts, les échanges s'effectuent via un réseau de communication.

Une architecture totalement répartie est une généralisation de l'architecture client-serveur : les processeurs sont autonomes dans le sens où ils peuvent disposer d'un SGBD et assurer la pleine gestion d'une base de données locale. En plus, s'ils ne disposent pas des ressources nécessaires à une application qui leur est soumise, ils déterminent la localisation des données et des traitements qui leur sont nécessaires et établissent une coopération avec les processeurs détenteurs de ces ressources. Cette architecture permet d'éviter la présence du goulet d'étranglement d'un serveur base de données puisque les données sont réparties voire dupliquées dans le réseau.

#### **- Les systèmes parallèles**

Les BD parallèles se distinguent des BD réparties par le fait qu'un processeur n'est pas accessible localement par un utilisateur (contrairement à un site d'une BD répartie). Le principe général des BD parallèles est simple : plusieurs unités de traitement autonomes (avec une mémoire privée) sont reliées par un réseau. Ces unités sont spécialisées dans certaines opérations et les données sont placées dans les unités chargées de les manipuler.

Pour obtenir de bonnes performances, il convient d'équilibrer au mieux la charge des différents processeurs du SGBD. Des algorithmes de fragmentation de tables et des techniques de décomposition des requêtes SQL permettent d'atteindre cet objectif. Les BD parallèles sont déjà une réalité industrielle avec notamment les systèmes NonStop-SQL de Tandem et DBC/102 de Teradata Corp.

### **C- Evolution des capacités expressives des BD**

Pour accroître la capacité expressive d'une BD, les informaticiens ont introduit en son sein des règles logiques sur les données. En exécutant ces règles, le SGBD peut produire de nouvelles données, vérifier des contraintes ou répondre à des requêtes non plus sous forme de données mais sous forme de règles.

**Les bases de connaissances** se situent à la croisée de deux domaines : celui des bases de données et celui des systèmes experts où l'on cherche à simuler le raisonnement humain. Sous le terme générique de bases de connaissances, on distingue les BD déductives et les BD actives selon l'objectif qu'on leur assigne.

**Les BD déductives** intègrent règles et assertions (les données) pour dériver de nouvelles données et permettre leur manipulation. Les SGBD déductifs sont issus du mariage entre les SGBD relationnels et la programmation logique, ils offrent des langages déclaratifs beaucoup plus puissants que le langage SQL standard.

**Les BD actives** intègrent des possibilités de déduction afin de gérer la cohérence des données. Les règles qu'elle contient expriment notamment des contraintes d'intégrité, des données dérivables, les possibilités d'évolution des données et du schéma ; elles permettent ainsi de déclencher automatiquement des mises à jour de données, de gérer des versions, de contrôler les actions réalisées par l'utilisateur, de mémoriser des données dérivées ou de manipuler l'historique de la BD.

**Les Systèmes Intégrés d'Aide à la Décision (SIAD)** opèrent sur des bases de données de ces deux dernières catégories. Selon Prades José A. et Mujica Martin, universitaires canadiens (Prades J., Mujica M.,1997) un Siad est un système interactif d'action, fournissant des données et des modèles de décisions capables d'assurer la prise de décisions. En tant que système interactif, il répond aux demandes de l'utilisateur par une sélection des données et des modèles pertinents, à partir d'une base de données. Le Siad est donc une interface entre l'utilisateur et la base. Pour procéder à ces choix le SIAD peut être doté d'un système expert.

**Un système expert** est, à son tour, un programme informatique qui :

- contient des modèles de raisonnement formalisés par un expert et découlant de son expertise,
- traite des questions complexes,
- fournit des modèles de résolution de ces questions à l'aide des modèles de raisonnement.

Le SIAD, sa base de données et le système expert peuvent avoir un format hypermédia.

Le SIAD permet de réaliser plusieurs opérations dont les principales sont :

- La sélection et l'acquisition des données

Cette opération comprend l'accès aux bases de données internes et externes ; l'assistance dans la sélection des données pertinentes au cas soumis à l'analyse. Les modes de recherche les plus utilisés sont la recherche sémantique, à partir de mots clé et la recherche géographique.

- L'analyse ou l'évaluation des données

Cela comprend notamment la manipulation de données multimédias d'origine diverse provenant de bases de données d'origine diverse et de bases de connaissances (systèmes experts) ; l'assistance pour l'analyse de la cohérence des données ; l'accès à des modèles permettant la prévision de phénomènes, la simulation visuelle en trois dimensions de faits réels ou hypothétiques et la présentation des résultats d'analyse. Les analyses peuvent être de nature heuristique, mathématique, graphique et statistique. Elles peuvent comprendre des fonctions d'analyse propres aux systèmes d'information géographique, comme la navigation spatiale, l'analyse simple et l'analyse de grilles.

- L'aide à la décision



Les opérations d'aide à la décision peuvent être de différente nature : l'aide à l'élaboration de scénarios, l'aide à l'élaboration et à la pondération de critères, l'aide à la négociation, dans le cadre d'une décision collective. Les analyses menant à la prise de décisions peuvent être monocritères ou multicritères, et autant de type qualitatif que quantitatif.

### **2.3.3. Les bases de données géographiques et spatiales**

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...

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. Pour donner quelques exemples de chaque type d'objet géographique on peut citer :

- Points : antennes, points de vente, sources de pollution,...
- Polygones : réseaux routiers, hydrographiques,...
- Polygones : limites territoriales, zones d'impact,...

Une première catégorisation consiste à distinguer les données géoréférencées des données géocodées. Les données géoréférencées sont associées à des objets géographiques.

Certains préfèrent parler *d'information géographique par nature*, pour désigner les derniers et *d'information géographique par destination* à propos des premiers. 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 géocodé à l'adresse, fichier de prospection géocodé au code postal jouissent actuellement d'un essor considérable lié au commerce 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 à l'accès aux informations repérées par leurs localisants. Les cartes topographiques, les images satellitaires 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 géographique fait référence à leur mode de représentation. On oppose généralement les modes *rasteur* 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 tableau 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) parfois aussi appelés systèmes d'informations localisées ou spatiales, pour les gérer. La manipulation de ces données fait appel à des techniques de recherche opérationnelles d'analyse de données et d'analyse spatiale.

#### **2.3.4. L'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. Une caractéristique importante des SIG tient à leurs capacités en matière d'analyse spatiale. 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, 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 reffecter 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 procédure 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, tels que le facteur chinois et le voyageur de commerce 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.

### **2.3.5. L'édition électronique sur CD-ROM ou en ligne**

L'édition électronique est le processus par lequel les informations sont mises en forme et présentées au moyen de l'affichage informatique. Elle a beaucoup évolué depuis ses débuts et constitue désormais un mode de communication à part entière. Elle offre aux précédentes familles d'outils un moyen puissant de diffusion, de recueil et d'échange d'information de toutes sortes sous forme numérique. En effet, aujourd'hui, le stockage et la rediffusion des informations dépendent de plus en plus des méthodes de stockage informatiques et numériques.

L'édition électronique a déjà fourni la structure sous-jacente d'une bibliothèque qui s'étend sur la planète, reliée par des connexions ultra-rapides et contenant toutes les sources d'informations de toutes les cultures du monde. Les serveurs HTTP sur *Internet*, acronyme de *International Network* (réseau international), relient des centaines de milliers de documents par le biais d'une matrice complexe, reliant ainsi des données, des programmes et d'autres ressources à un réseau global appelé *World Wide Web*. Cette immense base de données virtuelle du savoir croît de jour en jour, fournissant un moyen d'accès à toutes sortes d'informations. Aujourd'hui les outils d'édition électronique servant à créer à l'intérieur de cette structure des documents, des données et des bases d'informations sont disponibles et accessibles à tous. Le potentiel de cette nouvelle méthode de communication est sans limite. Y participent des gouvernements, des entreprises, des institutions académiques et des particuliers, faisant d'Internet le mode de communication ayant la croissance la plus rapide de tous les temps.

Le raccordement du Mali à l'Internet a été mis en œuvre par la Société de Télécommunications du Mali (SOTELMA) et financé par l'agence d'aide américaine (USAID), dans le cadre de son programme Leland Initiative. Les objectifs fixés à ce programme sont :

- la création d'un environnement politique favorable,
- la création d'une industrie de fournisseurs de service Internet,
- le renforcement de la capacité des pays bénéficiaires pour un développement durable.

Le lancement officiel d'Internet au Mali est intervenu en septembre 1997. Les entreprises découvrent également qu'elles peuvent utiliser les logiciels Internet vendus dans le commerce (comme les produits ouverts de Netscape) pour développer des systèmes internes de qualité, capables de résoudre les problèmes auxquels elles sont confrontées, le tout à faible coût et moyennant une implémentation minimale. Ce type de réseau interne à une organisation ou un groupe d'organisations a reçu l'appellation *d'Intranet multiservices*. Certains vont jusqu'à estimer que cet outil apportera, au cours des dix prochaines années, bien davantage aux entreprises, sociétés et institutions que l'introduction du premier ordinateur, en matière de productivité et de gain de temps et d'argent !

L'Intranet est un ensemble de technologie matérielle et logicielle qui reprend les concepts organisationnels, architectural et informationnel du réseau Internet pour la diffusion de documents institutionnels sous forme interactive, dans un réseau local.

En fait, les Intranets sont des systèmes d'information plus rapides et plus puissants permettant aux organisations d'améliorer leur productivité en optimisant les communications, favorisant le travail en équipe et en réduisant les coûts. La généralisation du travail en réseau est un élément essentiel parmi les développements récents. Loin d'œuvrer chacune dans leur coin, les équipes de chercheurs peuvent de plus en plus facilement transférer d'une ville à l'autre ou d'un site à l'autre, dans la même ville, les logiciels et les données, de façon à peu près asynchrone. Ils peuvent partager efficacement leurs connaissances, mieux naviguer vers les informations et accéder plus facilement aux applications.

Le terme *Extranet* a également fait son apparition. Il désigne, par opposition aux intranets qui sont des réseaux internes réservés aux membres d'un seul organisme, des réseaux dont l'accès est réservé aux membres de différents organismes. Ce type d'outil est particulièrement adapté au développement d'observatoires qui collectent et redistribuent de l'information à leurs membres appartenant à des structures administratives différentes.

L'évolution concernant la cartographie interactive sur des serveurs d'informations est importante et mérite qu'on y prête une attention particulière. En effet les serveurs d'information interactifs sur Internet constituent une innovation majeure dans la façon de traiter les informations géographiques.

Ils permettent notamment aux structures partenaires dans un projet de réaliser des économies substantielles sur les coûts du matériel, des logiciels, des données et même de la formation par une simple connexion à un serveur d'information. Celui-ci doit contenir des données statistiques, des fonds de cartes, des outils de traitement des données statistiques et un ou des outils de cartographie. Selon Philippe QUODVERTE (QUODVERTE Ph., 1997), plus qu'une évolution technologique, c'est une véritable révolution, une autre façon de concevoir la cartographie qui apparaît.

Ainsi, Les technologies de l'internet et de l'intranet et de l'extranet ouvrent de nouveaux espaces de communication et d'information permettant maintenant la diffusion de vraies cartes interactives pour mieux informer collaborateurs, clients ou le public, en ce qui concerne les collectivités territoriales.

Le CD-ROM, un autre mode de communication issu du développement du disque compact audio, est devenu le papyrus électronique des années 1990. Sa fabrication peu coûteuse, sa capacité de stocker une quantité importante de données numériques sous différentes formes l'ont propulsé à l'avant-scène des productions multimédia interactives et des livres électroniques.

La disponibilité d'enregistreurs de CD-ROM peu onéreux pourrait donner un coup de fouet à l'édition électronique comme l'imprimante laser l'a fait pour l'édition assistée par ordinateur. Plusieurs bases de données interactives sont déjà publiées sur ce type de support. En guise d'exemple, on peut citer la base de données interactive sur la désertification au Sahel, constituées par le Laboratoire de Cartographie Appliquée de l'Orstom, à la demande de l'observatoire du Sahel et du Sahara (OSS) et de l'Institut des Nations Unies pour la Recherche et la Technologie (UNITAR).



## **Chapitre 3 : L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE A BAMAKO**

Pour, en quelque sorte, planter le cadre, nous introduisons cette analyse par une présentation du statut et de l'organisation administrative du District de Bamako en 1996-97, moment de l'enquête. Cette présentation nous conduit à aborder des questions relevant du contexte politique, économique et financier de la mise en place du SIU.

### **3.1. Contexte politico-administratif et économique-financier**

Le contexte politique dans le District de Bamako est marqué par la décentralisation. Celle-ci, souvent perçue comme un chantier récent possède déjà une histoire d'une vingtaine d'années. Avant 1978, date à laquelle la ville a été érigée en District, l'action de la mairie de Bamako se confondait à celle de l'Etat. L'ordonnance N° 78-32 du Comité Militaire de Libération Nationale en a fixé le statut et l'organisation générale. Il y est stipulé que le District de Bamako est à la fois une circonscription administrative de l'Etat située au même niveau administratif que la Région et une collectivité décentralisée dotée de la personnalité morale et de l'autonomie financière.

Les attributions du District sont d'intérêt général et local. Les attributions d'intérêt général sont assurées principalement par les services de l'Etat dans la circonscription. En ce qui concerne les attributions d'intérêt local, elles sont assurées principalement par des services propres de la collectivité. Le District est divisé en six communes régies par les textes en vigueur relatifs aux collectivités décentralisées. Les autorités du District sont le Conseil de District et le Gouverneur du District. Le Gouverneur du District exerce d'une part, des attributions en tant qu'autorité de l'Etat et, d'autre part, des attributions en tant qu'autorité de la collectivité décentralisée.

La décentralisation communale ainsi prônée dans les textes est restée très timide dans la réalité. L'essentiel des attributions revenaient au Gouvernorat qui les assurait tant bien que mal en raison de la faiblesse de son budget.

Le changement de régime politique en 1991, ouvrant la voie aux élections municipales en janvier 1992 marque un tournant dans la vie communale dans le District de Bamako comme dans le reste du pays.

Les textes de 1978 sont restés en vigueur jusqu'en 1996, date à laquelle la loi n° 96-025 y apporta quelques modifications. Elle stipule en son article 3 que l'organe exécutif est composé du Maire du District, président du Conseil, et de deux adjoints. Le Maire du District ainsi que ses adjoints sont élus par le Conseil de District au scrutin uninominal. La tutelle des communes est assurée par le représentant de l'Etat au niveau du District de Bamako. Celui-ci porte le titre de Haut Commissaire et est chargé de veiller au respect des lois et règlements et de la sauvegarde de l'intérêt général. Il est nommé par décret pris en Conseil des Ministres. La tutelle du District est assurée par le Ministre chargé des collectivités territoriales.

Les six Communes du District de Bamako ont leurs Services propres et bénéficient de l'appui des Services déconcentrés de l'Etat et du District de Bamako.

Les services propres des communes sont :

- La Mairie de la commune ;
- Les Centres Secondaires d'Etat Civil ;
- Le Bureau de Recensement ;
- Le Centre de Lecture et d'Animation pour enfants et
- La Bibliothèque Communale.

L'élection d'un Maire central, bien que réclamée par les équipes municipales, n'a pu intervenir que le 26 août 1998 après les deuxièmes élections municipales sous la troisième République. Cette élection marque en même temps le rétrécissement du rôle et des attributions du Gouverneur à ceux du Haut Commissaire. Ces délais dans la mise en application de la décentralisation ne traduisent-ils pas les hésitations de l'administration face à la nécessité pour elle de céder certaines de ces prérogatives aux communes ? L'argumentation officiellement utilisée est le besoin d'avancer avec prudence sur ce terrain combien semé d'embûches qu'est la décentralisation.

Figure 2a : Organigramme du District avant 1998 (source : Secrétariat Général du Gouvernorat)

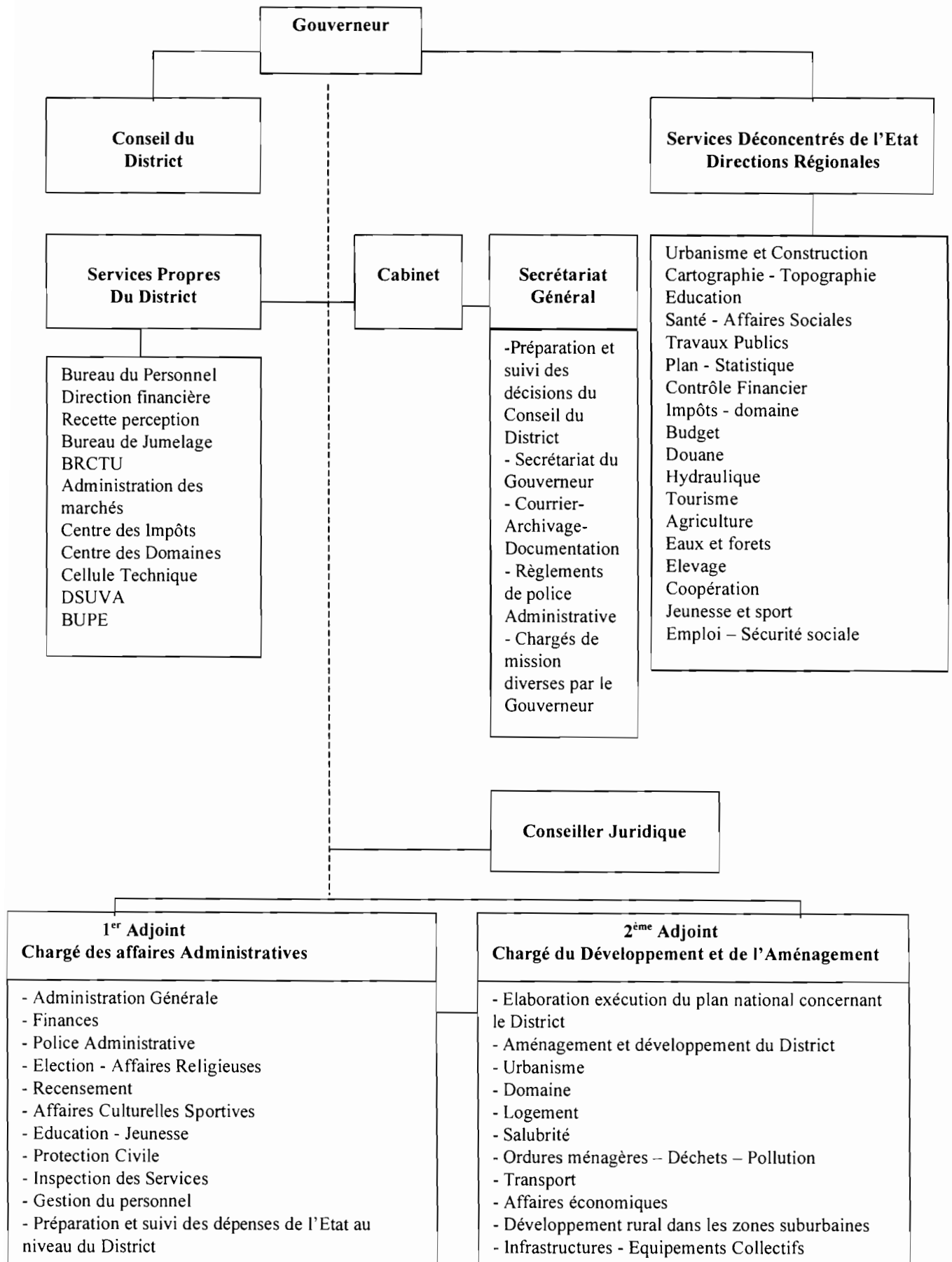
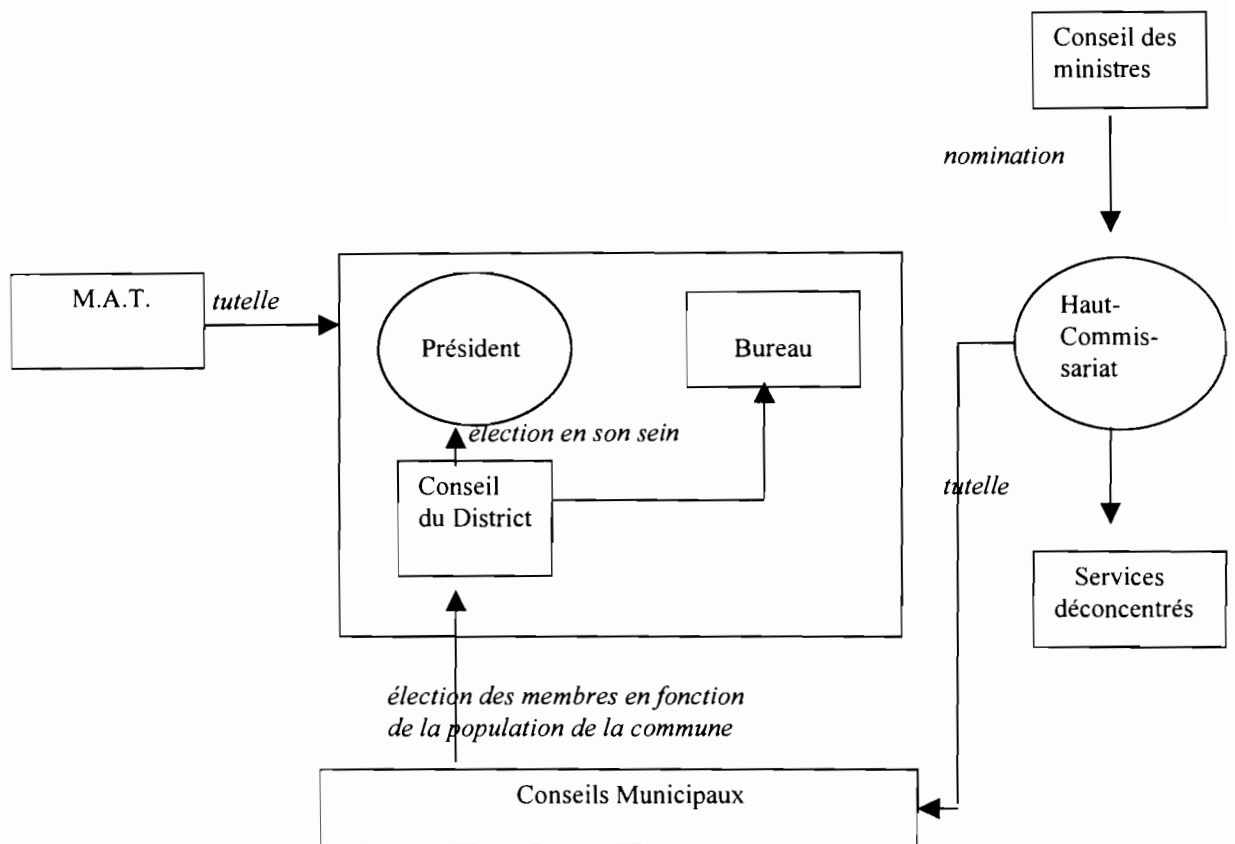


Figure 2a: Organigramme prévu du District (source : Groupe Huit )



Sur le plan économique, les éléments essentiels à retenir sont : les réformes engagées depuis 1988 sous l'égide de la Banque Mondiale et du Fond Monétaire International, visant à libéraliser substantiellement l'économie, et les conséquences de la dévaluation du franc CFA<sup>1</sup>

Le revenu par habitant qui est l'un des plus faibles au monde est inférieur à 500\$. Ce faible niveau résulte de la conjugaison de la croissance démographique et de la vulnérabilité de l'économie du pays. Celle-ci est largement déterminée par le niveau de la production agricole et donc sujette à des fluctuations d'une année à l'autre. Il faut noter qu'une pluviométrie satisfaisante a permis une amélioration des rendements des principaux produits agricoles ces dernières années.

<sup>1</sup> Monnaie utilisée par un certain nombre de pays de la Communauté Francophone d'Afrique

Dans le secteur agricole, la plupart des activités, y compris la production et la commercialisation, ont été libéralisées pour tous les produits, à l'exception des filières du coton et du tabac. Cependant, en dehors de ces deux filières, des entreprises publiques interviennent directement dans la production et/ou la commercialisation des produits d'élevage et du riz. Le secteur agricole bénéficie de la plus forte protection tarifaire devant les industries extractives puis manufacturières.

Le secteur industriel est dominé par l'industrie extractive. Les différents avantages, y compris fiscaux et douaniers, qu'offre le code minier de 1991, ont contribué à relancer les activités minières au Mali. Les exploitations minières sont actuellement aussi bien artisanales qu'industrielles. Seuls l'or, les phosphates et certains matériaux de construction sont exploités de façon surtout industrielle. Un grand espoir est né avec la découverte de nouveaux gisements d'or en particulier ceux de Sadiola. Une révision du code minier de 1991 est prévue afin de rendre le secteur plus attractif aux investisseurs et promouvoir l'exportation des produits transformés.

Le Mali possède des potentialités également dans les industries textiles et agro-alimentaires qui ont contribué aux signes de reprise enregistrés dans le secteur manufacturier à la suite de la dévaluation du franc CFA. La mise en place du « Tarif Extérieur Commun » institué par l'UEMOA devra réduire les droits d'entrée sur les matières premières et contribuer à cette reprise. Cependant, la cherté des prix de l'énergie, des transports et des télécommunications, les aléas climatiques qui compromettent la fourniture régulière des intrants agricoles, le renchérissement des intrants (largement importés) à la suite de la dévaluation, les difficultés d'accès au financement et d'obtention de terrains à usage industriel, et la faiblesse du pouvoir d'achat figurent parmi les facteurs qui freinent le développement du secteur industriel au Mali.

Les services sont dominés par le commerce informel, le secteur a été substantiellement libéralisé. Dans des branches comme le tourisme, des entreprises (y compris des hôtels) attendent des repreneurs.

La dévaluation a donc eu un effet dualiste. Si elle a eu un impact plutôt positif sur les exportations de certains produits comme le coton, elle a en même temps contribué à déséquilibrer davantage la balance du commerce étant donné que le Mali est un pays d'importation. Elle a également porté un coup sévère au pouvoir d'achat qui n'était déjà pas élevé, de la population.

Un effort de redressement des finances publiques est en cours notamment grâce à une amélioration des systèmes de recouvrement et à une mobilisation exceptionnelle des bailleurs de fonds sous forme de dons ou de prêts bonifiés et de rééchelonnement de dette.

Le Mali est actuellement engagé dans la deuxième phase du Programme d'Ajustement Structurel qui comporte des mesures de réduction de la dépense publique, et des effectifs de la fonction publique.

Au plan financier, il faut retenir que les capacités financières des communes et même du District sont très faibles. Pour illustrer le contexte financier au niveau du District, nous nous sommes appuyé sur des indicateurs de performance mesurés dans le cadre des études préalables au 3<sup>ème</sup> Projet Urbain (Groupe Huit et al., 1996). Ces indicateurs ont été calculés à partir des comptes administratifs fournis par les communes et les comptables du Trésor.

La *capacité de mobilisation des ressources* à Bamako est de 2 000 Fcfa par habitant. Une bonne partie de ces ressources provient du produit des cessions de terrains réalisées par les communes. Ce produit est extrêmement variable d'année en année et de commune à commune ; il ne peut constituer à terme une recette pérenne des communes. Avec ces ressources, le District assure 75% de son financement, les communes 25%. Par rapport la *capacité de dépense*, le District de Bamako réussit à affecter entre 10% et

30% de ses recettes courantes à l'investissement. La *capacité d'épargne* constitue la mesure clé de la capacité financière des villes. Son niveau permet d'évaluer les marges dont disposent les communes pour financer l'investissement. Cette capacité est négative pour le District de Bamako.

Cela signifie que les quelques dépenses d'investissements réalisées se font au détriment des dépenses obligatoires de fonctionnement (en particulier du paiement des fournisseurs). Le District supporte également un *encours* non négligeable lié aux deux premiers projets urbains et à un prêt saoudien. Cet encours s'élevait à 6,2 milliards de Fcfa. La *fiscalisation des activités* économiques représente entre 75% et 90% des capacités financières de la ville. La faiblesse de la fiscalité des ménages et des transferts de l'Etat se fait cependant fortement ressentir à ce niveau. En outre, les résultats de cette fiscalité des activités restent en deçà des possibilités offertes par le potentiel fiscal de ces villes. Les collectivités comme le District de Bamako disposant d'entreprises du secteur moderne bénéficient d'un rendement de patente substantiel pour leurs budgets. Des revenus sont également tirés de la *gestion des équipements marchands* comme les marchés et les gares routières. Ceux-ci rapportent sensiblement plus qu'ils ne coûtent actuellement aux communes du District en entretien. Cependant, le rendement dégagé de ces équipements n'est pas significatif et reste en deçà du potentiel.

Ne pas tenir compte de ce contexte de pénurie dans une démarche de mise en place d'un SIU serait aller au devant de l'échec. La contribution financière qui sera demandée au District et aux communes doit être adaptée à leurs capacités. Des efforts supplémentaires au niveau de la mobilisation des ressources sont souhaitables.

### **3.2. Données et sources de données géographiques**

Après cette présentation succincte du contexte politique et administratif, économique et financier, nous présentons dans ce sous-chapitre les résultats d'un exercice qui est impératif dans toute tentative de mise en place ou réalisation nouvelle. Il s'agit de l'analyse prospective de l'existant en matière de données et de sources de données.

Dans la perspective de la mise en place d'un SIU, cet exercice passe par :

- un inventaire des données, des sources de données géographiques et des projets et expériences de mise en place de SIG ;
- une évaluation de la qualité des données et des besoins en Système d'Informations Urbaines à Bamako ;
- la propositions d'une stratégie cohérente et adaptée de mise en place du S I U.

Il jette en même temps les bases d'une étude du cadre institutionnel, technique et humain de la mise en place du SIU de Bamako.

Les enquêtes ont été effectuées en 1996. La présentation qui suit correspond donc mieux à la situation en cette période. Nous avons cependant, fait un effort pour suivre les évolutions et rendre le texte aussi actuel que possible au moment de sa présentation. Le détail sur le recensement des données graphiques et des capacités en SIG figure en annexe 1 et 2.

Plusieurs méthodes de conduite de projets informatiques existent, dont les plus connues sont les méthodes RACINE et MERISE. La première est orientée vers la planification du système d'information. La seconde est plus orientée vers la réalisation d'applications logicielles.

Le schéma typique selon ces méthodes de conduite du projet de mise en place de S I U prévoit une première phase d'initialisation qui est consacrée à la mise en place du cadre de l'opération, c'est-à-dire la constitution du groupe de projet, des organes de pilotage, la définition du calendrier des phases et l'information, la sensibilisation des personnes concernées.

Cette phase n'a pas été abordée dans ce travail. La raison en est la préexistence de tentatives multiples de réalisation à une phase d'initialisation bien conduite. Ces tentatives se sont en effet réalisées au gré de financement de projets sectoriels par les partenaires au développement et de la mise à disposition de matériel et de logiciel.



On ne saurait cependant en l'absence, à l'état actuel des choses, d'un groupe de projet, passer sous silence l'existence d'un Groupe Informel d'Utilisateurs de S I G au Mali, qui regroupe des représentants de plusieurs services publics, organismes internationaux d'aide au développement, institutions de recherche et Organisations Non Gouvernementales (ONG).

En le créant en 1996, Les initiateurs de ce groupe informel l'ont, dans un premier temps, voulu comme une structure de discussion, de partage, d'appui technique et de conseil, dont l'objectif est la promotion du SIG au Mali. Le groupe représente un forum permettant de discuter des problèmes techniques, d'identifier les collaborateurs et partenaires potentiels, et d'éviter la dispersion des efforts.

Il a cependant assez rapidement évolué vers une structure de type consultatif et d'orientation, bien que prônant son attachement à rester informel donc, non institutionnel. Le groupe réfléchit à une stratégie de renforcement des capacités en S I G au Mali et de renforcement de la collaboration entre utilisateurs de S I G. Il a commandité une étude sur l'état du SIG au Mali et les recommandations pour son amélioration. Cette étude, financée par l'USAID, devait servir de base pour la discussion entre les utilisateurs de SIG et les partenaires au développement.

Le Groupe a déjà à son actif d'avoir pu établir le dialogue entre institutions qui autrement n'avaient pratiquement pas de contact les unes avec les autres. Il a également permis la vulgarisation de l'outil et favorisé une plus grande professionnalisation de ses membres.

Il faut cependant souligner que, même au sein de ce groupe, aucune réflexion systématique ne se fait autour des Banques de Données Urbaines et des Systèmes d'Informations Urbains. Il était question d'institutionnaliser le groupe en le plaçant sous la tutelle d'un département ministériel. Il fait donc, l'objet, dans cette perspective, d'une convoitise considérable et guère surprenante.

Plusieurs structures gouvernementales et internationales cherchent, de façon plus ou moins explicite, à s'en assurer le contrôle pour pouvoir d'une part maîtriser l'information et d'autre part influencer sur l'orientation de la politique du pays en matière d'information géographique. Le fonctionnement du groupe est cependant, de plus en plus ralenti. Presque aucune réunion ne s'est tenue en 1998. Ceci est peut être dû au manque d'animateur motivé en cette année.

Ce chapitre se rapproche plus de la deuxième phase des schémas de conduite de projet de système d'information à savoir l'évaluation ou l'analyse des besoins. Certains critiques émettent des réserves quant à la pertinence de l'approche par les besoins et y opposent l'approche par les données. Christian MULLON et Patrice BOURSIER<sup>1</sup>, s'appuyant sur l'expérience de l'analyse systémique appliquée à l'analyse de projets informatiques, estiment que la phase d'expression des besoins est extrêmement délicate et biaisée. Il peut, selon eux, conduire à la création de besoins artificiels en forçant l'expression, à une parcellisation des solutions et à générer donc des ensembles incohérents. L'approche par les données s'appuie sur les modes de définition et de régulation de l'information. Il passe par l'examen de la nature exacte de l'information traitée, ses structures et ses circuits.

Nous estimons pour notre part que ces deux approches peuvent être complémentaires et abordons l'analyse dans cette double perspective. Il convient de prévenir que les méthodes aussi bonnes et indispensables soient-elles ne constituent pas un gage de réussite dans un projet de constitution et de mise en place de SIG. Plus important est de rester assez ouvert et souple pour appréhender l'ensemble des subtilités du contexte.

Pour cette analyse prospective de l'existant, il nous a fallu procéder d'une part, à un inventaire systématique des données graphiques et spatialisées et de leurs producteurs et, d'autre part, à une enquête qualitative à partir d'entretiens et d'examen de documents au niveau des institutions concernées.

---

<sup>1</sup> (MULLON C. et BOURSIER P., 1992)

Nous présentons ici une analyse de la situation générale. Une différenciation par type de service a cependant été introduite dans l'analyse. Les institutions enquêtées ont été classées en quatre groupes que sont :

- les services techniques du District,
- les services concessionnaires de réseaux,
- les municipalités,
- les services publics de l'Etat.

La classification précédente correspond à un double critère statutaire et fonctionnel. On aura donc, parfois l'obligation de citer un même service dans des groupes différents.

La présentation suivante de chacun des quatre groupes de services susmentionnés fait ressortir leurs caractéristiques, le type de données produites et consommées, les flux de données et leurs directions. Un service important dans un groupe pourra être utilisé comme exemple pour illustrer la situation dans le service concerné.

### **3.2.1 Les services techniques propres du District :**

Il s'agit des services propres du District qui relèvent administrativement du Gouvernorat du District. On les appelle également *services de collectivité décentralisée* du district. Parmi ces services on peut citer parmi les plus importants producteurs et/ou utilisateurs de données géographiques : la Cellule Technique du District, La Cellule de Cartographie Polyvalente (CARPOL), le Bureau de Régulation de la Circulation et des Transports Urbains (BRCTU), La Direction des Services Urbains de Voirie et d'Assainissement (DSUVA), la Brigade Urbaine de Protection de l'Environnement (BUPE)...

La Cellule Technique du District a été créée en juillet 1986 en tant que service propre placé sous l'autorité du Gouverneur du District de Bamako, pour assurer la maîtrise d'œuvre des composantes physiques et de la formation du second Projet Urbain

du Mali. Elle a joué un rôle de coordination technique, de supervision et de contrôle des travaux relatifs à ces composantes.

Depuis juillet 1991, le Gouverneur du District de Bamako a pris un arrêté fixant l'organisation et le fonctionnement de la Cellule Technique du District de Bamako. Selon cet arrêté, la Cellule Technique a pour mission :

- la préparation de la programmation des activités relevant de l'autorité du Gouverneur,
- la Préparation du plan de formation Pour le personnel du District,
- l'assistance - conseil aux autres services du District pour les problèmes d'organisation, de formation et de gestion,
- la mise en place et le fonctionnement d'un outil d'information et de documentation sur le District,
- l'achèvement des missions de maîtrise d'œuvre en cours pour les travaux complémentaires du Second Projet Urbain.

La Cellule Technique a eu la possibilité d'accroître son potentiel scientifique et technique avec l'appui du projet « Appui au District de Bamako » financé par la coopération française. Il a pour objectifs :

- l'appui à la réforme du cadre institutionnel, juridique et financier de l'agglomération de Bamako,
- l'appui à la mise en œuvre d'une réorganisation des services communaux et districaux,
- l'appui à l'opération spécifique d'adressage des parcelles.

Cette dernière opération a motivé la création d'une cellule spéciale appelée « Unité d'Adressage » qui a réalisé le travail volumineux de nouvelle numérotation des rues de Bamako. Une cartographie de la ville avec cette nouvelle toponymie a également été réalisée.

Le contexte actuel de décentralisation insufflé de nouvelles ambitions à la Cellule Technique. Celle-ci entend mettre à profit l'expérience qu'elle a acquise, pour mener une mission de conseil, d'assistance et d'appui aux collectivités locales. Elle compte jouer un rôle de catalyseur d'animation, de concertation, de pondération,...., bref, être, en définitive, un «chef d'orchestre » du développement des collectivités Pour cela, elle se doit de voir son champ d'action élargi, d'intervenir de manière plus souple et plus rapide et surtout, se doter d'une autonomie financière de gestion, favorisant son efficacité. Un nouveau statut prenant en compte ces aspects a été élaboré en concertation avec les autorités concernées. Dans le cadre de cette restructuration, la Cellule Technique doit fusionner avec la Cellule de Cartographie Polyvalente (CARPOL) pour faire face à ses nouvelles attributions.

CARPOL est l'unité chargée de la réalisation, de la mise à jour et de l'exploitation des fonds de plans sur le District produits à différentes échelles. Elle a, tout comme la Cellule Technique, été mise en place dans le cadre du second Projet Urbain.

La base de données cartographique dont elle dispose a été constituée par restitution de photographies aériennes. La réalisation de levées de terrain permettant de mettre à jour la cartographie et d'extraits cartographiques à l'échelle souhaitée par les demandeurs constituent les tâches courantes de CARPOL.

Le BRCTU a été créé en 1989 pour s'occuper de l'organisation des transports collectifs urbains. Il doit également s'occuper de la circulation et de la sécurité routière à Bamako. Au sein de sa Division « Etudes générales et réglementation, la section «statistiques et réglementation » s'occupe entre autres choses des enquêtes et comptages, du suivi des indicateurs spécifiques de circulation et de sécurité.

La DSUVA est chargée de la coordination des actions d'assainissement de la ville. Elle s'occupe de la gestion des ordures ménagères, du nettoyage des artères principales, de l'entretien des réseaux (réseau d'évacuation des eaux usées et pluviales, réseau d'éclairage, réseau routier) et des espaces verts du District.

La BUPE a été créé en 1989 avec comme mission de contribuer au renforcement de l'application permanente et correcte des règlements de police urbaine relatifs aux différents domaines de protection de l'environnement urbain.

Ces services ont le bénéfice, pour la plupart, d'avoir une localisation géographique concentrée. Certains d'entre eux comme CARPOL et la Cellule Technique peuvent justifier d'un niveau d'informatisation assez élevé.

Mais, d'une façon générale, ce niveau reste faible et la plupart des opérations sont exécutées manuellement. C'est le cas par exemple du BRCTU qui rencontre de gros problèmes pour le choix des parkings et la manière de les faire respecter et qui assure une gestion manuelle d'opérations, comme la constitution de fiches individuelles pour chaque véhicule, la délivrance de cartes de stationnement, la perception de taxes diverses, le dépouillement et l'analyse des fiches d'enquêtes de comptage de véhicule et des fiches de bilan d'accidents de la circulation. Dans ce service, sont élaborés : le plan de circulation de la ville, celui de la visualisation des points de comptage de véhicule, des volumes de Trafic et des vitesses moyennes, des limites de commissariat d'arrondissement et les plans de carrefour, qui sont souvent élaborés par des bureaux privés. Les fonds de plans pour ces travaux sont généralement demandés à CARPOL ou à la DRCT puis agrandis à l'échelle souhaitée.

Comme le montre l'exemple ci-dessus, les services techniques du District sont à la fois de grands producteurs et de grands utilisateurs de données urbaines géographiques.

Les relations fonctionnelles sont caractérisées par des flux non négligeables à l'intérieur du groupe même des services techniques. A ces flux, s'ajoutent ceux allant ; l'un, en direction des communes avec lesquelles la plupart des services techniques travaillent en étroite collaboration (DSUVA, BUPE, BRCTU) et l'autre, en direction des services déconcentrés de l'Etat que sont certaines Directions régionales à travers le Gouvernorat.

Les ressources humaines et matérielles disponibles pour le volet études et conception sont faibles dans certains services importants comme la DSUVA et le BRCTU. Il en est de même pour les capacités informatiques comme déjà signalé.

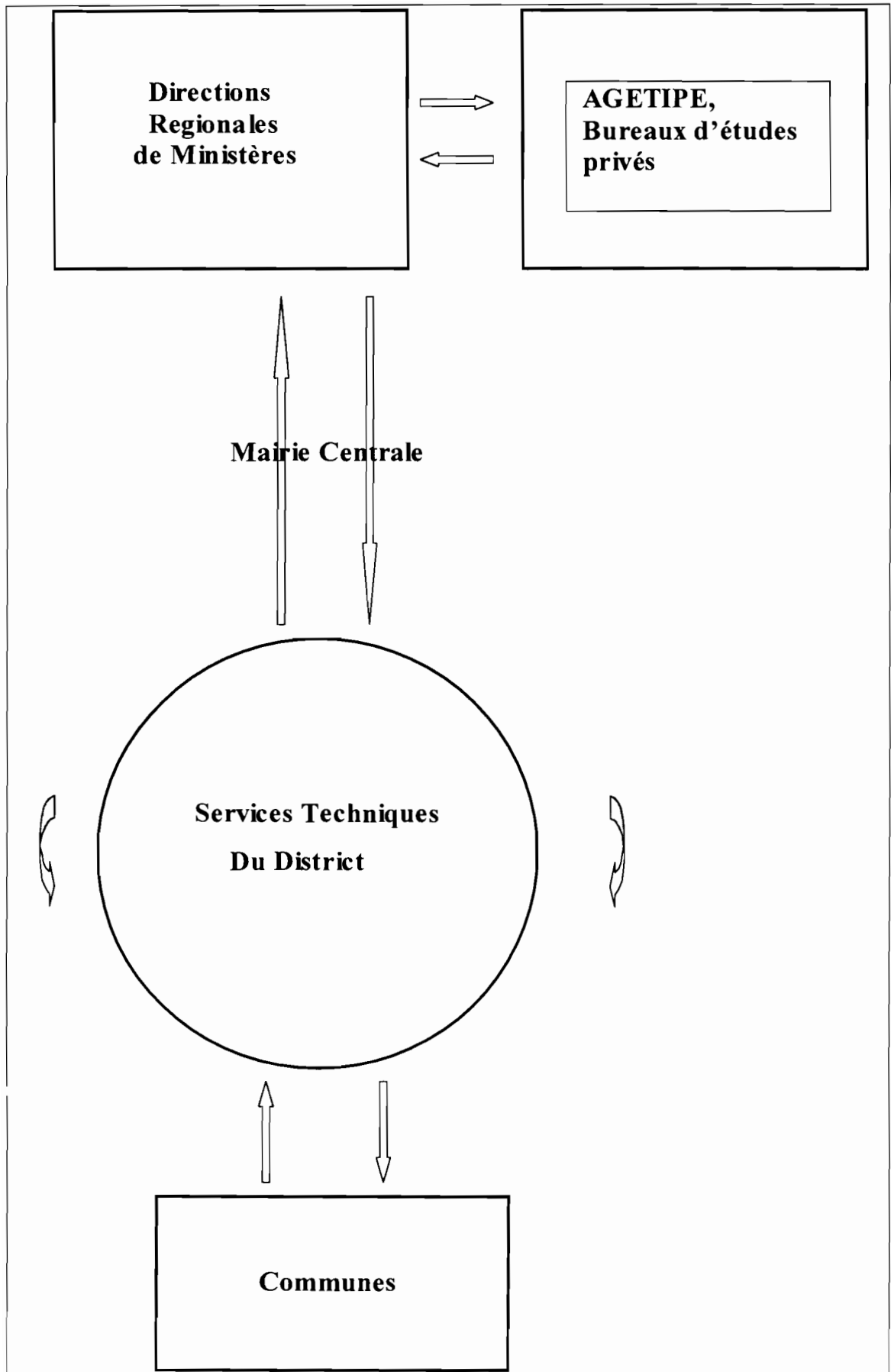


Figure 3 . Relations fonctionnelles des Services Techniques du District de Bamako



### **3.2.2. Les services concessionnaires de réseaux :**

Ce groupe comprend des sociétés et services avec des statuts différents. Y figurent des Organismes Personnalises comme la société Energie du Mali (EDM) et Société des Télécommunications du Mali (SOTELMA), l'Agence de Gestion et d'Exécution des Travaux d'Intérêt Public pour l'Emploi (AGETIPE) mais aussi des services publics du District comme la DSUVA. Les Organismes Personnalises sont totalement ou partiellement privés ou privatisés et, à ce titre, bénéficient de l'autonomie financière et de gestion.

L'EDM et la SOTELMA s'occupent de la réalisation, de l'exploitation et de la maintenance de toute l'infrastructure de distribution d'eau, d'électricité et du téléphone. Quant à l'AGETIPE et le DSUVA, elles s'occupent de l'infrastructure de transport et d'assainissement.

La plupart de ces services, surtout les Organismes Personnalises ont la particularité de disposer de ressources financières et d'un niveau d'informatisation suffisant pour les besoins d'un système d'information géographique à l'échelle d'un service. Il est bien entendu que le personnel a besoin de formation complémentaire dans le domaine précis des S I G.

Les relations fonctionnelles sont caractérisées par la faiblesse des liaisons entre différentes sociétés appartenant à ce groupe. Les échanges d'informations se font principalement d'une part avec les services techniques du District comme CARPOL et les services déconcentrés de l'état au niveau du District comme la DRUC, la DRCT - TP, et, d'autre part avec d'autres services publics au niveau national comme la DNSI, la Direction Nationale de la Météorologie, la DRHE, la Direction Nationale des Industries. Les premiers sont sollicités dans le cadre de la préparation des réalisations techniques et les seconds pour l'estimation de la demande de service et des capacités d'offre.

L'absence de cadre de concertation et d'échange d'information est à la base du manque de coordination dans les actions sur le terrain ce qui aboutit souvent à des situations presque conflictuelles. Il n'est pas rare, aux dires d'un agent d'EDM, que des travaux engagés par un service conduisent à endommager des ouvrages enterrés réalisés par un autre. Cette situation décriée par les responsables de chacun des services concernés pousse à réflexion sur la création d'un cadre de concertation, aujourd'hui incontournable. Cette réflexion s'avère une première importante puisque établissant un début de dialogue entre ces services.

Il est à noter que le caractère privé et commercial de certaines de ces sociétés est un obstacle à la libre communication de l'information pour des raisons de confidentialité.

Les documents graphiques produits au niveau de ces services sont les plans de réseau avec les autres types d'installation et d'équipement s'y afférent. Ils sont actuellement tenus à la main et souffrent d'un manque de précision et d'une absence de mise à jour régulière.

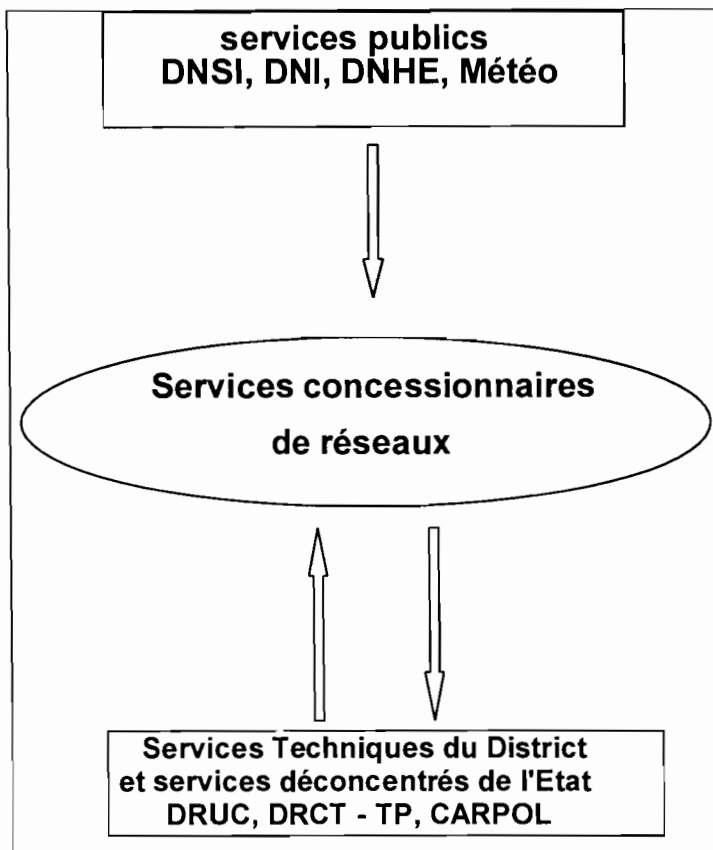


Figure 4 : Relations fonctionnelles des services concessionnaires de réseaux

### 3.2.3. Les services publics étatiques

Il s'agit des directions régionales de départements ministériels produisant ou utilisant des informations géographiques pertinentes pour la BDU de Bamako. La quasi-totalité des *services déconcentrés de l'Etat* auprès du District sont du nombre. On peut cependant, citer parmi les plus impliqués dans le développement urbain de Bamako, la Direction Régionale de l'Urbanisme et de la Construction (DRUC), la Direction Régionale de la Cartographie et de la Topographie et des Travaux Publics, (DRCT/TP), le Centre des Domaines District (CDD), le Centre des Impôts du District (CID), La Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Energie (DRHE)...

On peut également citer dans ce groupe certaines directions nationales comme la Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique (DNSI) qui a un rôle de production de statistique socio-démographique et de centralisation de statistiques provenant d'autres départements.

Les services appartenant à ce groupe se caractérisent par des niveaux différents d'informatisation et de qualification du personnel en S I G. Les ressources financières pouvant être allouées à une Banque de données sont faibles.

Les documents graphiques couvrent une large palette de thèmes selon la spécificité et les besoins de chaque service.

Quelques rares services parmi ce groupe ont une partie de leurs documents graphiques sur support numérique comme la DNHE.

Les problèmes de stockage et de conservation des données sur papier se posent avec acuité. Il y a un manque total de politique systématique de conservation en bonne qualité de l'information. Cela se ressent quasiment au niveau de tous ces services mis à part quelques initiatives en la matière souvent même individuelles.

La DNSI se trouve au cœur du dispositif malien de production de données statistiques et s'avère vite incontournable dans toute stratégie de mise en place de SIU ou d'observatoire. Son évocation nous donne la possibilité de faire une présentation thématique des données et sources de données dans le domaine socio-démographique. Les données évoquées n'ont toutes pas été collectées par la DNSI mais toute opération de collecte sur le territoire du Mali doit se dérouler sous sa supervision. Les sources seront classées en :

- sources de données démographiques et
- sources de données socio-économiques.

## **A- Sources de données démographiques.**

Les principales sources de données démographiques au Mali sont les recensements de la population, les enquêtes spécialisées et les enquêtes à objectifs multiples. A cela il convient d'ajouter le système d'enregistrement des faits d'état civil. Les opérations de collecte démographiques ont eu à traiter l'un et/ou l'autre des phénomènes démographiques suivants : fécondité, mortalité, migration.

### ***a- Opérations de recensements***

#### **a.a. Recensements administratifs**

Les recensements administratifs ont été la principale source démographique dans les anciennes colonies françaises. Ces recensements qui continuent à être exécutés au Mali, sont surtout utilisés par l'administration territoriale à des fins prioritairement fiscales et pour la planification (détermination des populations-cibles de politiques sectorielles).

Ainsi ont été exécutées au Mali avant l'indépendance, les opérations suivantes :

- Dénombrement du Soudan de 1926 qui a couvert les cercles de Nara, Macina, Sikasso, Kita, Koutiala, Tombouctou, Ségou, San, Bafoulabé, Gao, Issa-ber Gourma, Bougo et Goundam.
- Recensement du Soudan français 1951-1957
- Recensement de 1958 de la population de Bamako, Ségou, Nioro, Mopti, Gao, Macina, Kita, Kati, Koulikoro, San, Goundam, Yélimané, Tombouctou, Niafunké, Nioro du Sahel, Gourma.

Théoriquement, ces recensements administratifs devraient être entrepris tous les cinq ans mais les difficultés financières du pays font que cette périodicité n'est pas respectée. Ils ont continué après l'indépendance. Le dernier en date a eu lieu en 1996. Les informations ayant trait à la démographie, l'économie, la fiscalité et l'état sanitaire sont collectées par ces recensements au niveau des villages.

Il est à noter que ces données sont souvent largement faussées au vu des méthodes de collecte utilisées et des objectifs visés. A cela, il faut ajouter les quelques variations territoriales intervenues au Soudan puis au Mali.

Les résultats de ces enquêtes ne sont pas suffisamment exploités. Dans le cas où ils sont disponibles, les documents restent stockés au niveau des administrations territoriales locales, exposés au risque de destruction. Ces documents, s'ils venaient à être exploités avec les corrections nécessaires, ne manqueraient pas d'être une source démographique fort utile.

#### **b.b. Recensements statistiques**

Le premier appelé *Recensement Général de la Population* a été réalisé en 1976. Il a été financé par le FNUAP et le Gouvernement du Mali. L'analyse des résultats et la publication des rapports d'analyse ont été financées par l'Institut du Sahel dans le cadre de son Programme de Recherche Démographique pour le Sahel (PRDS).

Les résultats définitifs de l'investigation ont été présentés en trois volumes

- volume 1 : série population et socio-démographique
- volume 2 : série économique
- volume 3 : répertoire des villages,

C'est pratiquement 11 ans après le premier recensement que le Mali a réalisé le second appelé *Recensement Général de la Population et de l'habitat* en 1987. A la différence du premier, il englobait un volet habitat. Egalement financé par le FNUAP et le gouvernement du Mali, l'opération a permis de collecter, outre les données de structure sur la population, des informations relatives aux mouvements naturels (natalité et mortalité) et à l'habitat.

La publication des résultats bruts en 9 volumes est intervenue en 1990. Les résultats relatifs aux différentes régions administratives du pays sont contenus dans un volume distinct. Cinq tomes ont été consacrés à l'analyse des résultats.

Tome 1 : Etat de la population

Tome 2 : Mouvements de la population

Tome 3 : Activités économiques

Tome 4 : Fréquentation scolaire et alphabétisation

Tome 5 : Habitat et ménages

Ces deux recensements ont permis de connaître avec suffisamment de précision le volume, les caractéristiques et la dynamique de la population malienne. Cependant, les divergences souvent importantes, notées entre les données de ces recensements et celles issus d'autres études spécialisées, posent le problème de la fiabilité des données de recensement. Plusieurs observations concordantes estiment que les résultats de ce recensement sous-estimés.

Le dernier recensement a eu lieu en 1998. Ses résultats provisoires sont déjà disponibles.

Il convient de parler de l'état civil et des statistiques sociales qui pourraient combler, si les efforts dans ces domaines demeurent soutenus, les défaillances du système de recensement.

## ***b- Enquêtes thématiques***

### **a.a. Migrations**

Le Mali, carrefour géographique entre les zones forestière et désertique entre espaces culturels, entre peuples nomades et sédentaires ; a toujours été caractérisé par une longue tradition d'échange et de communication avec l'extérieur. Les mouvements ont pris, à des périodes différentes, des caractères particuliers. Ainsi, les migrations pré coloniales étaient essentiellement occasionnées par les guerres et razzias, les famines et disettes. Le colonat agricole caractérise les mouvements de population pendant la

période coloniale. L'indépendance puis la libéralisation des régimes politiques ont également modifié la forme des migrations qui sont devenues essentiellement individuelles. Malgré cette longue tradition, le phénomène demeure l'un des moins appréhendés au Mali. Bien qu'ayant été abordé dans les différents recensements et enquêtes démographiques, le thème de la migration n'a fait l'objet d'une opération de collecte et d'analyse spécifique qu'en 1982 avec *l'Enquête Migration dans la Vallée du Fleuve Sénégal*.

Cette enquête a concerné les trois pays riverains du fleuve Sénégal (à savoir le Mali, la Mauritanie et le Sénégal). Les cercles de Kayes et Yélimané ont été retenus pour la partie malienne. Elle a été réalisée par l'Institut du Sahel et l'OCDE.

Pour introduire une dimension longitudinale dans l'étude des conséquences de la sécheresse sur les populations, le Centre d'Etudes et de Recherche sur la Population pour le Développement (CERPOD) a organisé une *Enquête Renouvelée de Migration dans la Vallée du Fleuve Sénégal* en 1989, sur une partie de l'échantillon de la partie malienne. Elle a eu pour objectif :

- 1- Identifier les variations de la production agricole et les stratégies des familles contre la sécheresse.
- 2- Identifier les changements des mouvements démographiques vécus par les familles rurales pendant la sécheresse.
- 3- Elaborer et estimer un modèle multivarié des processus démographiques pendant la sécheresse.
- 4- Dégager les implications pour les politiques de développement et de population face à la réalité de la sécheresse répétitive dans le Sahel

Cette enquête est très pertinente par rapport à l'analyse de la relation population environnement. Elle a cherché d'une part, à estimer les variations de la production agricole suite aux conditions environnementales ; d'autre part, à évaluer les conséquences démographiques de la sécheresse.



Elle a fait l'objet d'analyses notamment par FINDLEY, S.Y.(1993, 1990) Ces analyses ont porté sur la migration comme stratégie de survie et le rôle de la famille et de la communauté dans le choix de la destination africaine ou française. D'autres analyses peuvent être effectuées à partir du réservoir utile d'informations que constituent les deux enquêtes. Cependant les résultats de ces deux enquêtes ne sont pas extrapolables au reste du pays, vu la spécificité sur le plan migratoire de la zone étudiée.

Une autre enquête localisée a été organisée conjointement par le CERPOD et le département de démographie de l'Université de Montréal sur les migrations. Il s'agit de l'Enquête *Insertion des Migrants en Milieu Urbain du Sahel* (IMMUS).

Les travaux de collecte de cette enquête se sont déroulés en mars - avril 1992. Elle a cherché à collecter auprès des ménages de la ville de Bamako des informations utiles à la compréhension de leurs modalités d'insertion (économique, matrimoniale et résidentielle).

Deux questionnaires ont été utilisés : un questionnaire "ménage" et un questionnaire "biographie". Dans le premier, outre les caractéristiques démographiques et socio-économiques, celles du cadre de vie ont été saisies.

Un volet "santé" a également été introduit dans l'enquête, ce qui permet avec les données sur les caractéristiques de l'habitat, d'évaluer la qualité de l'environnement urbain bamakois. La dimension environnementale de l'enquête a été approfondie à travers l'enquête qualitative *Insertion Résidentielle* à Bamako effectuée sur une partie du même échantillon en octobre - novembre 1993.

Le second questionnaire a permis de saisir de manière rétrospective les événements démographiques, la biographie migratoire et les raisons des déplacements. L'enquête a donné lieu à une première publication. D'autres analyses approfondies sont en cours et un séminaire de diffusion des résultats est prévu en novembre 1994.

L'enquête la plus vaste sur les migrations, celle qui permettra de mesurer les flux (internes et externes), de mieux appréhender les réseaux et mécanismes du phénomène est sans conteste l'*Enquête Migration et Urbanisation au Mali*. Il s'agit d'un volet d'un vaste projet couvrant plusieurs pays de l'Afrique de l'ouest - le Mali, le Burkina Faso, le Niger, la Côte d'Ivoire, la Guinée, le Nigeria, le Sénégal, le Ghana. Ensemble, ces pays forment le Réseau Migration et Urbanisation en Afrique de l'Ouest (REMUAO). Les enquêtes sont coordonnées par le CERPOD et exécutées par les structures nationales de statistique. Les travaux de collecte se sont déroulés en 1993 au Mali. Les objectifs de l'enquête sont les suivants :

- 1) Analyser de façon approfondie les politiques de développement et de migration et leur impact sur les déplacements de populations ;
- 2) Contribuer à une meilleure connaissance des migrations et de l'urbanisation en Afrique de l'ouest et leur implication en termes de développement économique et social;
- 3) Fournir les données nécessaires à l'élaboration et à la mise en œuvre de politiques de population ;
- 5) Offrir un cadre de collaboration et d'action concertée aux institutions et aux pays impliqués ;
- 6) Formuler des recommandations de politiques dans les domaines de la population et des ressources humaines, du développement rural et urbain et de l'intégration régionale.

L'analyse des données de cette enquête était encore en cours en 1998. Les premiers volumes d'analyse, montrant les nouvelles tendances dans les mouvements de population dans la sous-région sont disponibles. Cette source est la plus complète de données migratoires à l'échelle nationale et sous-régionale. Sept types de questionnaires ont été utilisés : questionnaire village ; questionnaire ville ; questionnaire ménage ;

questionnaire biographie migratoire ; questionnaire migrant ; questionnaire non migrant ; questionnaire migrant de retour.

L'appréciation des conditions environnementales peut s'effectuer à l'échelle village ou ville à travers les questions sur le type de quartier (habitat), les équipements et infrastructures collectifs, les activités économiques qui peuvent tous être corrélés avec la situation migratoire dans ces localités.

Cette appréciation peut également s'effectuer à l'échelle ménage à travers les questions sur l'habitat, les équipements et sur l'assainissement.

En conclusion, il est à souligner qu'un nombre croissant d'enquêtes, d'études et de recherches sont en train d'être menées sur les migrations pour comprendre les motivations des migrants, les réseaux de migration, les stratégies des migrants et pour mesurer leur impact sur le processus de développement socio-économique. Il n'en demeure pas moins que le problème de l'insuffisance de connaissance numérique du phénomène reste entier. Le prochain recensement de la population doit impérativement apporter un correctif à cette lacune. La relation migration-environnement est peu mise en évidence dans les analyses. La plupart des travaux se limitent à citer de manière déductive les causes et conséquences des migrations sans en démontrer les mécanismes réels et sans en réunir tous les éléments dans le cadre d'une analyse systémique.

#### **b.b. Mortalité et fécondité**

Le thème de la mortalité a été abordé par les opérations de collecte de données, principalement à travers les recensements de la population. Les inconvénients de la méthode de calcul de taux de mortalité et en particulier des taux de mortalité infantile conduisent cependant à des erreurs d'estimation de ces taux.

C'est dans le but de surmonter cet obstacle à une meilleure connaissance de la mortalité aux premiers âges que le principe d'une enquête à passages répétés a été

adopté. Ainsi, l'*Enquête sur la Mortalité Infantile dans le District de Bamako* (EMIS) a été conçue et exécutée par l'Institut du Sahel et la Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique du Mali. Elle a été menée dans le cadre du Programme de Recherche Démographique pour le Sahel (PRDS) de l'Unité Socio-Economique et de Démographie (USED) de l'Institut du Sahel. Les travaux de collecte à passages répétés ont duré de 1982 à 1985. L'enquête a fourni des informations concernant non seulement le niveau du phénomène mais également ses déterminants les plus proches.

L'étude des causes de décès infantile et juvénile a montré que la diarrhée est la plus importante avec 35,3% des décès. Elle est suivie par la fièvre / grippe (qui a des causes diverses), les maladies respiratoires, les maladies endogènes et enfin les maladies comme la méningite, le tétanos, la rougeole et le paludisme.

Parmi les facteurs socio-économiques et culturels agissant sur la mortalité, les caractéristiques de l'habitat et l'approvisionnement en eau ont été prises en compte. Les variables retenues ont été : le mode d'occupation, les matériaux du sol, le mode d'approvisionnement en eau. Ces variables traduisent en fait la situation socio-économique des parents.

En dehors des possibilités financières, les attitudes, comportements dominants, coutumes, déterminés principalement par le niveau d'instruction et l'ethnie, ont une incidence certaine sur la mortalité infantile.

L'amélioration de la santé maternelle et infantile figure au nombre des priorités de la République du Mali en matière de développement socio-économique. Les connaissances sur la mortalité fœtale, la morbidité, la mortalité infantile, juvénile et maternelle doivent pour cela être améliorées. C'est ce qui a justifié la réalisation de l'*Enquête Démographique et de Santé au Mali* (EDS-Mali) en 1987. Elle se situe dans le cadre de l'exécution du plan d'action mondial sur la population adopté à Mexico et fait partie du Projet Mondial des Enquêtes Démographiques et de Santé. L'EDS - Mali a été conçue et exécutée par le CERPOD de l'Institut du Sahel. L'assistance technique a été

fournie par l'*Institute for Resource Development*[*Westinghouse (IRD)*] sur financement de l'Agence Américaine pour le Développement International (USAID).

C'est une opération de grande envergure couvrant tout le pays et fournissant des informations, à la fois sur les niveaux et les déterminants de la fécondité, sur la connaissance pratique et les attitudes vis-à-vis de la contraception ; sur la mortalité de la petite enfance et sur la santé de la mère et de l'enfant. L'enquête a utilisé trois types de questionnaires : le questionnaire ménage, les questionnaires individuels homme et femme. Elle a donné lieu à la publication d'un rapport principal et un rapport de synthèse résumant les conclusions du premier. Les conclusions de l'enquête montrent entre autres, que la mortalité infantile et infanto-juvénile a accusé une baisse importante au cours des 15 dernières années. Le mariage au Mali est universel et précoce chez les femmes. Le risque de grossesse est donc important. La fécondité est élevée et stable. Une baisse est cependant, amorcée chez les femmes urbaines et instruites.

Les thèmes de la mortalité et de la fécondité, bien que présents dans la plupart des opérations de collecte, n'ont fait spécifiquement l'objet que de rares travaux de recherche. La mortalité surtout infantile, malgré les efforts réalisés, reste avec les migrations, l'un des phénomènes démographiques les moins appréhendés. Les différentes analyses ont privilégié les déterminants socio-économiques en abordant ces thèmes ; la dimension environnementale n'a été effleurée qu'à travers les conditions de salubrité du cadre de vie en ce qui concerne la mortalité. Il serait d'un grand intérêt d'estimer les changements de la fécondité et de la mortalité pouvant résulter de l'évolution du milieu biophysique.

### *c- Enquêtes à objectifs multiples :*

La première enquête à objectifs multiples du Mali a été réalisée en 1958 par la Mission Socio-Economique du Soudan dans le Delta Central du fleuve Niger. Les

objectifs de cette enquête couvraient les champs de la démographie, de l'agriculture, de la pêche, du budget de la consommation et de l'habitat. Les principales variables étaient le sexe, l'âge, l'activité économique, la situation matrimoniale, la fécondité, la mortalité et les données collectives sur les ménages et les familles. Il est cependant regrettable que les documents issus de cette enquête ne soient pas disponibles actuellement au Mali. Par ailleurs, ces résultats ne sont pas extrapolables au reste du pays, puisque l'enquête a été réalisée dans une zone avec des caractéristiques très particulières.

C'est en 1960 / 61, que le reste du pays fut couvert à son tour par une enquête démographique par sondage à objectifs multiples, à l'exception de la zone de l'office du Niger, la région de Gourma Rharous et les tribus nomades. La population de ces zones difficilement accessibles a été simplement estimée. L'enquête a été financée par le Fonds d'Aide et de Coopération (FAC) du Ministère français de la coopération. Elle a été exécutée par l'Institut National de Statistique et d'Etudes Economiques (INSEE) de Paris. Sur la base de cette enquête ont été établies des projections démographiques portant sur la période 1963-1973. Ses résultats ont été utilisés pendant longtemps comme la seule base scientifique et fiable de données démographiques.

L'enquête démographique à objectifs multiples qui a suivi est celle réalisée en 1985. par la Direction Nationale de la Statistique et de l'information (DNSI) dans le cadre des opérations de collecte inscrites dans le Programme Africain de mise en place de Dispositifs permanents d'Enquêtes au près des Ménages (PADEM). L'enquête a couvert les milieux rural et urbain sur toute l'étendue du territoire national. La richesse de cette enquête n'a pu être pleinement mise à profit à cause des problèmes d'analyse qui se sont posés.

Celle-ci s'est limitée aux résultats préliminaires qui permettent d'obtenir l'effectif et le taux de croissance de la population aux niveaux national, régional et par milieu de résidence. Les résultats définitifs ont été obtenus pour le seul District de Bamako dans le cadre d'une étude de cas.

De décembre 1987 à janvier 1988, l'unité de population de la DNSI a réalisé une enquête monographique démo - économique à échelle réduite dans deux centres urbains du Mali : les communes de Gao et Sikasso. Cette enquête a été réalisée dans le cadre de l'élaboration du document de base de la politique de population du Mali (Diagnostic de la situation démo-économique).

## **B- Sources de données socio-économiques**

En dehors de ces opérations de collecte purement démographiques d'autres concernant les domaines social et économique présentent un intérêt sûr dans une perspective d'inventaire ou d'intégration de données existantes. Au nombre de ces opérations il convient de signaler *l'Enquête sociale sur les populations déplacées du fait de la sécheresse* (1985), *l'Enquête sur le Secteur Informel* (ESI, 1988) ; *l'Enquête Budget - Consommation* (EBC, 1988 - 1989) et *l'Enquête Malienne de Conjoncture Economique et Sociale* (EMCES, 1994).

La première a été réalisée en 1985 par la Direction Nationale des Affaires sociales en vue de cerner l'importance réelle du mouvement d'abandon de leurs localités d'origine par des groupes humains du fait de la sécheresse qui a sévi à partir des années 1970. Devaient être analysés les conditions d'existences, les attitudes et comportements de ces populations et la tendance d'évolution du phénomène. Des perspectives de réhabilitation devaient être dégagées avec la collaboration des populations elles-mêmes. L'étude a couvert toutes les régions touchées par le sinistre à l'exception de celles de Kayes et Koulikoro qui sont supposées bénéficier de l'aide de leurs ressortissants résidant à l'extérieur du pays et d'organismes d'aide au développement.

L'enquête a révélé le caractère complexe du phénomène qui se manifeste par des mouvements intra et inter-régionaux. En effet toutes les régions étudiées, à l'exception de Sikasso, sont en même temps pourvoyeuses et réceptrices de populations déplacées. L'étude indique les régions les ethnies le sexe et les catégories socioprofessionnelles les plus touchés par le mouvement.

L'Enquête sur le Secteur Informel a été réalisée par la DNSI et avait les objectifs

suivants :

- Connaître avec le maximum de précisions possible le volume de la population active et sa répartition dans les différents secteurs de l'activité économique avec un accent particulier sur l'activité économique des femmes ménagères.
- Mesurer l'importance de la pluri-activité,
- Mesurer le chômage et le sous emploi en les caractérisant par secteur.

Les rapports définitifs de l'enquête sont disponibles.

Etant donné le rôle du secteur informel dans la dégradation de l'environnement aussi bien urbain que rural, il serait intéressant, à partir des données de cette enquête et de travaux complémentaires, de chercher à mesurer cet impact.

L'Enquête Budget - Consommation est une opération de collecte nationale, conduite par la DNSI en 1988-1989. Ses principaux objectifs sont :

- l'évaluation de la consommation des ménages par fonction de consommation en mettant en lumière les différences inter-régionales et intra-régionales, les différences entre catégories socioprofessionnelles ;
- la détermination des coefficients budgétaires permettant l'élaboration des indices de prix et d'une esquisse de la distribution des revenus ;
- l'estimation de l'auto - consommation, notamment dans les ménages agricoles ;
- la contribution à l'amélioration de l'estimation de certains produits de l'agriculture et de l'élevage ;



- la détermination de l'apport en nutriments des aliments consommés et comparaison avec les besoins théoriques ;

- l'appréciation de l'alimentation des enfants de moins de deux ans.

Les opérations de collecte de l'Enquête Malienne de Conjoncture Economique et Sociale ont été effectuées en 1994 par la DNSI. Les analyses sont en cours.

**En guise de conclusion** et avant de terminer la présentation de ce tableau de la collecte des données socio- démographiques, il convient d'effectuer une analyse sommaire spatio-temporelle des sources.

En matière de collecte de données socio-démographiques au Mali, les deux premiers recensements de la population sont incontestablement des dates de référence d'autant plus que le contenu et la fréquence des opérations de collecte avant, entre et après ces recensements ont été différents. Mais avant ces recensements, un tournant dans le caractère de la collecte a été marqué par l'accession du pays à l'indépendance.

Comme déjà signalé, avant l'indépendance les principales sources de données démographiques étaient constituées par les recensements administratifs, qui ne permettaient pas de fournir une bonne base de caractérisation de la situation démographique puisqu'ils étaient très souvent limités à la mesure des effectifs et non pas de la structure. L'approche des variables démographiques a longtemps été caractérisée par une recherche fragmentaire, des enquêtes localisées, intermittentes et ponctuelles. Une seule enquête démographique a été réalisée durant cette période (1958). Elle ne couvrait que la zone du delta central du Niger.

Après l'indépendance, la nécessité de disposer de données d'ensemble cohérentes et fiables, pour les besoins de la planification de l'économie nationale a favorisé la conduite d'enquêtes démographiques et de recensements de la population à couverture nationale. Parallèlement, des enquêtes approfondies ont été conduites à différentes localités afin de mieux cerner certains phénomènes et processus ou

d'élaborer des méthodologies. Cependant, il est à noter que jusqu'en 1976, il n'y a pas eu d'opération de collecte thématique sur les phénomènes de la migration, de la fécondité et de la mortalité.

Cette lacune a été comblée pendant la période se situant entre les deux recensements avec l'enquête sur les migrations dans la zone de la vallée du fleuve Sénégal ; l'enquête sur les populations déplacées du fait de la sécheresse, l'EDS et l'EMIS. Les deux premières se sont déroulées respectivement en 1982 et 1985, c'est - à - dire après les années de sécheresse des années 1972 et 1973 puis 1983 -1984.

C'est seulement après le recensement de 1987 que le thème de la migration a bénéficié d'un plus grand intérêt au niveau national. Cela se justifie par le manque d'informations quantifiées fiables sur le phénomène que ne pouvaient procurer les recensements.

La nécessité de disposer d'informations plus précises sur les secteurs social et économique a favorisé l'exécution de plusieurs enquêtes socio-économiques durant cette période (ESI, EBC, EMCES).

Sur le plan thématique, on peut observer le faible nombre d'opérations de collecte spécifiques sur les thèmes de la mortalité et de la fécondité. Elles ne constituent que 17.6% des opérations de collecte socio-démographiques retenues dans cet inventaire, et viennent après les opérations sur le thème de la migration (29.4%) et les enquêtes à objectifs multiples (23.5%). Les 30% restants se répartissent entre les enquêtes socio- économiques et les recensements statistiques.

En ce qui concerne la couverture géographique des opérations de collecte, plus de la moitié d'entre elles (53%) se sont étendues sur l'ensemble ou la quasi-totalité du pays. Parmi les circonscriptions administratives, le district de Bamako a bénéficié du plus grand nombre d'opérations de collecte (17%). Cela peut s'expliquer par les avantages comparatifs en termes de budget et de temps qu'offre la ville capitale par rapport à l'intérieur du pays.

La complexité devient considérable dès lors que l'on aborde les choses dans une perspective d'intégration des données, c'est-à-dire, de leur mise en forme informatique dans une base de données commune.

La difficulté est moindre en ce qui concerne les recensements. Ils utilisent la même base cartographique, même si celle-ci fait l'objet de mise à jour pendant les périodes inter-sensitaires et mettent en oeuvre pratiquement, les mêmes variables. Les enquêtes, par contre, selon leurs objectifs et leur couverture géographique ont utilisé des bases de sondages différents. Plusieurs d'entre elles, surtout celles exécutées après 1987 ont, cependant, utilisé le découpage spatial du recensement. Ainsi, Les données des opérations de collecte spécifiques à la ville de Bamako et dont la détermination de l'échantillon s'est appuyée sur les unités spatiales statistiques du recensement, peuvent raisonnablement être intégrées dans le SIU de la ville.

En plus de ces opérations de collecte systématique exécutées par ou sous la supervision de la DNSI, il convient d'évoquer les statistiques pertinentes produites au niveau d'autres départements, notamment par leurs Cellules de Planification et de Statistique.

Au nombre de ces départements on peut citer celui de la Santé, de la Solidarité et des Personnes Agées ; celui de l'Education de Base ; celui des Enseignements Secondaire, Supérieur et de la Recherche Scientifique ; celui de l'Industrie, de l'Artisanat et du Tourisme ; celui de l'Economie et des Finances ; celui de l'Emploi et de la Fonction Publique... Au niveau du Ministère de l'Education de Base, par exemple, un questionnaire envoyé à tous les directeurs d'écoles une fois par an, permet de recueillir les statistiques sur les effectifs d'élèves, de maîtres et le nombre de salle de classe par école, année d'étude, cycle d'étude et type d'enseignement.

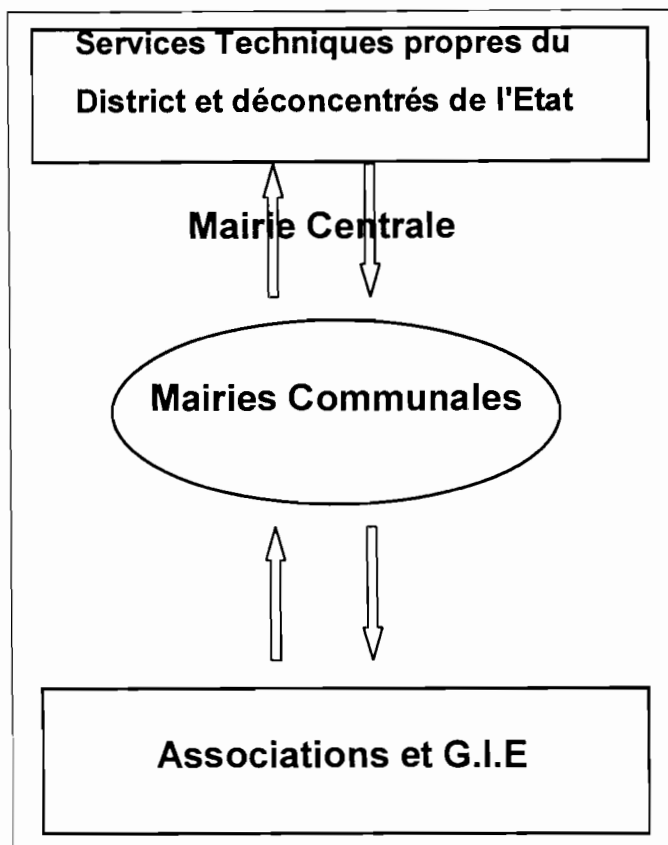
#### **3.2.4. Les Municipalités :**

Elles sont placées sous la tutelle du Gouvernorat 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. Il suffit pour s'en rendre compte de signaler qu'il n'existe pas de plan délimitant leurs zones d'emprise respectives.

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 Gouvernorat et, d'autre part aux associations et GIE intervenant sur le territoire de la commune.



**Figure 5 :** Relations fonctionnelles des municipalités :

Après cette revue de la production de données géographiques au niveau des services publics de l'Etat, des services techniques du District et des services communaux, on ne saurait passer sous silence les données géographiques produites pour leurs propres besoins par les bailleurs de fonds bi - ou multilatéraux, les organisations non gouvernementales, les bureaux d'études privés. En effet, la réalisation des projets d'une certaine envergure donne toujours lieu à la réalisation d'études préparatoires nécessitant la collecte de données localisées. Ainsi dans le cadre de la préparation des trois Projets Urbains le Groupe Huit (1986, 1996) a conduit des études socio-économiques qui sont des références incontournables dans l'étude du développement urbain de Bamako. Il faut souligner que ce type d'information est très souvent parcellaire et difficile d'accès. Son accumulation dans un système d'information peut cependant, permettre d'en faire émerger un sens nouveau. Ceci, à condition, bien entendu, que la qualité de ces données permette une intégration dans un système.

### **3.3. Expériences et projets de BD et SIG à Bamako**

Il ne serait pas exagéré dans le contexte actuel de parler de mode du S I G à Bamako. Ce climat de mode est favorisé par des efforts sectoriels déployés quasiment par tous les services et organismes, certains pour favoriser un renforcement technique et financier de leurs structures, d'autres dans des buts plus stratégiques de maîtrise et de contrôle de l'information. Les partenaires au développement que sont les organismes de financement participent activement à ce processus de dispersion des efforts chacun ayant une politique et une stratégie différente en la matière. Le résultat est un manque total de collaboration qui commence à être comblé par l'existence d'un groupe informel d'utilisateurs de S I G. Ce groupe constitue un cadre d'échange et de discussion, préalable incontournable à la collaboration. Il ne sera pas effectué un inventaire exhaustif de toutes les tentatives de mise en place de S I G au Mali, la plupart présentant peu d'intérêt pour une banque de données urbaines. Nous nous limiterons à présenter quelques projets utilisant les données sur la ville de Bamako.

#### **3.3.1. CARPOL (Cellule de Cartographie Polyvalente)**

Ce service a été mis en place dans le cadre du second projet urbain du Mali dans le but d'effectuer une cartographie proche du cadastre pour la ville de Bamako à partir de photographies aériennes. Ce projet a bénéficié de l'assistance technique et financière canadienne. Il se trouve actuellement en difficulté avec l'arrêt de cette assistance. Les activités essentielles au niveau de la cellule sont la mise à jour des plans et la vente d'extraits de plans. Le plan le plus fin atteint le niveau du parcellaire et peut être considéré comme un cadastre simplifié. D'autres informations concernant notamment les infrastructures et équipements ont été ajoutées à cette base. La base contient également la représentation des courbes de niveau à une équidistance de un mètre. Les données alphanumériques sont gérées par le logiciel DBase IV et la numérisation des plans a été effectuée sur MicroStation. La Cellule a comme objectif d'évoluer vers une vraie BDU.

### **3.3.2. Le Projet Adressage :**

Il s'agit d'une opération d'adressage des parcelles du District de Bamako, financée dans le cadre du projet FAC « Appui au District de Bamako ». Son but est de faciliter, entre autres, la gestion domaniale et fiscale du District. Un fichier numérique comportant les limites administratives (district, communes, quartiers) et, sur les quartiers planifiés le contour des rues élargi pour la lisibilité de la toponymie (nom et numéro de rue, numéros de concession, noms de quartier et de commune) a été constitué au cours de ce projet. Ces informations ont été intégrées par CARPOL au fond de plan du District. Ceci est un exemple de coopération à mettre à l'actif de la Cellule de projet « Unité d'adressage » rattachée à la Cellule Technique du District et de l'Unité de Cartographie Polyvalente

### **3.3.3. La Base de données routières :**

Elle a été constituée par la Cellule Technique du District à partir des données produites par la Direction des Services urbains de voirie et d'Assainissement (DSUVA) sur un financement de la Mission Française de Coopération et est gérée par le logiciel VISAGE 1.12. La base de données constituées comprend 99 rubriques et 4 sous - rubriques notamment sur les routes avec leurs types et leur état, sur le drainage des voies et sur le trafic horaire. La base reprend les mêmes rubriques que celles créées par la Direction Départementale de l'Équipement français, conceptrice du logiciel Visage. A ce titre elle semble surdimensionnée par rapport aux besoins et aux capacités de mise à jour du District de Bamako. Des enquêtes sont prévues, chaque année, pour la mise à jour de cette base mais la régularité prévue dans la collecte des données n'est pas encore assurée. C'est là un autre exemple de collaboration entre les deux services que sont la Cellule Technique du District et la DSUVA. Au moment où nous écrivons ce chapitre la survie de la banque de données routière était en question en raison de l'arrêt de son financement par le partenaire français. La crainte est alors, que l'acquis fragile constitué pendant le déroulement du projet, ne soit dilapidé à cause de décisions de responsables pas suffisamment avertis de son utilité. Nous avons assisté au début d'un tel processus concernant cette unité.

#### **3.3.4. Energie du Mali (EDM) :**

Cette société a entrepris des réformes en profondeur dans le cadre de la «délégation globale de gestion» en vue de parvenir notamment à un système de production, de transport et de commercialisation performante. La «délégation globale de gestion» consistait à confier la gestion de la société à une équipe internationale composée de représentants de grandes sociétés dans le domaine de l'énergie et de l'hydraulique. En 1998, le gouvernement du Mali a cependant décidé de mettre fin à cette expérience quelques années après son initialisation. Il tente de résister aux pressions exercées par les partenaires au développement pour une privatisation totale de la société. Celle-ci est informatisée de longue date. Elle a même été la première à l'être au Mali. La gestion de la clientèle se faisait alors avec les gros systèmes auxquels ont succédé plus tard les petits systèmes. Ceux-ci avaient cependant l'inconvénient de ne prendre en compte que l'édition des factures en omettant les aspects concernant la demande. Ceci a conduit à introduire récemment un nouveau système de gestion du nom de GALATE de la société Saur-international. Ce système, qui a déjà été expérimenté en Guinée et au Vietnam, prend en compte non seulement la facturation mais aussi la demande et le recouvrement au niveau de chaque abonné. La codification des abonnés, qui était mal faite sur les anciens systèmes, a été reprise en utilisant le fichier du projet Adressage. Parallèlement, la direction prévoit de numériser sur le logiciel MicroStation ses documents graphiques les plans pour mieux maîtriser la gestion du matériel et l'entretien des réseaux. Le matériel et les logiciels sont déjà acquis pour le projet de SIG.

#### **3.3.5. La Direction Nationale de la Statistique et de l'informatique**

Ce service au même titre que d'autres directions nationales a bénéficié de l'appui de l'UNICEF dans la fourniture du logiciel *Atlas G.I.S* et dans la formation sur place du personnel. Un projet de S I G devant intégrer et illustrer les résultats des opérations de collecte de données démographiques et socio-économiques y est en chantier.



Le SIG devrait intégrer également des données provenant d'autres départements à travers les Cellules de Statistique et de Planification (CPS), que sont des représentations de la DNSI, au niveau de ces autres départements. Il s'agit surtout des départements de l'éducation et de la santé. Ces CPS disposent également du logiciel *Atlas G.I.S* et développent des applications de gestion dans les secteurs concernés.

Au stade actuel, au niveau de la DNSI, l'outil est uniquement utilisé pour quelques illustrations cartographiques. Le mécanisme de collecte et de transfert de données pour faciliter les analyses multisectorielles n'est pas fonctionnel faute de motivation suffisante de la part des intéressés.

### **3.3.6. La Direction Nationale du Transport**

En 1996-97 la mise en place d'un Observatoire des transports au niveau du Projet sectoriel des transports relevait plus d'un projet que d'une expérience. Des efforts soutenus tendaient cependant vers cet objectif.

Une mission d'assistance technique pour la mise en place de cet observatoire a été effectuée par le groupement Sofretu / Sofrerail / Ouest en 1995.

La réflexion était alors, menée sur la conception de la cellule de gestion de l'observatoire, l'élaboration du dictionnaire des données et la définition des indicateurs pertinents. Ces indicateurs comprendront notamment des indicateurs de productivité, de niveau d'activité et de performance financière.

La mise en place de cet observatoire est à mettre en parallèle avec les concertations et travaux menés par un grand nombre de services, dans le cadre de la mise en place d'un réseau d'échange d'information sur le transport. Ce réseau doit regrouper plusieurs Directions Nationales, Régionales, Services Propres de District de Bamako, Services Personnalisés, Sociétés privées, tous impliqués dans le secteur du transport. Les travaux de ce groupe ont déjà abouti à l'établissement d'une nomenclature des indicateurs retenus, à la définition de leur sens, de leur mode de calcul et des supports de collecte des données. Une concertation entre l'observatoire et le réseau éviterait une redondance à grande échelle au niveau de ce secteur.

Il nous a paru important d'inclure dans cet inventaire une expérience postérieure à la période d'enquête mais ne pouvant être occultée. Il s'agit de la banque de données du Laboratoire des Eaux Continentales de l'Orstom-Mali

### **3.3.7. L'Orstom**

Une banque de données sur la qualité des eaux à Bamako a été initiée au Laboratoire des Eaux Continentales de l'Orstom à Bamako sur MAPINFO 4.1. Elle offre un rendu spatialisé des campagnes de prélèvement sur une année entière et la possibilité de surveiller l'évolution de la situation sur plusieurs années afin d'affiner la compréhension des mécanismes de transfert entre l'eau et les pollutions.

La possibilité qu'a le logiciel MapInfo d'exploiter directement les fichiers de CARPOL offre l'opportunité de pouvoir croiser les informations issues des deux sources.

Les données de cette banque pourront également être croisées avec d'autres comme des statistiques de santé, afin d'établir des corrélations entre natures/niveaux de pollution et fréquence des pathologies. La banque peut, à ce titre, devenir très utile à un travail prospectif.

### **Conclusion**

Ce survol montre que des initiatives en matière de gestion informatique des données existent et couvrent des thèmes allant du parcellaire aux statistiques démographiques et économiques en passant par les réseaux. Il faut cependant, reconnaître que ces initiatives sont à des stades différents. En effet, certains sont encore au stade de projet, tandis que d'autres ont atteint un stade de production plus ou moins avancé. Le matériel logiciel est souvent bon marché et présente peu de fonctions analytiques si bien que l'essentiel de l'usage qui en est fait se limite à la production cartographique plus ou moins complexe.

En ce qui concerne les données d'enquêtes démographiques, celles effectuées par la DNSI et le CERPOD ont le plus souvent utilisé les secteurs de dénombrement (unités de recensement) comme un des niveaux de l'échantillonnage. A ce titre, leur intégration des données résultant de ces enquêtes peut être envisagée. Il se pose, cependant, le problème de pertinence du niveau d'analyse. En effet, dans la totalité des enquêtes à couverture nationale, l'échantillon bien évidemment couvre l'ensemble du pays et rend donc impossible toute analyse sur la seule ville de Bamako.

Il convient, par ailleurs, dans cette analyse de ne pas omettre un aspect qui est loin d'être des moindres. Il s'agit du transfert effectif de technologie, de savoir et surtout de savoir-faire. Selon nos observations sur le terrain, il semblerait que les organismes chargés des missions d'assistance technique et de formation, effectuent leur travail de façon à pouvoir justifier de nombreuses autres missions. Il en résulte des équipes de projet fières de leurs équipements mais ne sachant pas en tirer le meilleur parti.

Aussi, est-il important que le choix de ces organismes et les termes de références de leurs missions (avec les objectifs à atteindre clairement formulés) soient arrêtés conjointement par le partenaire financier et l'organisation bénéficiaire du projet, sensé mieux connaître ses besoins. La négociation avec les fournisseurs de matériel et de logiciel doit prendre en compte non seulement l'installation mais aussi le fonctionnement et l'évolution. La formation doit être prévue sur une durée permettant une réelle prise en main de toutes les opérations par les techniciens locaux et non se limiter à une initiation.

Les partenaires au développement prenant une part significative dans le développement de Bamako sont aussi ceux qui sont les plus impliqués dans le financement des projets SIG.

La Banque Mondiale est, sans conteste, le partenaire dominant du développement urbain au Mali. Elle est le partenaire principal des trois Projets Urbains qui ont donné l'impulsion à la création des principaux services techniques et agences d'exécutions de la ville.

D'autres partenaires dont le rôle va croissant, comme il ressort des pages précédentes, méritent d'être signalés. Au nombre de ces organismes figurent la Caisse Française de Développement (CFD), l'UNICEF, L'USAID.

L'inventaire des données et sources de données géographiques met ainsi à jours, non seulement le problème de leur existence, de leur conservation et de leur accessibilité mais aussi celui de leur qualité. Le chapitre suivant sera consacré d'une part, à l'évaluation de la qualité de l'information géographique à travers l'échantillon de données que nous avons eu à manipuler pour la constitution du prototype du SIU et, d'autre part, à la formulation de propositions méthodologiques pour la mise en place du SIU de Bamako.

## Chapitre 4 : UN SIU POUR BAMAKO

La mise en œuvre d'un SIU à Bamako passera forcément par l'intégration de données existantes. Aussi n'est-il pas sans intérêt d'entamer ce chapitre avec une évaluation de la qualité des données géographiques

### 4.1. Evaluation de la qualité des données

On pourrait 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<sup>1</sup> : 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. Comme déjà signalé, 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 Committee (FGDC)*, USA
- du Comité Nationale d'Information Géographique (CNIG), France

---

<sup>1</sup> Organisation Internationale de Normalisation

A Bamako, les problèmes de qualité affectent tant les données graphiques que les données descriptives.

#### **4.1.1. Qualité des données graphiques**

La construction prototype du SIU a mis en œuvre plusieurs types de données graphiques. Nous nous limiterons à évoquer celles dont il sera question dans les paragraphes qui suivent. Les cartes topographiques élaborées par la DNCT et l'IGN (Institut Géographique National - France) ont servi à choisir le référentiel géographique et à constituer une couche d'information. Les fonds de plan élaborés par CARPOL ont servi de support au dessin des unités de recensement. Celui-ci a été effectué selon le schéma élaboré par le Bureau de Recensement de la DNSI. Nous présentons ici les problèmes rencontrés lors de la manipulation de chacun de ces documents graphiques.

#### **A- Imprécision géométrique et choix d'un référentiel**

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, elle-même se subdivisant en précision de positions 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 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. Plusieurs d'entre eux ont utilisé à la base de leur SIG le Fichier des Limites Administratives issues de la Carte Digitale du Monde elle-même distribuée sur le logiciel *Atlas GIS*. Sur ce fichier sont distingués les niveaux : région, cercle et arrondissement. L'introduction du niveau commune dans les unités administratives nécessitera des modifications importantes de ce fichier. Egalement extrait de la Carte Digitale du Monde, nombre d'initiateurs de SIG utilisent le Fichier des Caractéristiques Topographiques Nationales. Un autre fichier largement utilisé dans les expériences de SIG au Mali est le fichier «villages du Mali » existant au format DBASE.

Ce fichier s'appuie sur les données du recensement de 1987 et a été créé en 1993 par la DNSI avec l'appui de l'UNICEF, de la DNHE et de l'USAID. Il donne les coordonnées géographiques de 11634 villages du Mali. Les travaux de la mission de décentralisation ont révélé une imprécision de près de 30 % dans ce fichier. Une amélioration y a donc été apportée suite à ces travaux. Il était prévu, à l'occasion du recensement de la population de 1998, de mesurer les coordonnées exactes, à l'aide de GPS, de tous les établissements humains au Mali et d'en arrêter la toponymie.

La construction du fichier graphique du prototype a suivi plusieurs étapes qui ne correspondent pas forcément à la démarche la plus cohérente mais qui ont été dictées par les contraintes et possibilités réelles qui nous étaient offertes.

La première contrainte est liée à l'accès aux données. Au moment de la collecte de données notre objectif minimal était d'accéder à trois types de données :

- un jeu de données statistiques constitué essentiellement par les résultats de l'opération de collecte exhaustive la plus récente ;
- le schéma des unités spatiales de collecte des données de cette opération en vue de leur spatialisation ;
- un fond de plan numérique de la ville de Bamako pour le report du schéma des unités de collecte.

Au moment de la collecte des données en 1996, 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 paradoxale 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 de 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'un 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.

Une quarantaine de variables portant sur la démographie, l'habitat et la socio-économie ont été sélectionnées et extraites au niveau de désagrégation spatial le plus fin, le secteur d'énumération. Pour plus de détails sur le secteur de dénombrement se reporter au point 3.1.2. portant sur le choix des unités spatiales.

L'accès au schéma des unités de collecte au niveau du Bureau de Recensement de la DNSI n'a pas posé de problème particulier. Un tirage des planches sur papier ozalide a été effectué et les contours colorés ont été repris au crayon. Ce schéma, comme le mot l'indique, n'a aucune précision géométrique. Il faut même dire qu'il est assez approximatif et oblige souvent l'utilisateur à en interpréter le contour. C'est pour cela qu'il fallait le reporter sur un plan de la ville avec une géométrie correcte.

Les fonds de plan les plus détaillés sur la ville se trouvent au niveau de CARPOL. Il nous a été impossible, comme on pouvait s'y attendre, d'obtenir au niveau de ce service le fichier principal. Nous en avons acheté des tirages que nous avons redigitalisé pour notre compte. Il a cependant été possible d'obtenir des extraits du fichier représentant certaines limites administratives et même les îlots d'une des six communes de la ville. La création du fichier utilisé pour représenter les données du recensement a suivi les étapes suivantes :



- Report au crayon du contour des unités de collecte appelées Districts de Dénombrement (DD) et Secteurs d'Enumération (SE), sur le fond de plan. Dans l'organisation spatiale de ces unités, le SE occupe une position hiérarchique inférieur au DD. En moyenne, chaque DD est subdivisé en une dizaine de SE.
- Numérisation sur table à digitaliser de ces contours sur environnement MicroStation
- Transfère avec transformation du fichier de l'outil de dessin MicroStation à l'outil SIG Savane, recalage du fichier dans ce progiciel.

Sur le plan technique, les fonds de plans de CARPOL ont été produits dans un environnement MicroStation, où les différentes classes d'objets topographiques sont stockées dans 63 niveaux d'information différents, ce qui constitue une caractéristique inhérente à ce progiciel. Celui-ci n'est pas un SIG mais un outil de dessin assisté par l'ordinateur qui ne produit qu'une topologie implicite. Pour générer une pleine topologie à partir d'un produit issu d'un tel outil, il faut passer par un progiciel de gestion d'information localisée.

Dans notre cas, l'outil utilisé pour la génération de la topologie a été le progiciel Savane. Le fichier a été exporté en format .dxf du logiciel MicroStation au module Savdigit de Savane qui accepte ce format d'échange. C'est le format des données du logiciel de conception assisté par ordinateur AUTACAD qui s'impose de plus en plus comme format standard d'échange de données. Mais pour l'intégrer dans Savane il faut le convertir au format Mygale qui est le module de saisie du progiciel et le seul format pris en charge par lui. Cette conversion entraîne souvent une perte de données qui survient pendant le processus de génération automatique de topologie et qui est imputable aux échecs d'interprétation par le programme. Ces échecs peuvent être liés à des problèmes de fermeture de polygone au moment de la digitalisation. Elles doivent être corrigées polygone par polygone et arc par arc. La conversion provoque également la perte des positions de calage utilisées pour la digitalisation. Il faut donc recalibrer la carte de nouveau en apportant les modifications correspondantes aux fichiers .car (fichiers de calage).

Toutes ces opérations ont nécessité un apprentissage et des manipulations assez lourdes, d'où la deuxième contrainte.

La deuxième contrainte dont nous avons eu à faire face est liée à l'accès à l'environnement technique et scientifique requis pour accomplir le travail. En effet, le projet nécessitait l'accès pendant un temps suffisant à un équipement matériel et logiciel performant et très coûteux, donc rare. Nous avons trouvé, grâce à l'appui de notre encadrement, un tel environnement au Centre d'Ile de France de l'Orstom à Bondy. Cependant, il a fallu circonscrire les objectifs en fonction du temps d'accès à ce Centre dont nous avons pu disposer. Sur trois ans nous avons pu effectuer quatre séjours d'un mois à peu près chacun. Ce temps a été utilisé de façon intensive et ne peut servir à évaluer le temps nécessaire pour accomplir un tel travail qu'à titre indicatif.

Une autre contrainte (si elle en est une) est liée au fait que nous avons commencé le travail avec des méthodes et outils qui au fil du temps et avec l'évolution des technologies, ne s'avéraient plus les plus pertinentes par rapport aux objectifs assignés. Ceux-ci ont eux même évolué en fonction des possibilités nouvelles offertes.

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.

N°	Titre	Echelle	Année	Projection	Auteur	Nbre. de planches
1	Bamako	1/10 000 <sup>e</sup>	Éditée en 1989-90 par photogrammétrie à partir des couvertures aériennes verticales de 1986 et 1989 à l'échelle 1/10 000 <sup>e</sup>	Ellipsoïde : Clarke 1880, Projection : UTM, Fuseau : 29, Système du 12 <sup>e</sup> parallèle	IGN, DNCT, Entreprise Lavalin International pour le compte de la DNTTP <sup>2</sup>	6
2	Bamako et ses environs	1/20 000 <sup>e</sup>	Éditée en 1980, restitution photogramétrique entre 1953 et 1965, révision à l'aide des prises de vues aériennes de 1973, 1974, 1976 et 1979	Ellipsoïde : Clarke 1880, Projection : UTM, Fuseau : 29, Méridien origine : 9° Ouest du Méridien International	IGN, DNCT	4
3	Photocarte de la Rep. Du Mali	1/50 000 <sup>e</sup>	Éditée en 1988 par photogrammétrie à partir d'une couverture photographique aérienne verticale de 1980-83	Ellipsoïde : Clarke 1880, Projection : UTM, Fuseau : 29, Méridien origine : 9° Ouest du Méridien International	IGN, DNCT	4

**Tableau 1** : Éléments descriptifs des cartes utilisées

Nous nous sommes principalement appuyés sur trois cartes topographiques ayant des échelles entre le 1/50000<sup>e</sup> et le 1/10000<sup>e</sup>. Le tableau ci-dessus reprend les informations concernant ces trois cartes.

La source de saisie utilisée pour la digitalisation étant un fond de plan du District de Bamako au 20 000<sup>e</sup>, notre choix s'est logiquement porté sur la carte n° 2 du tableau, en raison de la concordance de l'échelle. Le document saisi 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 de fichiers ayant d'autres origines mais ayant à leur base les mêmes cartes topographiques 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 les trois cartes susmentionnées. Le tableau 2 indique les différences de valeur des coordonnées de ce point sur les deux cartes présentant le plus de discordance.

N°	Echelle	X	Y
1	1/20 000 <sup>e</sup>	615170	13999090
2	1/50 000 <sup>e</sup>	616100	1398890

**Tableau 2** : Différences sur deux cartes des coordonnées d'un même point

Il est possible de supposer que ces trois documents ont des précisions différentes étant donné qu'ils sont à des échelles différentes. 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.

Cependant, il est 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'autre nature.

---

<sup>2</sup> Direction Nationale du Transport et des Travaux Publics

Comme le fait remarquer Henri Pornon, (Pornon H., 1995) «la question n'est pas : quelle précision est intéressante, mais bien quelle précision concilie les objectifs techniques avec les contraintes économiques et les impératifs de délais ».

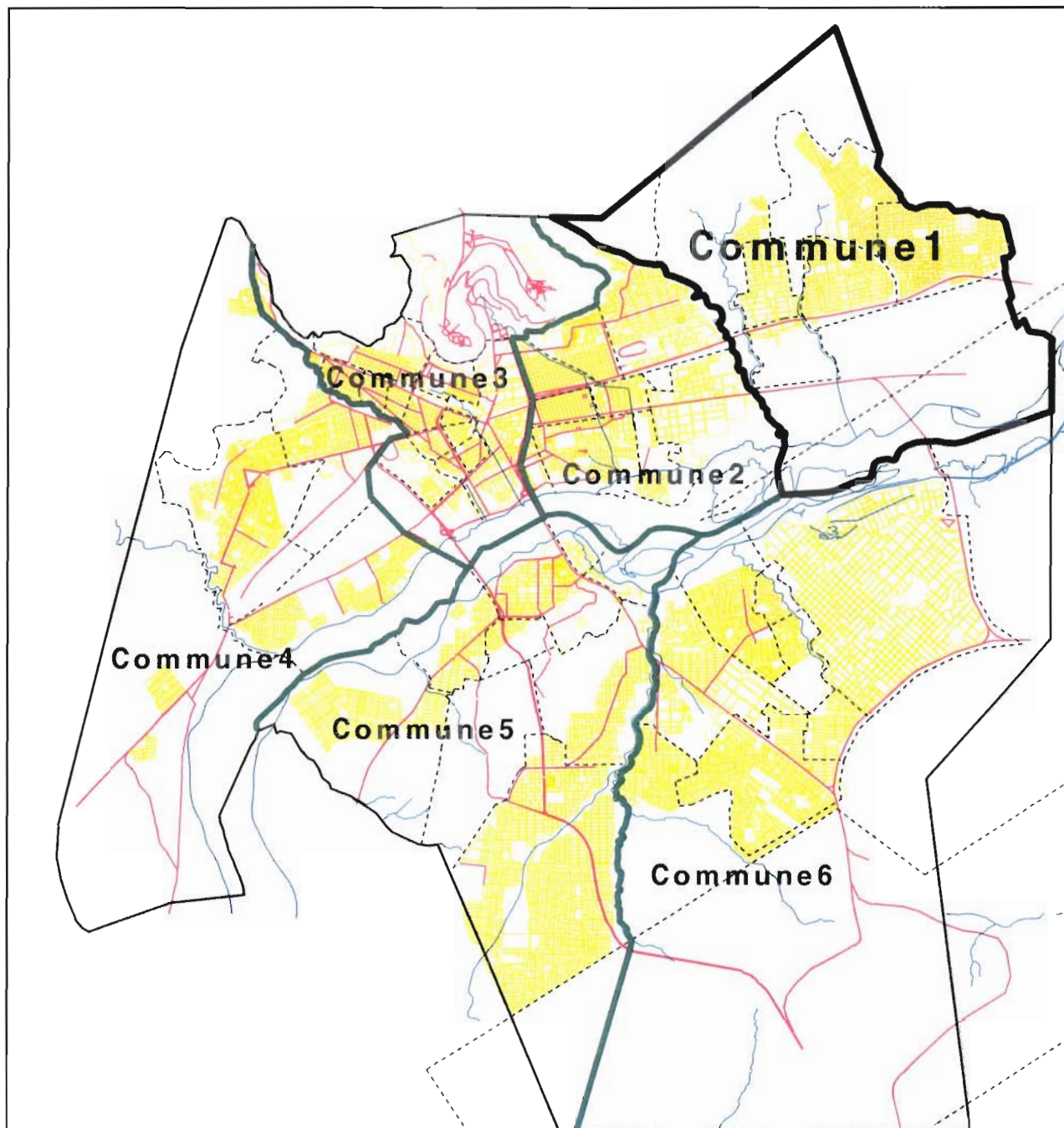
## **B- Enchevêtrement des unités spatiales**

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 l'interprétation et la représentation 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 au mode de fonctionnement des institutions qui en sont les auteurs. Cependant nous avons été concrètement confrontés à deux découpages intra-urbain qui comportent des points de discordance.

Le premier découpage est celui du Gouvernorat du District de Bamako dont il a été question dans l'introduction de ce chapitre. Il définit les limites 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 ont 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, 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. Les planches n° 1, 2 et 3 illustrent l'ensemble de ces limites spatiales.

BAMA KO  
Découpage administratif

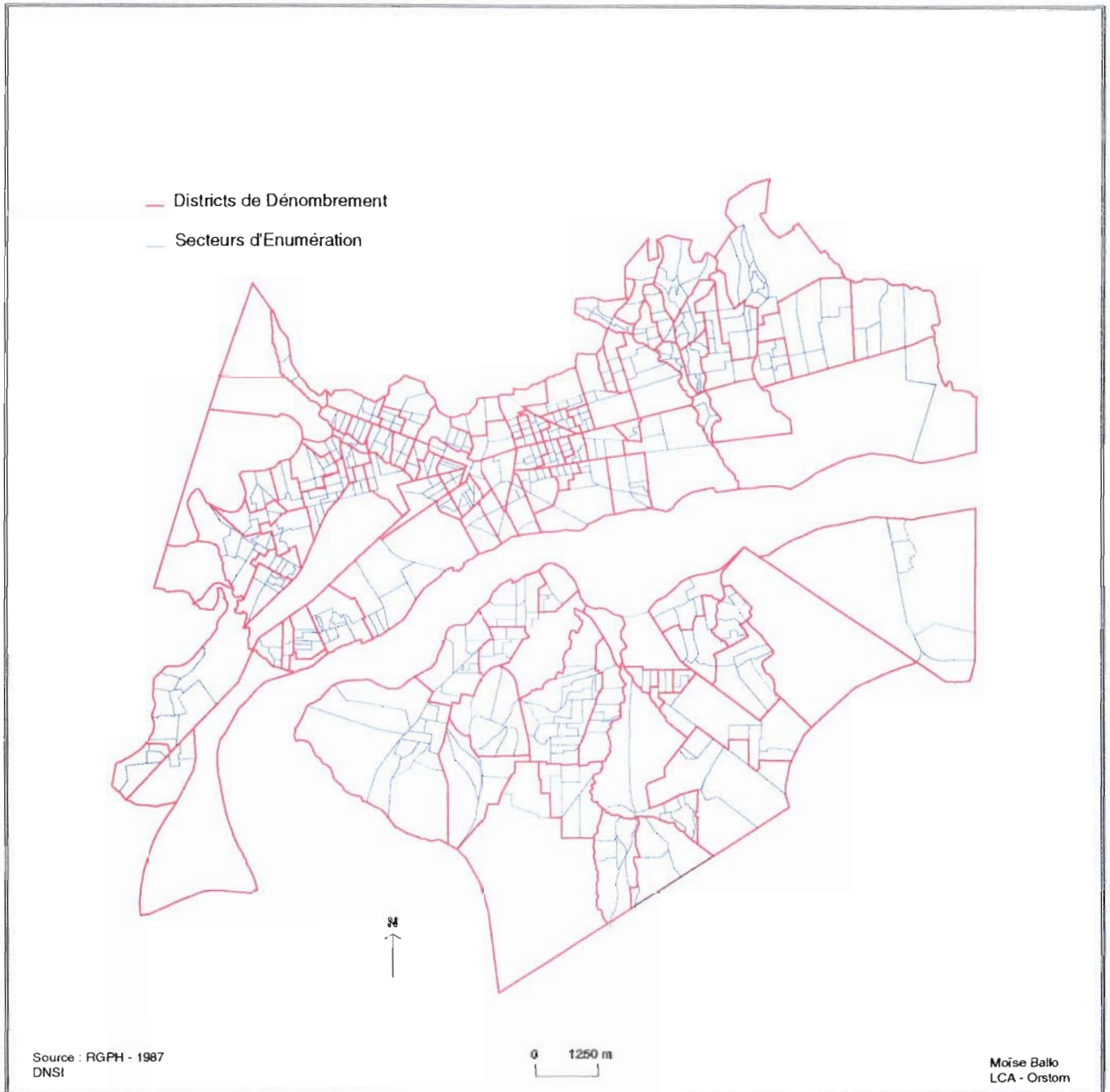


- Limite du District
- Limite de Commune
- - - - Limite de Quartiers
- Routes
- Ilots
- Cours d'eau
- Limite de la commune 1

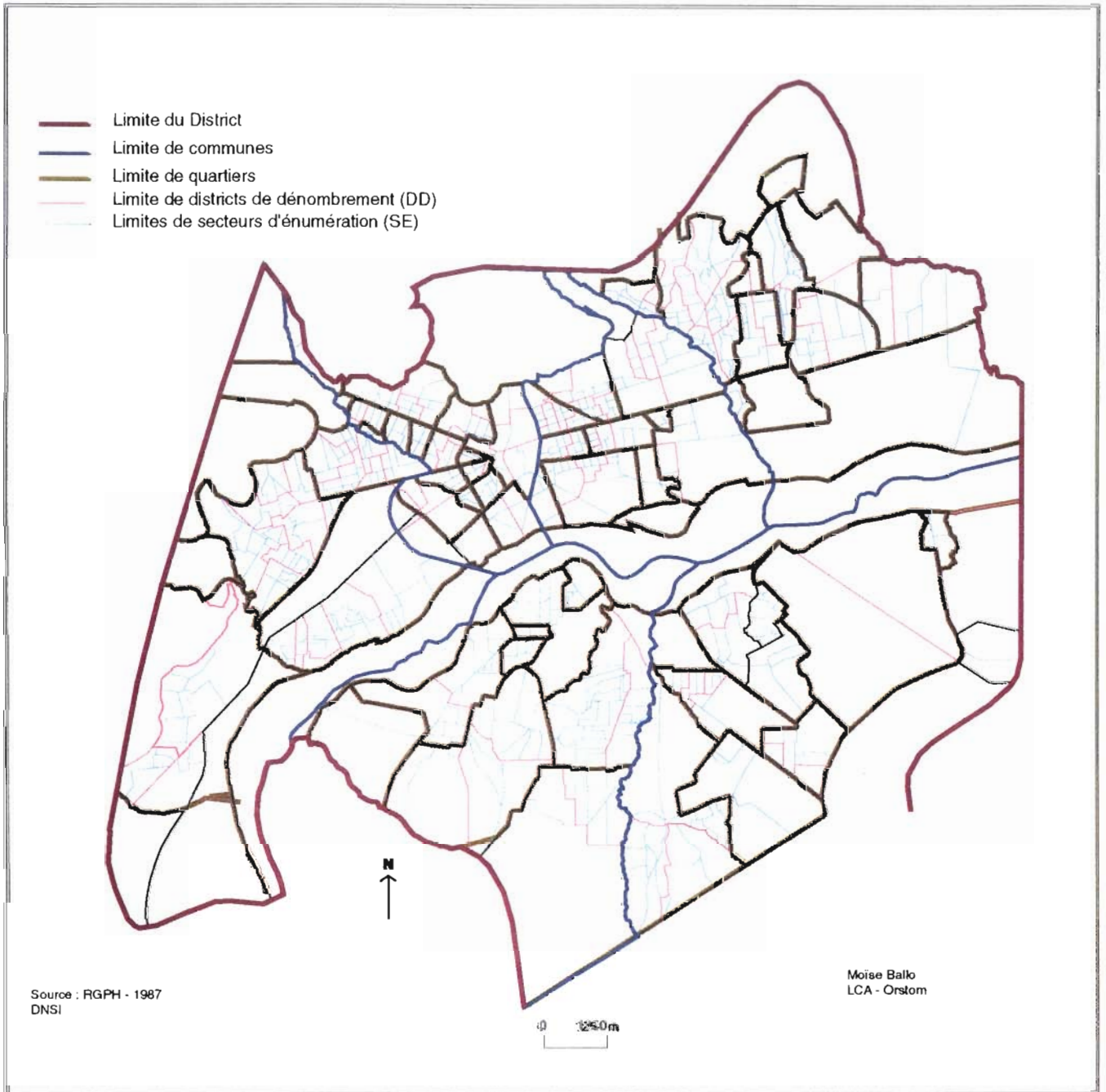
0 1250 m

Mose Ballo  
LCA, Orstom  
Source : CARPOL

### BAMA KO : Limites statistiques

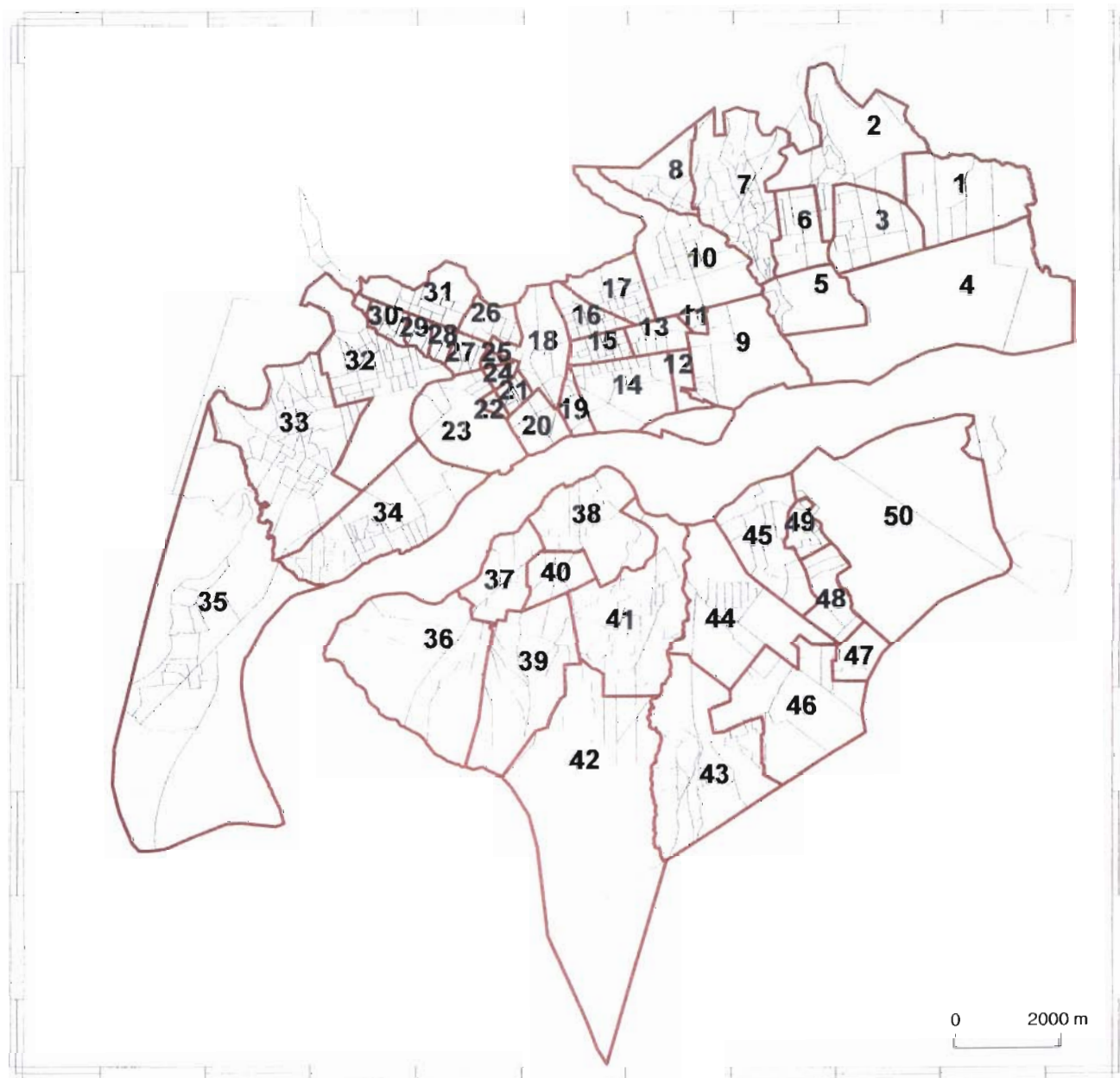


Bamako : Unités administratives et statistiques - 1987





**BAMAHO : Quartiers et Secteurs d'Enumération - 1987**



- |                           |                            |   |                            |
|---------------------------|----------------------------|---|----------------------------|
| 1- Boukassoumbougou       | 18- Centre commercial      | 36- Baco Djicoroni                      | Moise Ballo<br>LCA, Orstom |
| 2- Fadjiguila-Dioumanzana | 19- Bozola                 | 39- Sabalibougou                        |                            |
| 3- Djélibougou            | 20- Quartier du fleuve     | 37- Torocorobougou                      |                            |
| 4- Sotuba                 | 21- Bamako-coura           | 40- Quartier-Mali                       |                            |
| 5- Korofina-Sud           | 22- Ouolofobougou-Bolibana | 41- Daoudabougou                        |                            |
| 6- Korofina-Nord          | 23- Base                   | 42- Kalaban-coura                       |                            |
| 7- Banconi                | 24- Dravéla-Bolibana       | 43- Niamakoro                           |                            |
| 8- Sikoroni               | 25- Dravéla                | 44- Sogoninko                           |                            |
| 9- Zone Industrielle      | 26- Darsalam               | 45- Magnanbougou                        |                            |
| 10- Hipodrome             | 27- Ouolofobougou          | 46- Faladjé                             |                            |
| 11- Bakaribougou          | 28- Badialan 1             | 47- Banankabougou                       |                            |
| 12- TSF                   | 29- Badialan 2             | 48- Sokorodji                           |                            |
| 13- Quinzambougou         | 30- Badialan 3             | 49- Dianeguéla                          |                            |
| 14- Niaréla               | 31- Niomirambougou         | 50- Concessions rurales de Magnanbougou |                            |
| 15- Bagadadji             | 32- Hamdallaye             |   |                            |
| 16- Médina-coura          | 33- Lafiabougou            |   |                            |
| 17- Missira               | 34- Djicoroni-Para         |   |                            |
|                           | 35- Séhénikoro             |   |                            |

L'examen de ces cartes permet de déceler facilement les problèmes suivants :

- Il existe une cohérence à l'intérieur de chaque catégorie de limite. Le contour des SE correspond à celui des DD et le contour des quartiers correspond à celui des communes.
- Le contour de DD correspond globalement à 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 général pour notre objectif d'un SIU sur Bamako.

### **C- Différence de format et intégration de données numériques**

Les difficultés liées au format dans l'intégration de données numériques d'une source différente dans un SIG ont été évoquées dans la description des étapes suivies dans la construction du prototype. Nous revenons de façon spécifique sur cette question à travers l'exemple de deux bases de données graphiques appartenant à deux services du District de Bamako.

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. N'ayant pas pu disposer d'une de ces bases nous n'avons pas pu réaliser l'exercice pratique de leur mise en correspondance mais nous en présentons la démarche et les difficultés.

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 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 système 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.

Plusieurs démarches sont alors envisageables pour l'intégration de la base de données routières de la Cellule Technique avec la base cartographique de CARPOL. Cependant, deux obstacles majeurs rendent cette opération difficile par des procédures informatiques :

1- 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.

2- Les données de CARPOL sont correctement géoréférencées tandis que les fichiers graphiques ayant servi de support à la cartographie effectuée par le logiciel SACARTO de la Cellule Techniques ne le sont pas.

Deux solutions, au regard de ces obstacles semblent les plus aisées à mettre en œuvre. 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. En plus les manipulations pour le recalage des fichiers graphiques s'avèrent très compliquées sur 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 à notre avis 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.

#### **4.1.2. 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.

##### **A- 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 important. 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 allant jusqu'à 30 %. Ces remarques nous ont été confirmées par Monique BERTRAND qui a utilisé la cartographie du recensement pour conduire une enquête longitudinale dans le District de Bamako. Elle a pu se rendre compte en comparant la réalité du terrain et les fiches d'enquête, que plusieurs parcelles avaient été omises. 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 d'émulation particulier. Il n'est pas rare que les enquêteurs au cours d'opérations lourdes de collecte soient payés à 30 000 Fcfa

(300FF) 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 à savoir 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 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.

## **B- 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 concernées 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 sur lesquels nous reviendront, 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 présente 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. Encore faut-il pouvoir accéder au dictionnaire de description des données.

Le tableau suivant donne une comparaison des codes des quartiers de la Commune I de Bamako créés par la DNSI et utilisés dans le recensement de 1987 (RGPH87) et de ceux créés par le CERPOD et utilisés dans l’enquête « Insertion des Migrants en Milieu Urbain du Sahel » (IMMUS - Bamako).

Nom de Quartiers	Code DNSI pour le RGPH87	Code CERPOD pour l’IMMUS
Banconi	002	810
Boukassoumbougou	004	811
Djelibougou	007	812
Fadjigila	008	813
Korofina – Nord	009	814
Korofina – Sud	013	815
Sikoroni	016	816
Sotuba	017	817

**Tableau 3 :** Comparaison des codes utilisés dans deux opérations de collecte différentes (Sources : Dictionnaire du fichier RGPH87, IMMUS 1992, Liste des codes géographiques)

La construction d'un fichier de données au niveau quartier nous a permis d'identifier des problèmes de cohérence interne des codes de la DNSI. Les codes de quartiers peuvent servir là aussi, à illustrer le problème. Dans la codification de la DNSI, le district de Bamako est identifié par le chiffre 81, les communes 1, 2, 3, 4, 5, 6, respectivement par les chiffres 91, 92, 93, 94, 95, 96. Les quartiers sont classés par ordre alphabétique et par commune et sont indiqués par un code à trois chiffres. Il est cependant difficile de discerner une logique de progression de ce chiffre :

- Il suit une progression selon l'ordre alphabétique des noms de quartier au sein de chaque commune mais pas sur l'ensemble de la série constituée par les quartiers.
- La classification n'a pas été systématiquement reprise à chaque commune même si on retrouve le même code pour des quartiers situés dans des communes différentes. C'est par exemple le cas de Sikoroni et la Zone Industrielle ; de Kalabancoura et Talico ; de Séma II et Sénou ; de Djélibougou et l'Hipodrome. Pour parvenir à distinguer ces quartiers à partir de leur code, il faut ajouter celui de la circonscription supérieure dans la hiérarchie c'est-à-dire la commune.

Ces difficultés nous ont amené à proposer une nouvelle codification obéissant à la progression par ordre alphabétique et par numéro de commune d'appartenance. Le résultat de cette démarche fait l'objet du tableau figurant en annexe 1.

Une autre difficulté rencontrée lors de la construction du prototype et liée à la codification est celle générée par la longueur du code du Secteur d'Enumération (SE). Celui-ci n'est en réalité concerné que par les trois derniers chiffres d'un code à 10 chiffres qui prend à son compte ceux des niveaux hiérarchiques supérieurs. Ainsi, dans le code du premier secteur qui est 8191000001 on retrouve les chiffres :

- 81 qui est le code du District,
- 91 qui est le code de la commune 1,
- 000 qui est mis pour le code du quartier remplacé partout par zéro et, enfin,
- 001 qui est le code du SE.

La structure du logiciel Savane ne permettant pas une prise en charge de dix chiffres pour identifier une unité spatiale, il a été indispensable de modifier ce code. Il n'était pas non plus question de se limiter au code à trois chiffres du SE vu que la numérotation reprend à 001 à chaque commune.



On aurait des séries de six SE ayant le même code. Nous avons alors choisi d'ajouter aux codes des SE, ceux des communes pour les individualiser, obtenant ainsi un code à cinq chiffres comme 91001. Un tableau de correspondance a permis de mettre en relation ce code ainsi que ceux des quartiers (à trois chiffres) et des communes (à deux chiffres) avec la « clé » des SE automatiquement générée par le logiciel lors du transfert du fichier. Le tableau de données est également relié à ce tableau de correspondance à travers la colonne identifiant SE qui leur est commune.

### **C- 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 des données. Ceci est évident en ce qui concerne 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. Il en est de même pour les données alphanumériques. Nous avons déjà signalé la perte de données liée à la détérioration des supports magnétiques. Une telle perte partielle ou totale des données initiales d'opérations coûteuses en réduit considérablement le potentiel d'utilisation. 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 CD ROM.

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.

## **4.2. Propositions méthodologiques pour la mise en place du SIU de Bamako**

Après l'analyse de l'existant effectuée et en sa lumière, il sera tenté dans ce sous-chapitre d'élaborer et de proposer une démarche structurée et cohérente de mise en place du

SIU de Bamako en ayant comme objectif d'atteindre le maximum d'efficience. Les propositions concerneront les objectifs et applications prioritaires du SIU, un schéma organisationnel et fonctionnel avec des critères en matière de choix technique et une stratégie de mise à jour.

### **4.2.1. Définition des objectifs et hiérarchie des applications**

Il ne saurait être question de définir les objectifs d'un SIU sans, au préalable, passer en revue les besoins réels en information géographique dans le contexte dans lequel il doit voir le jour. Nous avons donc procédé, dans les pages qui suivent, à une analyse des besoins perçus en information géographique à Bamako à travers une identification des principaux problèmes auxquels sont confrontés les gestionnaires de la ville. Ces problèmes bien que communs à toutes les villes en développement, présentent une spécificité dans chacune d'elles.

Contrairement à la pratique actuellement en vigueur au Mali, le choix d'un outil doit être effectué pour répondre à des besoins précis, apporter une assistance dans l'exécution de tâches spécifiques, observées ou à développer. Dans cette perspective, l'analyse, le recensement des besoins existants ou à prévoir, constitue un fondement incontournable de la mise en place de systèmes d'information. L'identification de ces principaux problèmes, à la résolution desquels sont attelées les autorités districales et communales, s'est fait à travers des entretiens auprès des responsables politiques et administratifs à ces différents niveaux et à travers la lecture de documents sur la programmation des actions, comme le plan d'actions semestriel pour le développement urbain du District, élaboré par la Cellule Technique du Gouvernorat du District et sur l'état d'avancement de certains grands projets, comme l'opération « sauvons notre quartier ». L'examen des problèmes sera suivi d'une évocation de la manière dont l'information géographique pourrait contribuer à les résoudre.

Ces différentes consultations permettent de retenir, entre autres, les points suivants comme étant de grande importance et d'une actualité brûlante :

#### **A- La gestion des affaires domaniales et les questions d'urbanisme**

Selon les propos de l'Adjoint du Gouverneur chargé des questions de développement et d'aménagement, les questions domaniales constituent environ 95 % des dossiers gérés à leur niveau. Le caractère problématique de cette question se manifeste à travers la spéculation foncière, qui atteint des proportions alarmantes à Bamako et à travers l'occupation illicite du domaine du District.

La spéculation foncière, bien qu'existant de longue date à Bamako, a pris un nouveau visage avec la décentralisation dans le District. Les nouveaux élus communaux, face au dénuement financier dont sont l'objet leurs circonscriptions se sont rabattus sur la seule ressource dont ils peuvent disposer, à savoir le foncier communal.

Ainsi, en marge des lotissements de « recasement »<sup>3</sup>, les maires en complicité avec les géomètres chargés des opérations et sous le silence coupable des autorités hiérarchiques ont fait exécuter des lotissements parallèles pour leur propre compte. Ces opérations parallèles ont souvent consisté à morceler des espaces prévus comme poches d'aération ou pour accueillir des équipements. Cette forme de spéculation a un impact négatif direct sur l'aménagement et les conditions de vie des populations.

Les parcelles de terrains, issues des opérations de recasement, ne peuvent pas, selon les textes, être cédées. Elles font pourtant l'objet d'un commerce florissant et presque officiel, la plupart des bénéficiaires étant obligés de les vendre parce qu'ils sont incapables de les mettre en valeur. Les gains de cette transaction serviront à répliquer l'expérience de l'habitat « illégal » dans des périphéries plus lointaines.

---

<sup>3</sup>Le « recasement » consiste à proposer des terrains lotis aux personnes dont les logements ont été démolis suite aux opérations de réhabilitation de quartiers « illégaux », notamment dans le cadre de l'opération « Sauvons Notre Quartier ». Ces personnes doivent pour cela s'acquitter de taxes au niveau de la mairie et contribuer au remboursement des frais de viabilisation. Ils doivent surtout construire leur maison selon les normes rigides en vigueur pour les espaces concernés.

Il n'y a pas de grande utilité à porter un jugement sur les acteurs des stratégies ci-dessus évoquées. Ce sont au contraire, leurs raisons profondes qu'il faut éclaircir et traiter. La plus évidente de ces raisons est l'insuffisance de l'offre en logements ou en parcelles d'habitation. On ne pourrait mettre en doute la volonté des autorités politiques et administratives à trouver des solutions adaptées aux problèmes. Le secteur de la promotion du logement a été libéralisé. Des promoteurs privés sont apparus à côté d'organismes plus connus comme la Société d'Équipement du Mali (SEMA) et l'Agence de Cession Immobilière (ACI). Une Banque de l'Habitat a été créée pour mobiliser l'épargne et favoriser l'accès au crédit immobilier. Un Office du Logement a également été créé. Il est actionnaire dans la Banque de l'Habitat et peut intervenir pour cautionner des groupements ou des individus en vue de réduire les taux d'intérêt des crédits.

Le nouveau contexte de décentralisation exige une collaboration harmonieuse d'une part, entre les autorités du District et celles des communes et, d'autre part, entre ces premiers et les nombreux opérateurs parapublics et privés. Un suivi étroit doit être accordé à la gestion des attributions de parcelles dans les opérations de « recasement » et d'habitat économique. Le District doit se donner les moyens de suivre la gestion des parcelles mises à la disposition des mairies et des sociétés immobilières. Ces dernières doivent fournir tous les documents nécessaires à cet effet.

Une attention particulière doit être accordée à la clarification des rôles des différents niveaux de responsabilités, notamment celles des municipalités.

En ce qui concerne l'habitat « spontané », il abrite près de la moitié de la population de Bamako. Les besoins croissants en logements de la population poussent certaines personnes, face à leur incapacité d'accéder aux terrains à usage d'habitation par la voie légale, à recourir à la pratique de l'occupation illicite de terrains, donnant ainsi naissance aux quartiers spontanés.

L'objectif de tous les gestionnaires de la ville est d'arriver à mettre fin au phénomène de l'habitat spontané. Un programme spécial «sauvons notre quartier » a été initié à cet effet. Ce programme consiste à réhabiliter les quartiers spontanés.

Pour ce faire, les zones de recasement, prévu à cet effet par le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de Bamako et environs, sont libérées de toute occupation illicite et proposées aux personnes devant être déplacées lors des opérations de réhabilitation. Ce programme rencontre des difficultés d'application, malgré des campagnes importantes de sensibilisation auprès des populations concernées.

L'information géographique doit contribuer à résoudre ce problème à travers le suivi de l'évolution spatiale de la ville, en général, et des réserves foncières et autres domaines d'intérêt public. Les opérations de réhabilitations seront également tributaires de l'information géographique en vue de maximiser l'impact des investissements à consentir.

Il en est de même pour les autres opérations d'urbanisme sectoriel (PUS) coordonnées par la Direction Régionale de l'Urbanisme et de la Construction (DRUC) comme celui du domaine de l'ancien Aéroport, le lotissement de Kalaban-Coura Sud Extension.

Il est d'une extrême importance de souligner le manque de correspondance souvent rencontré entre le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la ville et les plans directeurs d'autres secteurs comme l'assainissement.

L'expansion démographique et spatiale incontrôlée de la ville et la prolifération de l'habitat spontané sont à la base de la seconde gamme de problèmes relevés par les responsables du District, à savoir l'assainissement et l'insécurité.

## **B- L'assainissement :**

L'assainissement de la ville constitue une autre grande préoccupation de ses gestionnaires. Ce problème comprend trois volets qui sont en réalité liés à savoir : des l'écoulement des eaux pluviales, l'évacuation et le traitement des eaux usées et la gestion des déchets solides.

Le problème se pose en termes de déficience et même d'absence ou de mauvais état d'entretien du réseau d'évacuation des eaux de pluies et celui des eaux usées ; d'insuffisance dans le traitement des eaux usées ; d'irrégularité dans l'enlèvement des ordures ménagères et d'identification de sites appropriés pour leur dépôt. Ces différents dysfonctionnements peuvent entraîner des risques d'inondation et poser des problèmes du point de vue de la santé.

Des efforts soutenus à la hauteur des défis sont entrepris au nombre desquels il convient de signaler l'élaboration d'un Plan Directeur d'Assainissement de Bamako à l'horizon 2003. Son principal objectif est de remédier aux déficiences des systèmes actuels et de prévoir leur extension et leur densification.

Les actions de l'AGETIPE dans le domaine du drainage et celles des associations et GIE intervenant dans la pré - collecte des ordures ménagères sont également à signaler. Les efforts susmentionnés ne produisent cependant pas les effets escomptés faute de cohérence dans les actions. Il est nécessaire de mettre au point une stratégie d'intervention intégrée de toutes les composantes de l'environnement urbain. Cette stratégie peut efficacement reposer sur l'information géographique.

### **C-. L'insécurité :**

Le banditisme et les autres manifestations d'insécurité sont des phénomènes grandissants à Bamako, à l'image d'ailleurs des autres grandes capitales africaines comme Abidjan, Lagos... Ces phénomènes ont connu une explosion en 1998 tant par leur nombre que par leur gravité.

La lutte contre ces phénomènes passe par une bonne maîtrise de l'adressage de la ville par les services de police en vue d'une planification efficace de leurs actions au même titre que tous les autres services d'urgence comme ceux des urgences médicales des sapeurs-pompiers etc...

Cette lutte passe également par la création de services urbains comme l'éclairage public. Mis à part le long de quelques grandes artères, ce service est quasi inexistant même dans des quartiers de haut standing.

L'information géographique doit venir en appui au choix des zones prioritaires pour l'éclairage dans la perspective de la réduction de l'insécurité et de l'amélioration du cadre de vie des populations et à la gestion des réalisations (suivi de l'état et du fonctionnement du matériel). Ceci est valable pour les autres types de service urbain comme l'approvisionnement en eau potable, l'assainissement qui requièrent tous autant des données techniques que socio-économiques.

Ce répertoire rapide et de loin non exhaustif et cet examen des problèmes, dont font face les gestionnaires de la ville de Bamako, montre qu'un SIU peut contribuer à les aborder dans une perspective plus globale, plus intégrée. Elle contribuera également à moderniser l'administration et à optimiser la prise de décision. Ce répertoire guidera également le choix des applications prioritaires.

Au regard de ce qui précède, il est possible de formuler les objectifs du SIU de Bamako dans les termes qui suivent. Le SIU de Bamako doit :

- Venir en appui à une planification, une production et une gestion concertées de l'espace urbain, en vue de parvenir à un développement harmonieux et au bien être des populations de la ville.
- Contribuer à créer une meilleure synergie entre les différents acteurs de la vie publique que sont l'Etat, les municipalités, les associations et organisations non gouvernementales et les partenaires au développement ; à travers la mise à disposition d'une information croisée de qualité.
- Contribuer à la démocratisation de la vie publique à travers la création d'une meilleure synergie entre élus et administrateurs d'une part, et citoyens, d'autre part.
- Participer à des réseaux d'information sur les villes pour mieux faire connaître la ville de Bamako à l'extérieur.

Vu les capacités en S I G à Bamako, les besoins en information géographique et les objectifs assignés au SIU, nous proposons la hiérarchie suivante dans les applications :

- 1 - Urbanisme (planification urbaine),
- 2 - Gestion des réseaux, gestion de patrimoine et assainissement,
- 3 - Socio- économie,
- 4 - Gestion foncière (cadastre).

Dégager des priorités de cette nature s'avère très vite, au regard de cette liste de thèmes pouvant devenir autant d'applications, être un exercice difficile car elles sont toutes aussi importantes et urgentes pour une ville comme Bamako.

La réalisation du cadastre par exemple qui est d'une importance de premier ordre figure en quatrième place sur la liste puisqu'elle nécessite non seulement des ressources financières importantes mais aussi de la volonté politique.

Le cadastre peut constituer la couche d'information de référence dans un SIU qui permet de rattacher chaque information partielle à sa localisation dans l'espace. Cependant, nul n'est besoin pour avancer d'un niveau de détail cadastral, coûteux à établir et encore plus à entretenir.

Il est, dans le cas de figure, plus logique d'adopter un schéma descendant, allant du général au particulier. Le SIU peut dans un premier temps, être mis en œuvre sur la base d'un plan de ville permettant de localiser les opérations d'aménagement, de positionner les équipements principaux, d'indiquer la structure spatiale de variables socio - démographiques et de construire les premières analyses. Les contenus pourront être de plus en plus détaillés à mesure que la « culture SIU » s'installera et que les flux d'informations circuleront et seront consultés.



#### 4.2.2. Schéma organisationnel et fonctionnel du SIU de Bamako

En parlant de SIG, on a tendance à mettre en avant la technologie alors que le véritable enjeu réside plus dans l'organisation. Un SIG efficace est de nature forcément coopérative. Il implique une organisation qui privilégie la circulation de l'information entre les acteurs « au détriment des îlots de pouvoir », comme l'indiquait Jean-Claude Lummaux (Lummaux J-C., 1998).

L'apparition au Mali d'ébauches de systèmes d'Information géographiques et de bases de données informatisées a, comme cela a été mentionné précédemment, précédé toute étude de planification et de conception cohérente des différentes phases de développement de ces projets. Ils sont nés indépendamment les uns des autres et sont orientés chacun vers les besoins spécifiques de leurs initiateurs. Dans ce contexte, il serait totalement illusoire et illogique de concevoir un système centralisé qui reviendrait sur tout ce qui a été réalisé pour l'installer sur un nouveau S I G. Ceci créerait non seulement des coûts supplémentaires importants mais serait aussi à la base de l'interruption des opérations journalières qui sont effectuées à partir de ces outils (au cas où ils sont opérationnels). Il est important de souligner que c'est une fausse idée de croire que les bases de données non graphiques provenant des services doivent nécessairement résider sur le S I G avec la carte de base.

Trois raisons principales poussent à rejeter l'option de S I G centralisé. La première, toute simple, est que :

- Les services initiateurs de projets ne sont pas prêts à les abandonner.
- La deuxième raison est d'ordre financier. En effet malgré l'intérêt de partenaires multiples pour la promotion de l'outil, les ressources financières réellement dégagées pour l'exécution de projets restent encore faibles. Il est donc d'une grande importance d'éviter les redondances qu'impliquerait la création d'un SIG centralisé dans le contexte actuel.
- Enfin, le maintien et le renforcement de SIG sectoriels permettent leur élaboration et leur mise à jour par les spécialistes ou sous leur contrôle dans chaque domaine. Ceci est un gage supplémentaire de qualité de l'information.

Le rejet de l'option de SIG centralisé n'implique cependant pas automatiquement l'adoption d'un système décentralisé. Celui-ci suppose l'existence d'une infrastructure technologique de haut niveau comme les réseaux multisystème permettant des transferts directs de fichiers. Cette condition n'est pas encore réalisée au Mali.

L'option qui correspond le mieux aux réalités actuelles du pays et de la ville de Bamako est l'adoption de systèmes indépendants ayant une interface d'échange d'information. Il s'agira dans un premier temps de favoriser la convergence entre les différentes initiatives. Dans un second temps, on pourrait évoluer vers un système reparté avec une architecture client-serveur. Cette évolution sera possible dès lors que l'ensemble des structures partenaires du SIU seront connectées à un serveur d'information fonctionnant sur un réseau de type extranet.

Au stade actuel, malgré l'indépendance des systèmes, il est nécessaire de les inscrire dans un schéma organisationnel et fonctionnel qui favoriserait une plus grande efficacité dans la gestion de l'information notamment en facilitant son acquisition et son accès et en évitant les redondances.

Ce schéma, nous l'avons structuré en trois niveaux selon la pertinence des informations gérées pour le S I U de Bamako.

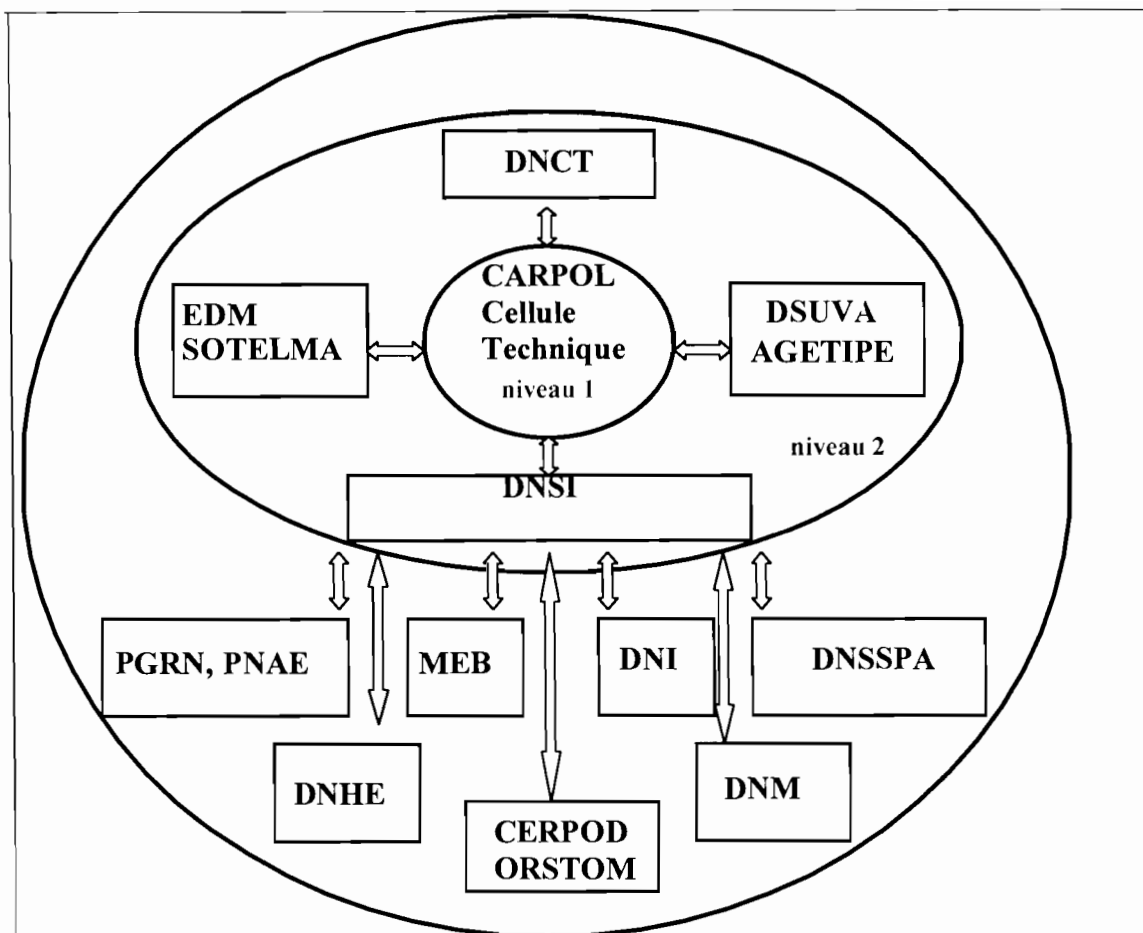


Figure 6 : Schéma organisationnel et fonctionnel du SIU de Bamako

### **1er niveau :**

C'est celui où se situe le noyau du S I U. La Cellule de Cartographie Polyvalente du District et la Cellule Technique du District peuvent se situer à ce niveau au regard de la quantité de données déjà gérées, du niveau de formation et de l'expérience du personnel et enfin du niveau d'équipement matériel et logiciel de ces services. Ce noyau intégrera les données géographiques produites au niveau de tous les services techniques propres du District avec lesquels il sera en liaison étroite. Il s'agit notamment du BRCTU, pour les données sur le trafic routier, l'équipement des voies et les accidents de route..., le Centre des Impôts pour les données sur l'occupation des parcelles, la masse imposable, la situation de recouvrement des différentes taxes... Il faut signaler qu'il n'y a pas de projet de S I G au niveau de ces services. Il est souhaitable qu'il en reste ainsi. Le projet de fusion entre la Cellule Technique et CARPOL ne ferait que consolider ce noyau potentiel.

### **2ème niveau :**

Il est constitué par trois groupes de services producteurs de données urbaines et initiateurs de projets de S I G. Il s'agit de la DNSI et de la DNCT représentées sur le graphique en haut et en bas du noyau ; du groupe constitué par les services internes du District et, enfin, de celui constitué par les services concessionnaires de réseaux comme l'EDM, la SOTELMA.

La DNSI et La DNCT ont été placés à ce niveau non seulement à cause du volume de données géographiques produites mais aussi pour le rôle prépondérant de coordination et de tutelle qu'ils doivent être amenés à jouer.

La DNCT est l'organisme qui produit ou co-produit toutes les cartes officielles en république du Mali. Elle doit également être chargée du contrôle de la qualité, et de l'approbation officielle des données graphiques produites par les sources différentes. Elle assure le secrétariat du *Comité National de Cartographie et de Télédétection (CNCT)*, créé en son sein par le Décret 90-114 du 14 octobre 1990.

Celui-ci a comme objectifs :

- de donner son avis sur toutes les questions importantes dont il est saisi par le ministre, responsable du secteur,
- de suggérer, d'entreprendre toute action susceptible de promouvoir l'enseignement, la recherche et la vulgarisation.

Force est de constater que ce comité n'est pas vraiment fonctionnel. Il devait, selon les textes, se réunir sur une base trimestrielle et soumettre un rapport annuel d'activités au Ministre de tutelle. Ce type de fonctionnement n'a pas été assuré. En plus, la composition du CNCT tel que mandaté par le Décret n'est plus appropriée et devrait être révisée pour coller mieux à la réalité des institutions impliquées dans les questions de cartographie et de télédétection. Une ouverture doit être faite en direction du secteur privé et des institutions de recherche.

La DNSI est le service qui a pour mandat de produire et centraliser toutes les statistiques démographiques et socio-économiques au Mali. Pour ce faire, il dispose de représentants au niveau des autres départements. Cette structure doit être renforcée pour la rendre opérationnelle. La DNSI envisage de numériser les unités statistiques sur la ville de Bamako, servant de support aux opérations de collecte pour permettre la représentation cartographique de leurs résultats. Son rôle dans le SIU de Bamako, en tant que producteur et centralisateur des données attributaires sur le pays, ne peut être que de premier ordre et de même nature que celui de la DNCT. En effet, la DNSI assure un rôle analogue pour les données attributaires que la DNCT concernant les données graphiques.

La DNSI a le mandat de fournir, d'approuver sinon de garantir la qualité des données officielles sur le Mali. Elle n'est, à ce titre, responsable que des données officiellement fournies par l'Etat malien.

La DNSI assure à son tour le secrétariat du *Comité de Coordination Statistique (CCS)* créé par le décret 91-145. Bien qu'il ne soit pas explicitement un Comité National, le Décret portant création du CSS (Article 5) autorise l'inclusion de tout groupe non-gouvernemental à des fins de consultation.

Quatre sous-comités ont été créés :

études démographiques et sociales ;  
statistiques agricoles et pastorales ;  
statistiques économiques et financières et  
applications informatiques.

Le CCS et les sous-comités qui le composent fonctionnent assez régulièrement mais sans mettre un accent particulier sur le SIG.

Deux constats poussent à argumenter en faveur de la création d'un autre comité qui regrouperait le CNCT et le CCS. La première est la nécessité d'une gestion coordonnée des deux ensembles de données que sont les données graphiques et les données statistiques. Un SIG opérationnel repose à la fois sur ces deux types de données. La coordination de leur production et utilisation ne doit donc pas être séparée.

Le second constat est celui de l'incapacité actuelle des deux comités susmentionnés à prendre en compte toutes les préoccupations liées au développement de l'information géographique au Mali. Ce qui est à la base de leur fonctionnement plus ou moins harmonieux.

Le nouveau comité dont la nécessité de la création est également reconnue par le groupe informel d'utilisateurs de SIG pourrait être nommé Comité National pour l'Information Géographique. Cette appellation loin d'être inédite correspond à un rôle déjà bien identifié et circonscrit sous d'autres cieux. Ce nouveau comité pourrait, soit se substituer aux deux premiers soit fonctionner de façon parallèle à eux. Cette dernière option est préférable car les attributions des comités actuels vont au-delà du domaine strict de l'information géographique.

Il pourrait être co-présidé par la DNSI et la DNCT. L'actuel Groupe Informel des Utilisateurs du SIG pourrait également y trouver sa place. Il aura en charge l'élaboration des normes nationales en matière d'information géographique notamment en ce qui concerne la codification et la documentation et l'échange des données.

Il faut souligner qu'en matière de normes, il est difficile pour un pays au potentiel économique et scientifique faibles, de contourner des standards internationaux qui s'imposent de fait.

Les deux autres groupes de services producteurs de données sur la ville de Bamako sont celui constitué par la DSUVA et l'AGETIPE et celui formé par l'EDM et la SOTELMA. Ces services comptent mettre en place des S I G dans lesquels seront présentés essentiellement les réseaux dont ils ont en charge la gestion. Ceci dans le but de planifier les interventions, de gérer le matériel et de consigner les résultats des actions.

Ces trois groupes de services seront des partenaires privilégiés et incontournables du noyau auquel ils fourniront les données démographiques et socio-économiques, les données sur l'environnement urbain, la voirie et les réseaux divers. Le groupe constitué par la DNCT et la DNSI assurera, en outre, la fourniture du cadre normatif et de référence à la production d'informations géographiques et la validation des données produites par le noyau. Celui-ci en retour pourra proposer à ses partenaires de ce niveau comme à ceux du niveau suivant, des analyses approfondies pour appuyer la prise de décision dans leurs secteurs respectifs.

### **3ème niveau :**

Il est composé de services initiateurs de S I G dont seulement une petite partie peut concerner la ville de Bamako. Il s'agit des nombreux projets de S I G au niveau des départements ministériels, des institutions de recherche et des organismes internationaux. Ce sont des S I G à l'échelle du pays tout entier et souvent complètement orientés vers le monde rural. Parmi ce groupe on peut citer des services comme le Programme National d'Action Environnementale (PNAE), le Projet de Gestion des Ressources Naturelles (PGRN), le Ministère de l'Education de base (MEB), le Ministère de la santé, de la Solidarité et des personnes Agées (MSSPA) le CERPOD, l'Orstom, la DNHE, la DNM...

Les échanges de données se feront entre chaque service et le noyau où chacun de ceux-ci pourra accéder aux données fournies par les autres. Les échanges de données supposent que soient conclus les accords nécessaires pour en déterminer les modalités. La présence d'institutions de recherche ayant une expérience concluante dans le domaine des SIG comme l'Orstom à ce niveau de partenariat avec le SIU peut lui garantir un appui scientifique et méthodologique important. Les interactions avec le milieu de la recherche et de la formation sont indispensables.

### **3.2.3. Ancrage institutionnel**

Un SIU sur une localité est par définition (en tout cas le plus souvent) un outil coopératif. C'est pour cela que la réussite de sa constitution et de son fonctionnement sont largement conditionnés à l'existence d'un réel partenariat entre les parties prenantes au projet. On parle souvent de « charte informationnelle » pour indiquer une plate-forme que les partenaires au projet définissent ensemble et s'engagent à respecter. Il est tout aussi important d'identifier un point d'encrage institutionnel favorisant un fonctionnement harmonieux du projet. Dans le contexte d'insuffisance de dialogue inter-institution qui caractérise le Mali, une évolution intéressante a retenu notre attention. Il s'agit, suite à la création en 1997 du Ministère de l'Environnement, de la mise en place auprès de ce département d'un Conseil Supérieur de l'Environnement (CSE). Celui-ci est un organe consultatif ayant pour mission de :

- assurer la coordination et le suivi de la politique du Gouvernement en matière de l'environnement ;
- coordonner et harmoniser les activités des structures impliquées dans la gestion de l'environnement et l'amélioration du cadre de vie ;
- assurer l'intégration des activités de conservation de l'environnement et l'amélioration du cadre de vie dans la planification nationale, en leur accordant l'attention politique et financière requise ;
- apprécier les risques d'origine naturelle ou technologique et suggérer les moyens de les prévenir ;
- proposer les mesures tendant à résoudre les conflits qui pourraient survenir dans le cadre de la mise en œuvre des opérations multisectorielles ;



- suggérer toute mesure de nature législative, réglementaire, institutionnelle ou technique pouvant assurer la protection de l'environnement et améliorer le cadre de vie ;
- donner un avis sur les conventions, protocoles et accords internationaux relatifs à l'environnement.

Son fonctionnement est régi par un Comité de Pilotage réunissant l'ensemble des départements ministériels impliqués dans la gestion de l'environnement ; un Comité Consultatif où est représenté la société civile et un Secrétariat Permanent.

Le choix du CSE comme niveau d'ancrage institutionnel permettrait de profiter de la dynamique de partenariat et de concertation engagée au niveau de cette structure. Une coordination technique pourrait être exercée par le département de l'Urbanisme et de l'Habitat à travers le Projet Urbain. Le rôle de tutelle et de validation de l'information pourrait être joué par la DNCT et la DNSI.

#### **3.2.4. Choix techniques**

Les choix 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 sont donc l'accessibilité financière et la convivialité des logiciels, la performance dans les fonctions graphiques et analytiques, l'adéquation pour la résolution des problèmes spécifiques de la ville, l'existence d'interfaces, la possibilité d'évoluer vers des systèmes plus complexes et d'intégrer des données en format raster et vecteur. 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 et qui ne bénéficieront pas par la suite de l'appui d'une équipe de développement bien structurée. On pourrait par exemple proposer des outils comme MAPINFO ou ArcView associés à un gestionnaire de bases de données relationnel. Il faut également signaler que des logiciels qui naguère étaient considérés comme « lourds » comme ARCINFO, 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 se feront par copie de fichiers sur des supports magnétiques ou numériques sur un système et lecture sur un autre. 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.

#### **4.2.5. Stratégie de mise à jours**

La stratégie de mise a jour reposera sur :

- les services partenaires du S I U qui doivent chacun dans le domaine qui le concerne procéder à la mise à jour. Ceci concerne notamment les données statistiques dont seront responsables les services producteurs. Ce 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 trouve un réel intérêt à participer au projet.

- le noyau du SIU qui aura en charge la mise à jours des fichiers graphiques. Le suivi de l'évolution de la morphologie urbaine mettra en œuvre les techniques de levée de terrain, de photogrammetrie 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 en collaboration avec la DNSI ;

- la Brigade Urbaine pour la Protection de l'Environnement. Ce service doit jouer un rôle important en ce qui concerne la collecte des données sur le terrain. Les agents en plus des informations sur l'environnement pourront collecter d'autres types d'informations si cela est signifié dans leur mandat et s'ils reçoivent un minimum d'appui logistique et financier pour cela.

## **Conclusion**

L'Information Géographique est un domaine en pleine mutation. Les SIG contribuent à ces mutations. Ils bénéficient eux-mêmes des progrès accomplis ces dernières années dans plusieurs disciplines. Les projets de SIG dans les pays en développement doivent tirer le meilleur parti de l'ensemble de ces progrès. Contrairement à l'impression que l'on pourrait en avoir, ces avancées notamment dans les domaines de la création et de la circulation de l'information, contribuent à réduire le fossé technologique entre pays riches et pays moins riches.

A Bamako, le milieu des années 90 a vu naître et se multiplier les projets et expériences en SIG. Ce foisonnement de projets se rencontre aussi bien au niveau des services propres du District de Bamako que dans les services externes comme les grandes sociétés et l'administration publique. Cependant les projets et expériences sont nés au gré de financements et d'opportunités sectoriels et présentent peu de cohérence d'ensemble. En outre, ils ont rarement atteint le stade de production ne se limitant qu'à des applications de cartographie simple. La qualité des données tant graphiques que descriptives oblige à se satisfaire d'une précision assez sommaire. Tout cela conduit non pas à envisager de revenir sur les projets existants pour en créer un nouveau mais à proposer un schéma de leur mise en cohérence. Il est souhaitable pour atteindre une plus grande efficacité, de faire converger dans un projet cohérent les différentes initiatives.

Après avoir présenté ces aspects conceptuels et méthodologiques et cette analyse prospective de l'existant en matière de SIG à Bamako, il serait intéressant d'aborder des questions liées à la conception et la mise en œuvre pratique d'un SIU. Pour cela, nous avons construit un prototype de SIU à partir des données de type, de date, d'échelle et de sources différents. Celui-ci nous a permis, à la fois d'être confronté aux difficultés relatives à la constitution d'un SIU à Bamako et d'effectuer une analyse de la structure et du fonctionnement global de la ville.

## **Chapitre 5 : L'ORGANISATION SOCIO-SPATIALE DE BAMAKO**

Il est certes intéressant de construire un beau système de gestion de données localisées en montrant comment le concevoir, le mettre en place et à quoi il pourrait ressembler. Il est encore plus utile de montrer à quoi il pourrait servir.

Dans ce chapitre nous utilisons le prototype de SIU pour procéder à une analyse de la structure et de l'organisation spatiale de Bamako. La démarche SIG intègre parfaitement l'utilisation de plusieurs méthodes, statistiques, cartographiques et de modélisation. C'est ainsi que nous introduisons cette étude par une analyse multivariée suivie d'une classification pour identifier les variables structurantes et la façon dont l'espace est structurée selon ces variables. Cette analyse permettra de découvrir des régularités, des discontinuités et de dégager les composantes qui structurent l'espace étudié. Cette structuration est modélisée sous forme de chorème pour en simplifier la lecture. 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<sup>1</sup> par la méthode d'analyse visuelle de carte. Nous aurons recours à cette méthode notamment pour valider les structures identifiées par la comparaison avec des données d'enquête. C'est cette comparaison qui montrera si nous sommes en présence ou non de véritables systèmes spatiaux.

### **5.1. 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 (SANDERS L. 1989) que dans l'analyse géographique l'intérêt de ces traitements dépend largement de la réflexion géographique en amont et en aval. Aussi, nous l'introduisons par quelques éclaircissements d'ordre conceptuel et pratique.

---

<sup>1</sup> 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.

Certaines de ces questions, déjà évoquées dans le deuxième chapitre, seront à nouveau présentées en apportant davantage de précision et en les recentrant par rapport à l'analyse.

### 5.1.1. Choix de l'analyse en composantes principales (ACP)

La première étape de l'analyse statistique a consisté en une analyse factorielle (analyse en composantes principales - ACP). Celle-ci a été suivie d'une classification hiérarchique ascendante.

Les premiers fondements de l'ACP remontent à Hotelling en 1933. Il a commencé à être utilisé en sciences humaines dans les années 1960. Ses résultats se présentent sous forme de composantes, combinaisons linéaires de variables différenciant au maximum les individus statistiques analysés. Ces combinaisons de variables correspondent, dans l'interprétation géographique à une association de variables liées qui classent les unités géographiques.

L'ACP s'avère être une méthode adaptée dans notre cas pour les raisons suivantes :

- Nous sommes en présence d'un tableau de données de dimension importante constitué de 564 individus (les unités spatiales correspondant aux SE du recensement de 1987) caractérisés par 43 variables. Le tableau correspond à la notation matricielle suivante :

Variable	
j	$i = 1 \dots n$
.	$j = 1 \dots p$
.	où $X_{ij}$ désigne la valeur de la $j^{\text{ème}}$ variable
.	pour le $i^{\text{ème}}$ individu.
Individus i . . .	$X_{ij}$

- Les variables sont quantitatives et exprimées en pourcentage ;
- Les variables sont homogènes et se répartissent en variables démographiques (les 8 premières variables et la 21<sup>ème</sup>), variables caractérisant l'habitat (les 12 variables suivantes) et variables socio-économiques (les 22 dernières variables). Cf. tableau 3

### **5.1.2. Le choix des unités spatiales et des variables**

Le choix des unités spatiales élémentaires est bien sûr fonction de la nature et de l'échelle du problème traité. En géographie urbaine plusieurs niveaux d'analyse et de représentation peuvent être utilisés allant de l'îlot aux niveaux d'agrégation supérieurs de la division administrative. Tant du point de vue des objectifs thématiques suivis que des options techniques, la référence à un objet géographique est la condition intrinsèque de l'intégration de données au SIU.

En ce qui nous concerne nous avons choisi de représenter et d'analyser les données issues du recensement au niveau spatial le plus fin afin de minimiser la perte d'information quitte à pouvoir remonter par agrégation à des niveaux supérieurs de représentation. En effet, plusieurs travaux dont celui de Dominique COURET (COURET D., 1994) montrent la pertinence de l'utilisation de l'îlot de recensement comme unité spatiale d'appréhension et d'analyse des données. A Bamako en 1987, le niveau « îlot » n'était pas un niveau de découpage dans la cartographie censitaire. Le niveau spatial le plus fin du découpage censitaire est le « secteur d'énumération » (SE) qui est un regroupement d'îlots. En effet, dans le stockage des enregistrements individus, concession et ménages du recensement, il est fait référence à une unité géographique nommée "secteur d'énumération" qui correspond à une organisation pratique pour les procédés de collecte, de saisie et d'archivage.

Les niveaux géographiques pris en compte dans le traitement des données censitaires sont la région, le cercle, l'arrondissement (correspondant en milieu urbain à la commune), le village (correspondant à la fraction en milieu nomade), le hameau, et au mieux, le quartier. Cependant pour l'organisation de la collecte du recensement un plan de repérage général a été réalisé. Il est disponible sous la forme d'une carte en 6 planches (une par commune) à l'échelle de 1 : 5 000<sup>e</sup> sans projection de référence.

Son utilisation est d'ordre opérationnel : délimitation du territoire à impartir à chaque équipe, moyen d'organiser les contrôles. La conservation au sein des registres informatisés des numéros de secteur d'énumération et de district de dénombrement est une technique d'archivage pratique qui permet d'uniformiser les numérotations aux différentes étapes du travail, de la collecte au traitement en passant par la recodification, la saisie et la vérification. La localisation précise de chaque logement ou individu importe peu, sinon quant à son appartenance à des ensembles géographiques plus larges mentionnés ci-dessus. La fin est d'appréhender les individus et ménages dans leur intégralité. La carte censitaire constitue donc un document sommaire du point de vue de la transcription de *l'ordre géographique*. Il ne comporte pas de repère ou de coordonnées géographiques exactes et le contour des secteurs dans les zones périphériques reste ouvert. Si elle ne présente pas *d'exactitude dimensionnelle* (signification métrique), 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.

Il est difficile de donner une description fonctionnelle précise de l'entité SE. Celui-ci n'est pas un objet géographique classique. Il n'est pas clairement rattaché à l'espace résidentiel mais couvre l'ensemble de l'espace urbain y compris les édifices et espaces publics. Théoriquement, les SE répondent à un critère démographique. Ils sont sensés regrouper un effectif de 1000 à 1500 personnes. En réalité, certains SE ont un effectif 100 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 des situations de ce genre sont rares. Le SE ne correspond pas non plus à un critère morphologique strict comme l'îlot bien qu'il regroupe plusieurs îlots. 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 niveau de représentation pour la réalisation de cartes choroplètes à partir des données censitaires.

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. La carte à l'échelle de 1 : 20 000<sup>e</sup> réalisée par CARPOL à partir de la restitution de couvertures aériennes et mise à jour au fur et à mesure 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 1/20 000<sup>e</sup> présenté dans le chapitre précédent.

La réalisation technique du référentiel a donné lieu à des choix. Le choix a par exemple été fait de faire passer systématiquement le trait de la limite au milieu de la rue. En plus des problèmes évoqués dans le chapitre précédent, il convient de signaler la difficulté liée à l'utilisation d'une carte presque à jours 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. 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 celles couvrant le quartier de Sangarébourgou, 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 de CARPOL. Ce type de quartiers ou même de villages seront néanmoins pris en compte dans le SIU à travers l'utilisation d'images satellitaires et de photographies aériennes.

L'intégration des données censitaires au prototype de SIU et leur exploitation par le SIG "Savane" demande une transcription de l'information descriptive en fonction d'entités géographiques.



C'est pour cela qu'après avoir effectué le choix du SE comme niveau d'appréhension et de représentation, pour intégrer les données fournies par le recensement, il était nécessaire de passer des fichiers originels, descriptifs des individus, des concessions et des ménages, à un tableau homogène où toutes les variables sont agrégées au niveau des SE en additionnant pour chaque variable les effectifs correspondant à chaque modalité. Par ailleurs il a été souvent nécessaire de recomposer les modalités pour en former de nouveaux plus synthétiques et plus pertinents selon notre point de vue. C'est par exemple le cas des trois tranches d'âges (effectifs de la population masculine et féminine ayant moins de 15 ans, compris entre 15 et 59 ans et ayant 60 ans et plus) obtenues par addition des tranches d'âge annuelles correspondantes. La tranche d'âge 15-59 ans correspond mieux à la population active au Mali. En effet les jeunes en milieu rural et même les jeunes non scolarisés en milieu urbain entrent très vite dans la production après une phase d'aide familial ou d'apprenti. Un autre exemple constitue la branche d'activité dont les 12 modalités ont été regroupées en trois secteurs d'activité (primaire, tertiaire et secondaire) plus le commerce que nous avons voulu isoler à cause de son importance à Bamako. Nous avons ensuite fait la distinction entre hommes et femmes, obtenant, au final 8 variables. Ce travail a été effectué au CERPOD à l'aide du programme REDATAM. Bien qu'assez lourd, il n'a pas posé de difficulté particulière puisque chaque fiche d'enquête contient la référence à un SE.

Un travail fastidieux de mise en forme des données a ensuite été effectué. En effet, après le traitement par le programme REDATAM, chaque variable a donné naissance à un tableau différent. Il a ensuite fallu regrouper ces différents tableaux pour en obtenir un seul. Cette tâche a été rendue complexe du fait qu'on obtenait un nombre différent de SE dans les tableaux élémentaires. Leur examen attentif a montré que certains SE étaient mentionnés deux ou trois fois dans le même tableau et que l'addition des valeurs de ces différentes occurrences aboutissait à des valeurs cohérentes. Les données manquantes ne concernaient pas toujours les mêmes SE. Il a donc fallu mettre en correspondance les valeurs de toutes les variables portant sur le même SE.

Après ces précisions sur le choix des unités spatiales, il convient de donner également quelques éclaircissements sur les éléments ayant présidé au choix des variables.

Le choix des variables a été orienté par le dictionnaire du recensement lui-même. Nous nous sommes fixé l'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 des analyses pour identifier les variables véritablement structurantes. Se 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 de la ville. C'est ainsi que dans la liste des variables retenues figurent des variables démographiques, socio-économiques et des variables caractérisant l'habitat. Les variables démographiques sur la natalité et la mortalité initialement sélectionnées n'ont pas été conservées parcequ'elles sont difficilement saisissables par un recensement. Ces variables complètement hétérogènes à première vue présentent une homogénéité par rapport à la problématique d'identification de systèmes spatiaux ; ceux-ci résultant, comme signalé, de la combinaison des différentes dimensions 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 4 : 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

### 5.1.3. 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. Nous nous intéressons donc surtout aux sorties relatives aux variables, les axes factoriels n'étant autre que des combinaisons linéaires de l'ensemble des variables analysées. L'ensemble des variables ayant des coordonnées relativement importantes sur l'axe sert à établir sa signification.

La figure 7 est une représentation visant à rassembler en quelques graphes la plus grande partie de l'information contenue dans le tableau de données. Son examen montre que les cinq premiers facteurs fournissent 55,13 % de l'inertie totale ou dispersion totale du nuage de points. C'est-à-dire qu'ensemble ces facteurs contribuent 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, expliquant ensemble 44,34 % de l'information, comme descriptifs des principales caractéristiques des SE. 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.

#### **Axe 1 :**

Le premier axe est celui dont la variance est maximale. Il explique à lui seul 28,46 % de l'inertie et c'est lui qui met en évidence les variables qui structurent le plus 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, le puits. Il est aussi caractérisé par une proportion plus élevée d'enfants dans la population, par l'occupation des femmes dans le commerce et par le statut résidentiel « propriétaire ». La corrélation qu'on peut deviner entre les variables constituant chacun de ces groupes traduit une certaine concordance dans leur distribution spatiale.

Ainsi, les thèmes suivants, dans l'ordre décroissant, se dégagent comme critères principaux de différenciation des SE à Bamako :

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

Le thème équipement 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 de la population est déterminé par la proportion différente des jeunes de moins de 15 ans, des actifs de 15 à 59 ans et des personnes âgées de 60 ans et plus. Le thème de la condition de la femme est déterminée 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 abouti à des résultats plus ou moins prévisibles. En effet, la thèse de 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 les comportements démographiques n'ont pas suffisamment attiré l'attention. Il est fréquent de voir caractérisé des localités entières par le même type de transition démographique alors qu'à l'évidence la situation peut être complètement hétérogène même à l'échelle d'une ville. Par ailleurs, c'est le rôle joué par la condition de la femme dans la différenciation intra-urbaine qui est le moins attendu. C'est un fait connu que dans les sociétés africaines on envoie avec moins d'empressement une fille à l'école qu'un garçon. Des programmes de sensibilisation visent même à corriger ces injustices. Cependant peu d'études ont montré que la situation sociale des femmes est sur le plan spatial plus hétérogène que celui des hommes.

En résumé, on peut affirmer que le principe premier de différenciation des SE est un principe **d'opposition** entre structures contrastées, dans lesquels interviennent à la fois des variables caractérisant l'habitat, des variables démographiques et des variables socio-économiques.

Figure 7 : 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	*****
11	1.1163	2.60	74.02	*****
12	1.0091	2.35	76.36	*****
13	.9609	2.23	78.60	*****
14	.9291	2.16	80.76	*****
15	.8615	2.00	82.76	*****
16	.7712	1.79	84.55	*****
17	.7116	1.65	86.21	*****
18	.6768	1.57	87.78	*****
19	.6211	1.44	89.23	*****
20	.5374	1.25	90.48	****
21	.4907	1.14	91.62	****
22	.4507	1.05	92.67	***
23	.4365	1.02	93.68	***
24	.3825	.89	94.57	***
25	.3626	.84	95.42	***
26	.3251	.76	96.17	***
27	.2954	.69	96.86	**
28	.2487	.58	97.44	**
29	.2274	.53	97.97	**
30	.2117	.49	98.46	**
31	.1965	.46	98.91	**
32	.1855	.43	99.35	**
33	.1200	.28	99.63	*
34	.1007	.23	99.86	*
35	.0342	.08	99.94	*
36	.0141	.03	99.97	*
37	.0100	.02	99.99	*
38	.0016	.00	100.00	*
39	.0004	.00	100.00	*
40	.0001	.00	100.00	*

**Tableau 5 : 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 15-59ans	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 an	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

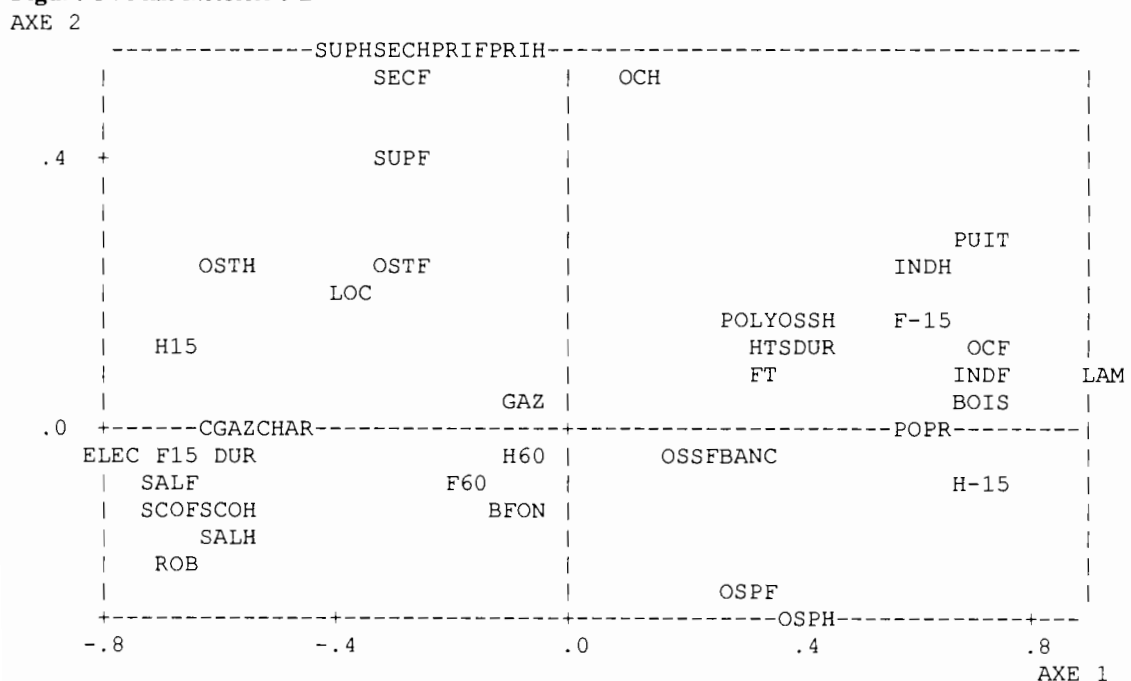
**Tableau 6 : Edition sur le facteur 2 des variables continues**

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 au	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 m.nage féminins: secondaire	3.00	7.96	.57
40	niveau d'éducation des chefs de m.nage masculins: supérieur	2.45	5.61	.62
41	niveau d'éducation des chefs de m.nage féminins. primaire	6.96	14.18	.69
42	niveau d'éducation des chefs de m.nage masculins secondaire	4.40	7.51	.74
43	niveau d'éducation des chefs de m.nage masculins primaire	8.96	13.75	.78

### L'axe2 :

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 dans le secteur primaire. Il traduit à son tour un principe d'opposition entre ces deux groupe de variables, le premier se projetant sur la partie positive de l'axe et le second, sur sa partie négative. En clair, l'axe oppose la structure spatiale des chefs de ménage ayant atteint au moins un niveau primaire d'éducation à celle des actifs occupés dans le secteur primaire. Le plan factoriel ci- dessous constitué par les deux premiers facteurs permet de visualiser la double opposition déterminant les deux premiers facteurs.

Figure 8 : Plan factoriel 1-2



### L'axe 3 :

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. La particularité ici est l'isolement de la tranche d'âge des 60 ans et plus 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, relatives surtout au niveau d'éducation et à l'occupation dans le secteur primaire.

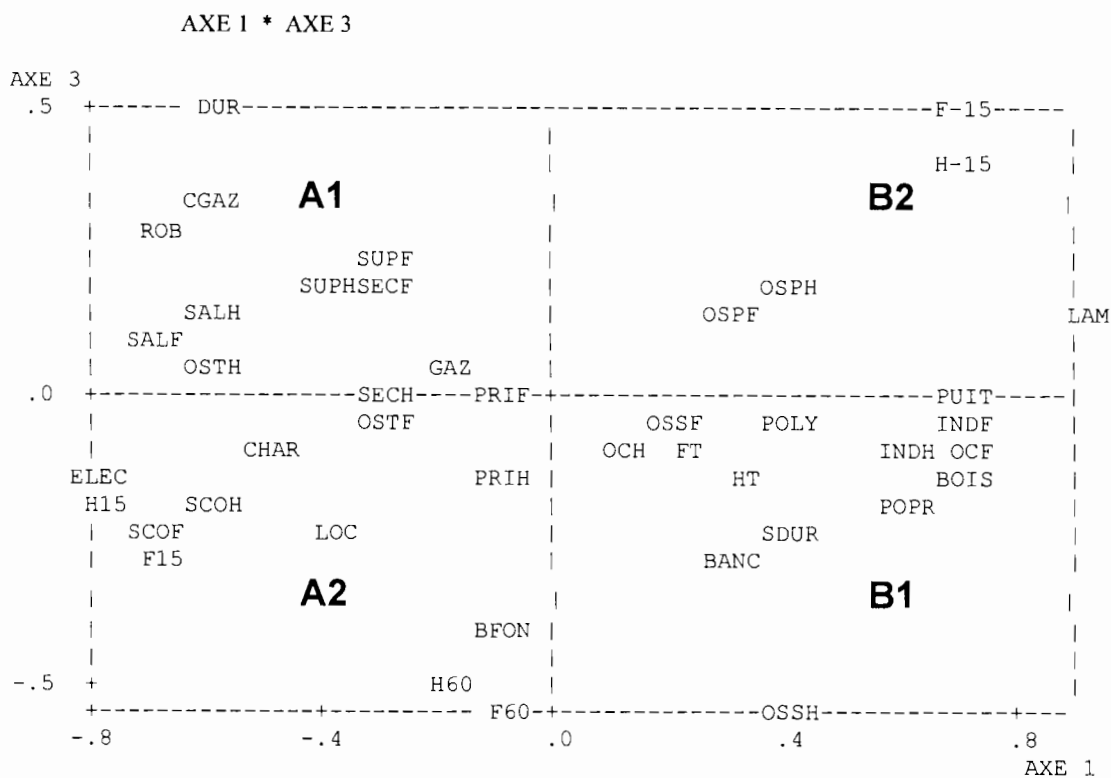


Ceci nous permet de distinguer un cinquième critère de différenciation des SE à savoir le secteur d'occupation qui vient affiner la première grande division.

**Tableau 7** : 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 15-59ans	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
<b>ZONE CENTRALE</b>				
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 9** : Plan factoriel 1-3



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 cinq 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 mélangé. 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 non intégrés avec une population occupée dans le commerce et propriétaire**

Le type B1 caractérise les secteurs sous équipés avec une population d'indépendants occupés dans le secteur secondaire (artisanat) et dans le commerce. Le phénomène de la polygamie apparaît être ici, plus important 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.

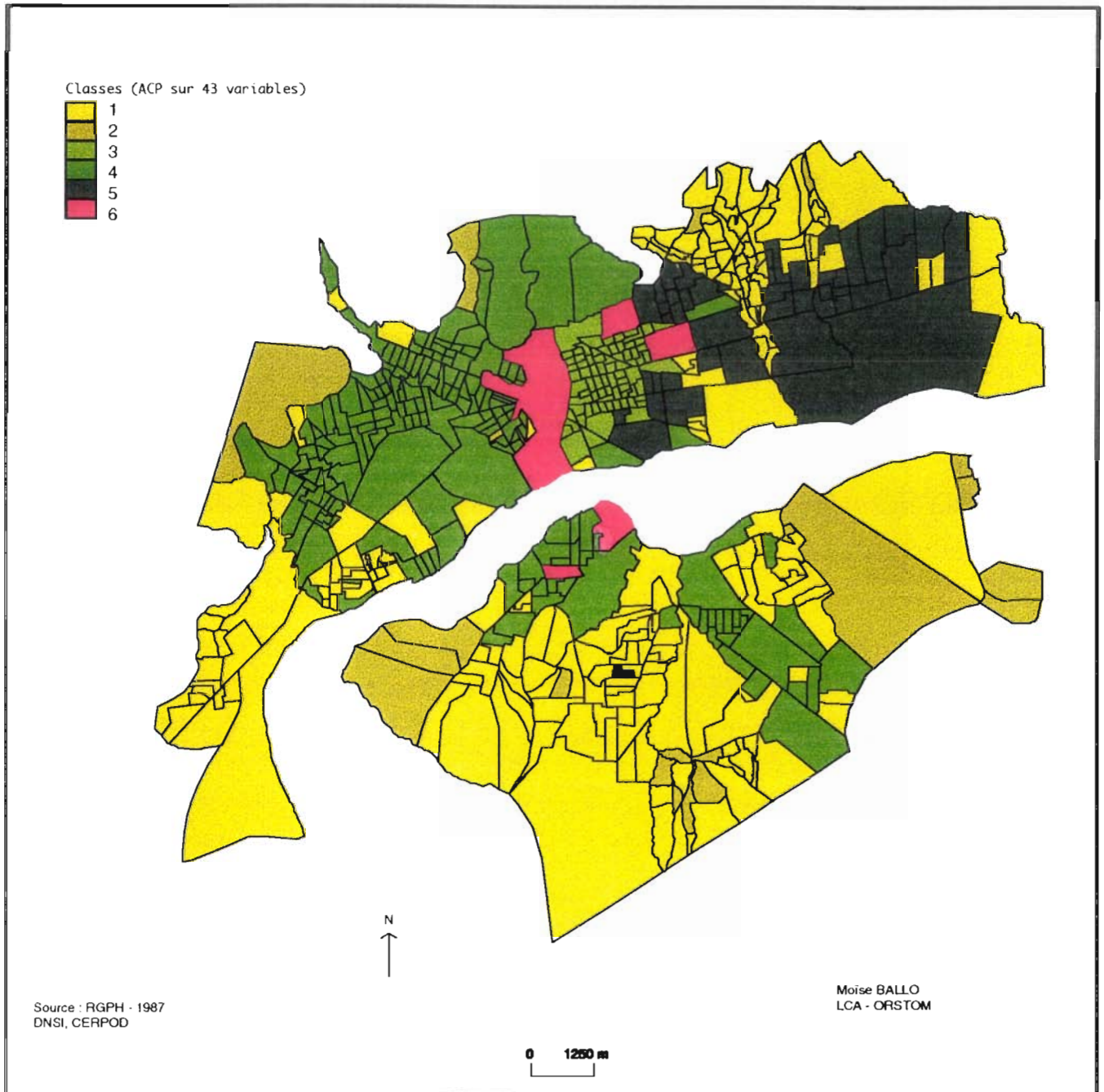
## **5.2. Les structures socio-spatiales associées à ces tendances**

La deuxième partie de l'analyse statistique a constitué à la réalisation d'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. 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) parcequ'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.

### **5.2.1. Typologie des secteurs de Bamako**

A partir donc 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'information 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. planche 4) renvoient par leur contenu aux quatre types précédents.

### Bamako : Typologie - 1987



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 différenciation 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 et correspondent au type B.

**2- Les secteurs planifiés et intégrés**

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

**Classe 1 : Les secteurs péricentraux sous intégrés**

La classe 1 correspond au type B1. Sur le plan spatial les SE correspondants sont situés en marge des secteurs planifiés. Ils correspondent à des localités d'occupation ancienne et densément peuplée comme Banconi et Niamakoro. Selon la tradition orale (pour ne pas dire selon la légende) 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<sup>1</sup>. Pour donner un exemple, on peut citer le quartier Banconi qui est considéré comme périphérique certainement parce qu'il est 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 ne sont pas inexistantes. Aussi, la population a recours principalement au puits pour l'approvisionnement en eau potable, à la lampe à pétrole pour l'éclairage. Elle utilise également le 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 de ces SE correspondent à des parties de tissu urbain spontané ayant bénéficié de programmes de réhabilitation.

---

<sup>1</sup> Cf. enquête de Van Westen (van WESTEN, 1987)

C'est surtout l'activité qui distingue le plus cette classe de la suivante qui lui est le plus proche. En effet comme dit précédemment, les actifs de cette classe sont des « indépendants isolés » occupés surtout dans les métiers de l'artisanat et dans le commerce. Le régime matrimonial « polygamie » est relativement plus important dans ce type.

La promiscuité due à l'ancienneté de l'urbanisation et les mauvaises conditions d'équipement contribuent à créer dans ces secteurs un environnement assez insalubre. Il n'est pas rare qu'à certains endroits on éprouve des difficultés à passer par une rue en raison des eaux usées qui l'occupent, n'ayant pas trouvé de canalisation. Le programme de réhabilitation « sauvons notre quartier » a contribué dans certains secteurs à réduire ces nuisances.

## **Classe 2 : les secteurs périphériques non intégrés et ruraux**

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 ce type est complètement tournée vers les activités maraîchères et agricoles. Ces secteurs sont situés sur des localités considérées il y a peu comme des villages<sup>1</sup>. 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 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.

---

<sup>1</sup> Cf. enquête de la Direction du Projet Urbain (Direction du Projet Urbain, 1984)

### **Classe 3 : Les secteurs centraux mixtes**

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 particulière. La proportion de personnes âgées est importante. A la différence de la classe 4, la classe 3 n'est pas homogène par rapport au statut de résidence. En effet, à Missira et dans les secteurs orientaux de la classe qui sont des extensions donc plus jeunes, domine le statut de locataire tandis qu'il y a plus de propriétaires dans les secteurs occidentaux.

C'est dans ces quartiers que se rencontrent les plus fortes densités de population. La plupart des maisons sont construites en semi-dur, c'est à dire en terre et recouvert d'une couche de ciment. En raison de la position centrale, une activité commerciale et de petits métiers intense se développe sur les axes routiers.

### **Classe 4 : Les secteurs péricentraux mixtes**

Ce sont les plus étendus en surface. Les quartiers péricentraux sont ces quartiers intermédiaires qui ne sont ni les centres historiques, ni les espaces périphériques et périurbains ; ni les quartiers les plus vieux mais déjà d'un certain âge. Le mot qui caractérise le mieux les secteurs appartenant à cette catégorie là encore 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 qui sont choisis par des fonctionnaires mais aussi par des personnes occupées dans le secteur secondaire à cause des prix plus abordables que dans les quartiers résidentiel et le 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 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.

Par contre d'autres, également couverts par les secteurs de la classe, comme Bamako-coura, Darsalam, Dravéla, Dravéla-Bolibana, Ouolofobougou, Ouolofobougou-Bolibana sont plus vieux et plus centraux. Ils datent d'avant 1940 tout comme les secteurs de la classe 3 si bien qu'ils sont rattachés dans la plupart des classifications au vieux centre historique. Cependant, par leurs composantes socio-démographiques ils ressemblent plus aux autres secteurs de la classe 4.

#### **Classe 5 : les secteurs péricentraux résidentiels et bien équipés**

Les secteurs appartenant à cette classe comme ceux appartenant à la suivante correspondent au type A1. Ils couvrent la majeure partie de l'Hippodrome, de Boukassoumbougou, de 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 propriétaire ou locataire aux revenus plus élevés que la moyenne. Ce sont des cadres supérieurs occupés dans le tertiaire. C'est entre le groupe formé par cette classe et la suivante d'une part, et les autres classes d'autre part, que se situe la vraie barrière sociale à Bamako.



## **Classe 6 : les secteurs centraux administratifs et commerciaux**

Ces secteurs correspondent principalement au centre administratif et commercial, à la partie administrative de Daoudabougou comprise entre l'Avenue de l'OUA (route nationale de allant vers Ségou et Sikasso) et le fleuve. Figurent également dans cette classe les secteurs situés sur des grands équipements publics comme le Champ Hippique de Bamako et le Stade Omnisport Modibo Keïta. 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 villa avec de grandes parcelles très boisées caractérise 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.

### **5.2.2. Valeur ajoutée de la typologie par rapport aux précédents**

Plusieurs classifications ont été effectuées sur Bamako selon des critères voisins<sup>1</sup>. Ces critères peuvent se résumer en critères historique, 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 différentes et dans des objectifs différents. Ils ont donc abouti à des résultats assez différents.

---

<sup>1</sup> 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 »

Sans mettre en cause ces différentes typologie, notre typologie peut utilement les compléter. Le principal inconvénient de l'ensemble des typologies ci-dessous indiqués 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'un 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 utilisés ces derniers ressemblent plus aux quartiers péricentraux plus jeunes qu'au 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 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 de 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 faisons recours après les traitements statistique et cartographique de l'information, à son traitement graphique.

### **5.3. Un modèle spécifique de la ville de Bamako**

Comme signalé dans la partie consacrée aux outils, c'est la modélisation graphique qui sera 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 permettra de traduire uniquement les interactions de type géographique, spatiales.

#### **5.3.1. Construction du modèle, principes de base**

La présente modélisation est déductive. Elle tire partie 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 sera suivie par la discussion des structures constatées et à la mise en évidence des dynamiques. Celles-ci sont induites par les stratégies des acteurs locaux. La modélisation graphique nous permet par ailleurs, de réintroduire la notion de spécificité. En effet, elle suppose de combiner les signes élémentaires entrant dans la composition de l'espace géographique (ligne, point, surface) pour traduire les règles d'organisation de l'espace qui ne sont autre que des modèles généraux. Ces derniers vont se combiner à leur tour tout en se pliant aux contraintes particulières de l'espace étudié pour donner le modèle spécifique. La confrontation de modèles spécifiques représentant des espaces au contexte très proche peut permettre de construire un modèle plus général. Plus on s'éloigne du spécifique plus le degré d'abstraction mais aussi de généralisation est important. C'est ainsi qu'on peut entendre parler de structure de la ville européenne, de modèle d'organisation de l'espace des grandes villes du tiers Monde... Ainsi, Jacques CHAMPAUD (extrait de cour) présente un modèle de la ville coloniale avec ses principes de ségrégation, dépendance et répartition fonctionnelle. Il s'appuie en cela sur les plans des villes de Dakar, Douala et Abidjan. On pourrait ajouter que la structure dégagée correspond à celle des villes coloniales africaines portuaires.

Dans l'exercice de modélisation de la ville de Bamako, nous utilisons principalement les structures existant en 1987. 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 (planche n° 4). Le second document est la carte des densités (planche n° 5). Celle-ci est un bon révélateur sur les processus en cours sur un territoire. Elle est également à un moment donné, mémoire des évolutions passées.

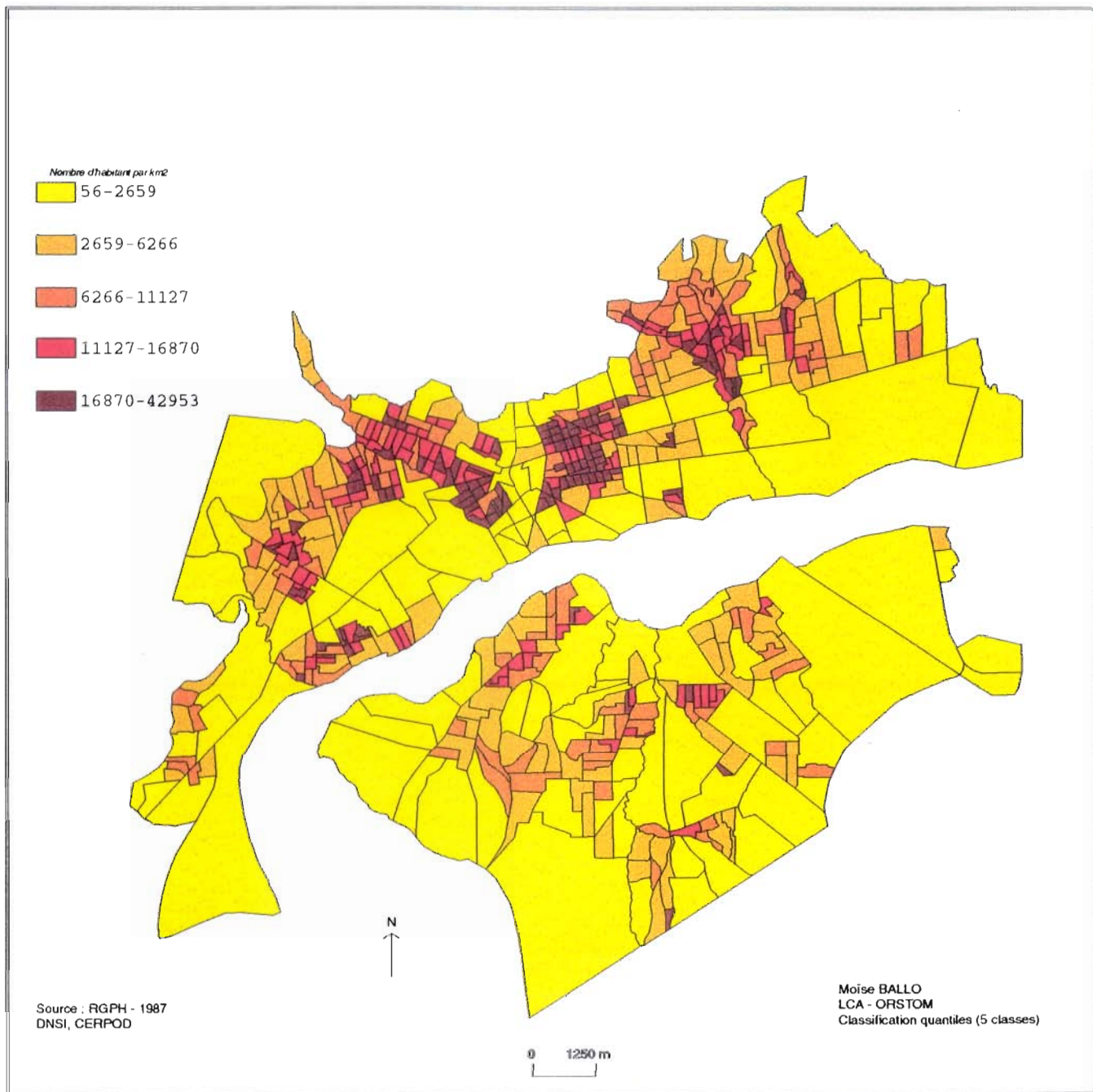
La carte résultant de la typologie met en évidence une disposition en auréoles concentriques de la synthèse de l'ensemble des 43 variables sélectionnées. Malgré une assez grande mixité dans la ville, ceci dénote une structuration socio-économique selon ce gradient.

Le gradient auréolaire apparaît également sur la carte des densités. Une observation même rapide de cette carte montre une grande irrégularité de concentration et, en même temps, une certaine régularité dans l'ordonnement. 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.

### Bamako: Densité de la population - 1987



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 les secteurs centraux mixtes. Ce sont les 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 aux secteurs péricentraux mixtes et aux secteurs péricentraux résidentiels. Toute la partie centrale de la rive gauche peut également être incluse dans cette zone de densité.

Enfin, tout autour de la ville, avec une plus grande extension en rive gauche, se situe une zone de faibles densités. Il s'agit en général des quartiers périphériques spontanés non et sous intégrés.

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 Fadjigila 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 planche n° 6 fait apparaître la ségrégation dont ont fait l'objet ce type de quartier dans les politiques d'aménagement jusque dans les années 90. On remarque que le réseau d'adduction d'eau contourne même la petite bande de Fadjigila, large d'un peu plus d'un kilomètre qui s'incruste entre les quartiers résidentiels de Korofina et Djélibougou.

La seconde logique que les quartiers de Banconi et Fadjigila permettent d'illustrer également 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.

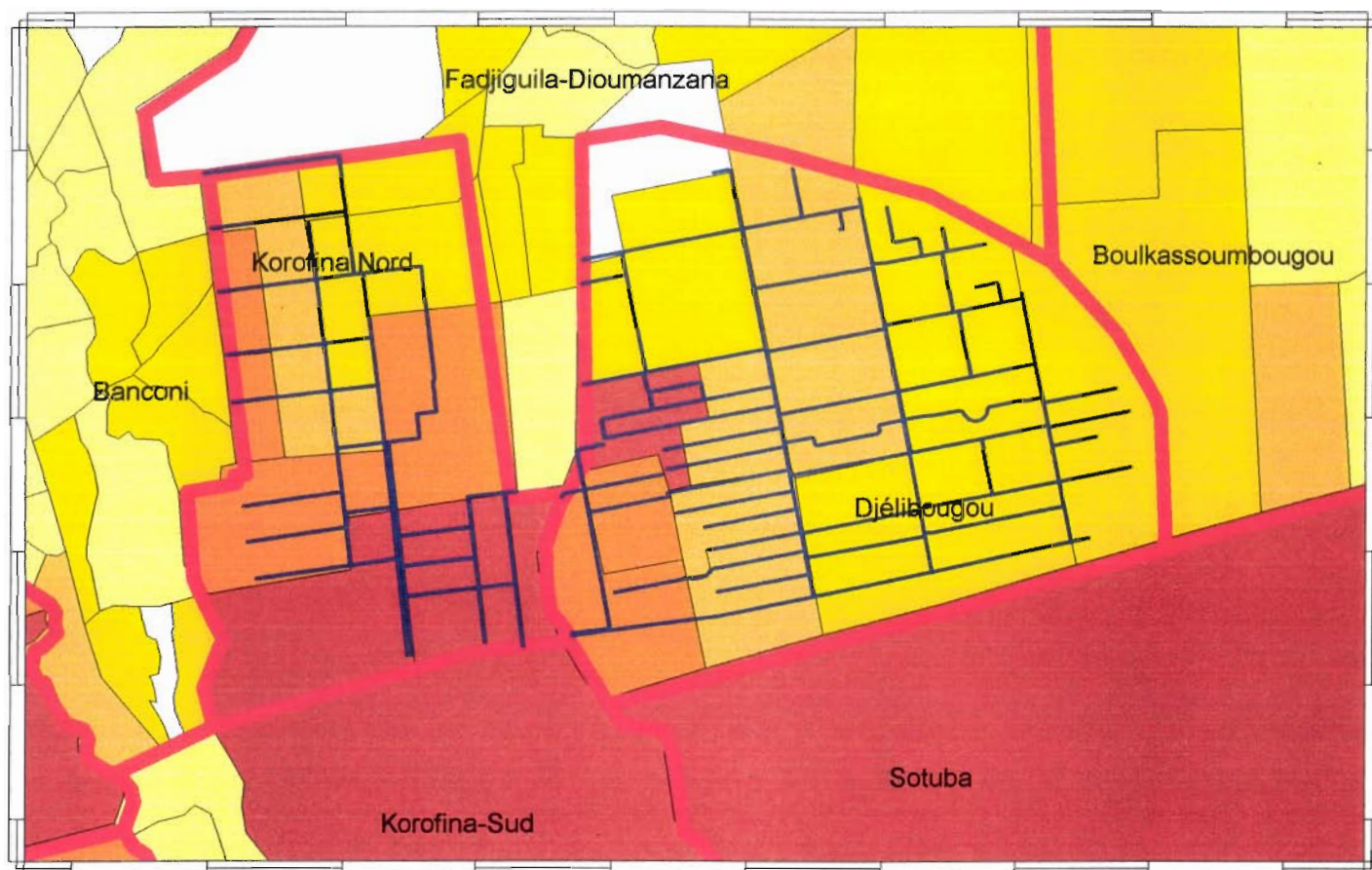
## **B- Les logiques linéaires**

### *a- 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 droite au quartier Sogoninko en rive gauche en passant par Bolibana et Bamako-coura est formé par les routes nationales allant vers Kati et vers Ségou-Sikasso. Cet axe et l'étalement dont il a été question sont entrain 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 les routes nationales allant vers Koulikoro à l'est et vers Kourémalé à l'ouest, du côté de la Guinée.

**Approvisionnement et accès à l'eau par robinet  
dans les quartiers de Korofina-Nord et Djélibougou - 1987**



Moïse Ballo  
LCA, Orstom

0 400 m



Sources DNSI, EDM

% de ménages s'approvisionnant au robinet

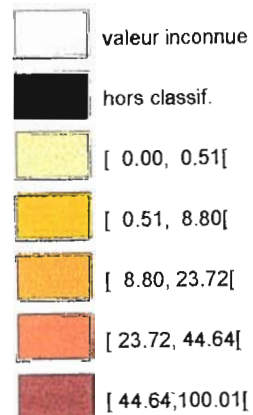
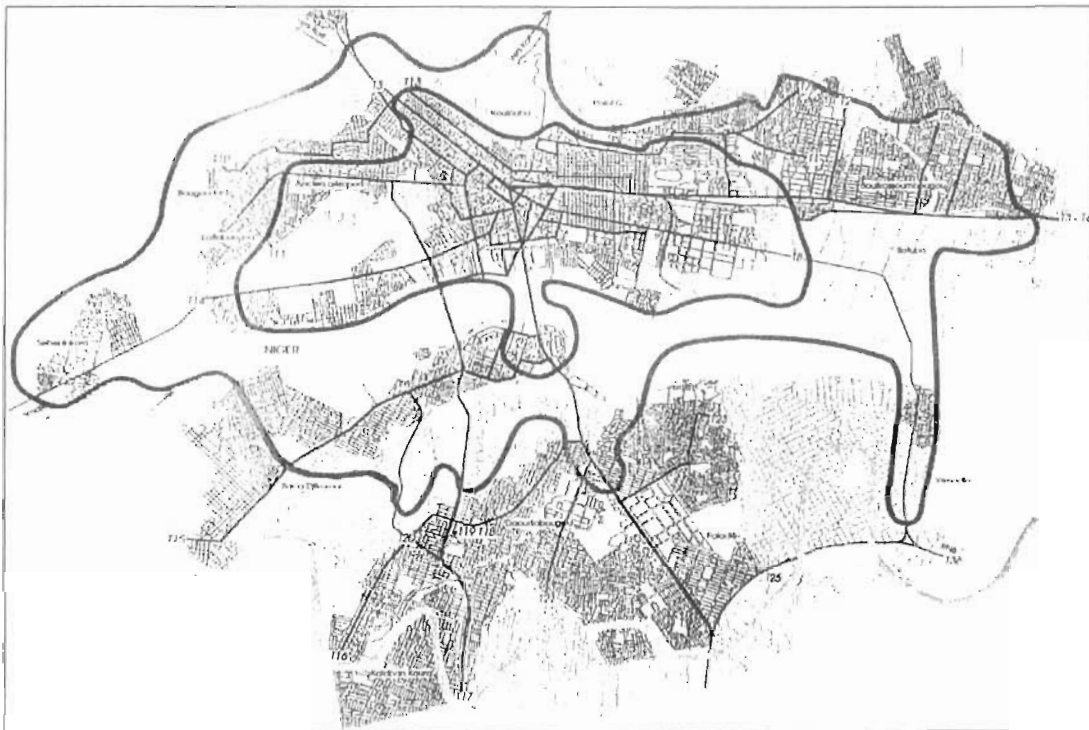






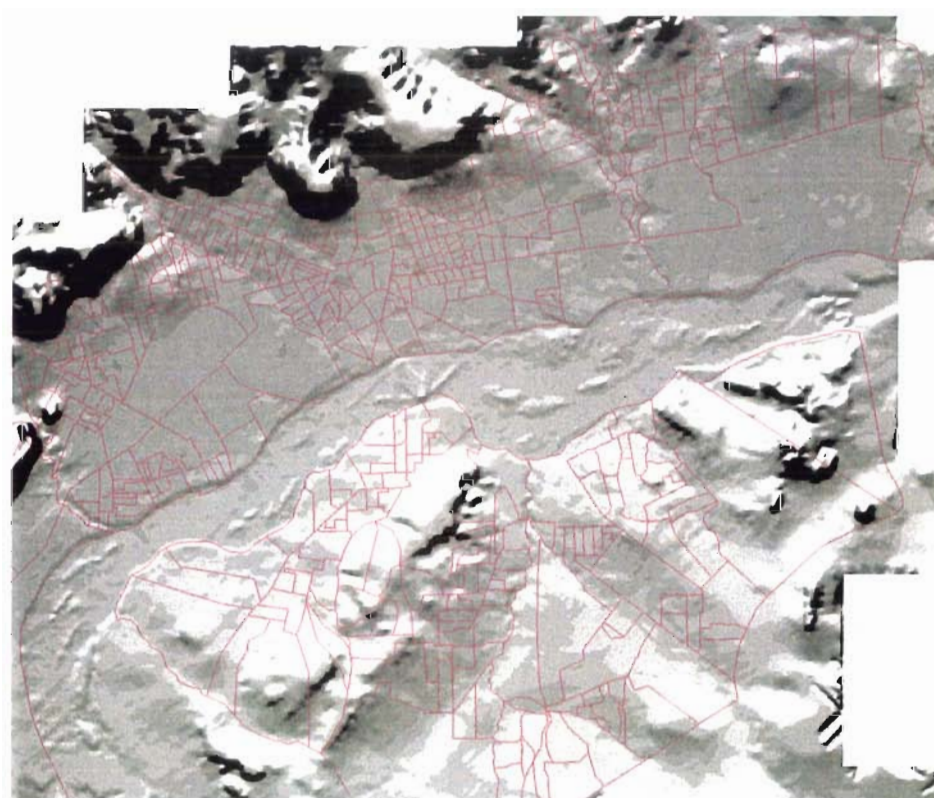
Figure 10 : Bamako : Isochrones depuis le centre



Sources : Groupe Huit



BAMA KO  
Modèle Numérique de Terrain

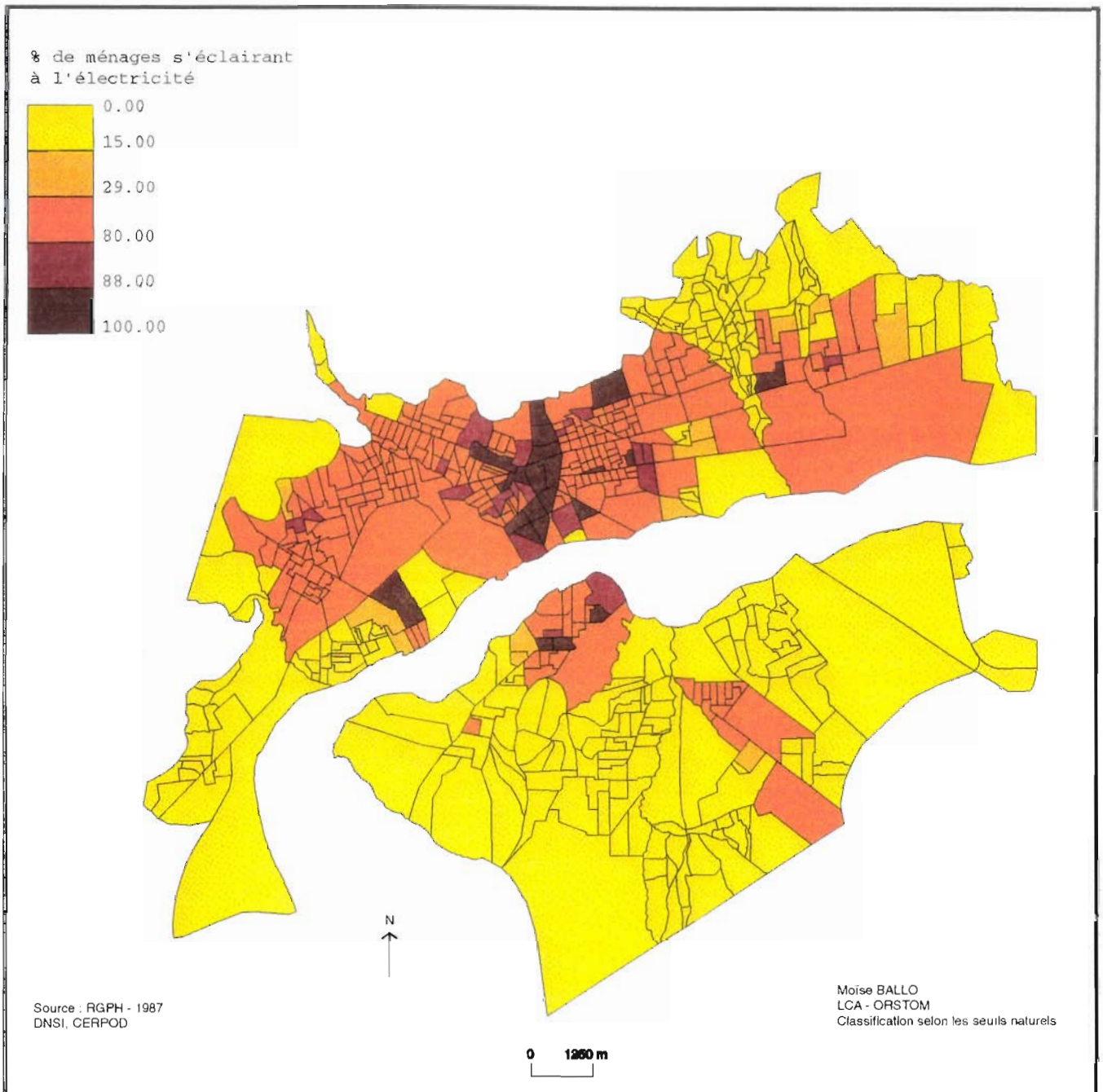


Moise Ballo  
LCA - ORSTOM  
Source CARPOL



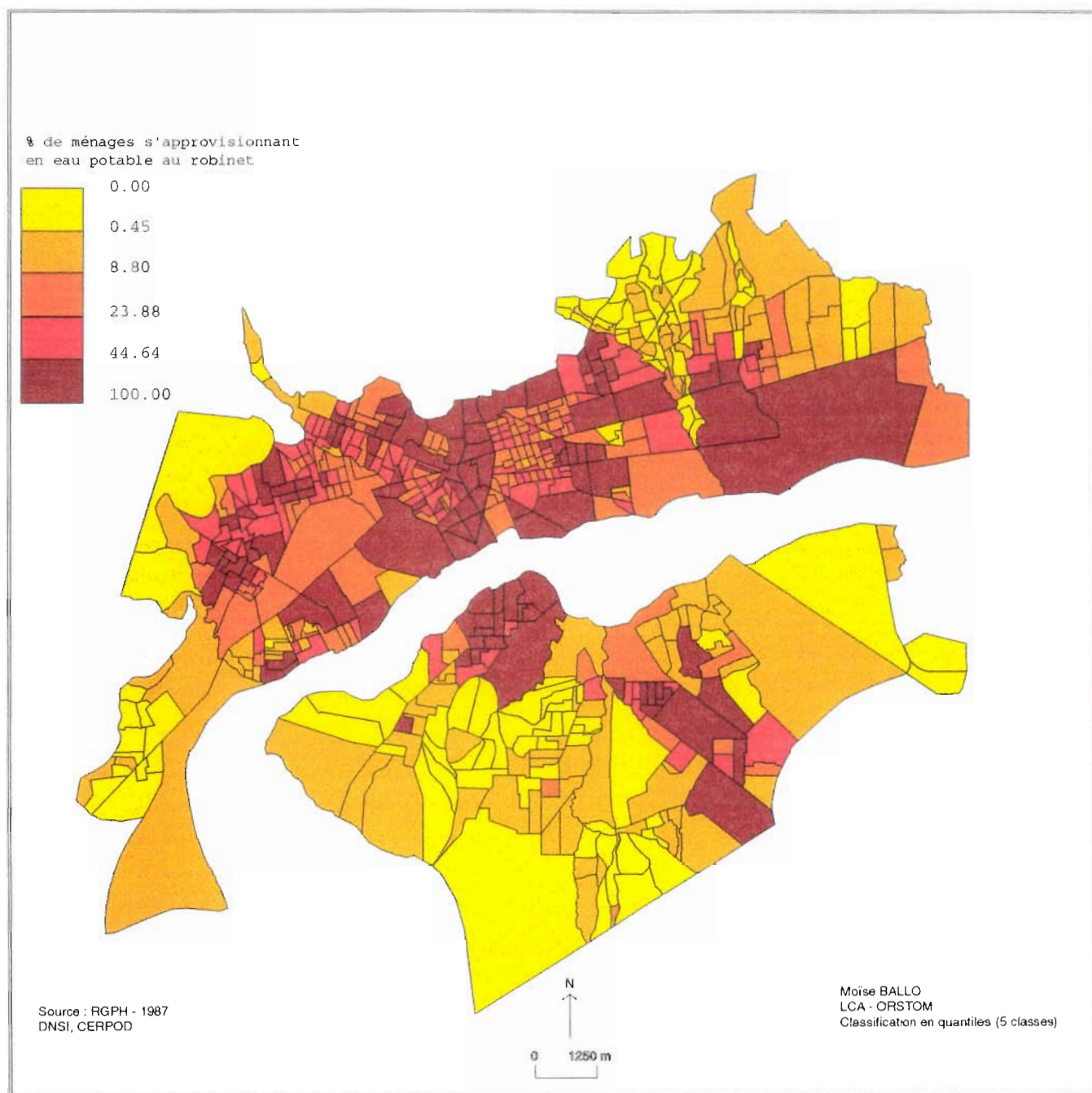
0 7250 m

### Bamako : éclairage à l'électricité





### Bamako : Accès à l'eau par robinet - 1987







- 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. Un axe 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.

Les mêmes configurations d'ensemble se dégagent de la carte d'accès à l'eau potable par robinet. La faiblesse de l'accès aux équipements dans des secteurs situés sur des quartiers pourtant structurés comme Djélibougou et Boukassoumbougou est frappante. Cette situation reflète le fait que les équipements n'arrivent pas à suivre le rythme de croissance de la ville. Même si le prix d'achat des parcelles régulières intègre le coût de leur viabilisation, celle-ci accuse dans la plupart des cas un retard considérable.

La contrainte exercée par le fleuve crée donc une dissymétrie en termes d'importance relative des auroles. Cette dissymétrie elle-même guide des oppositions sectorielles comme, par exemple, les fonctions administratives, commerciales et même industrielles qui se trouvent concentrées au nord.

Afin de mieux apprécier les enjeux fonciers, le Groupe Huit, toujours dans le cadre des études préalables à l'élaboration du troisième Projet Urbain a conduit en septembre 1995 à Bamako, une enquête foncière. Elle a été conduite auprès de notaires, d'agences immobilières, et d'intermédiaires immobiliers. Elle permet de donner un premier aperçu des valeurs foncières

L'enquête permet d'avoir une indication des valeurs et tendances des prix de terrain, en fonction de leur localisation. Les auteurs écrivent en interprétant les résultats :

« Rive Gauche :

. à la rive gauche d'occupation et d'aménagement ancien **s'oppose** une rive droite récente,

.les prix sont ainsi les plus élevés à proximité du centre historique, qui constitue l'hypocentre de la ville, ainsi que le long des principaux axes de communication,

Rive Droite :

. en rive droite, on observe une baisse des prix fonciers au fur et à mesure que l'on s'éloigne du fleuve,

. les prix s'abaissent dans les quartiers périphériques récents et en cours d'aménagement ; on peut distinguer ainsi trois catégories :

- les quartiers spontanés, qui sont les meilleurs marchés,

- les quartiers planifiés, mais non encore aménagés,

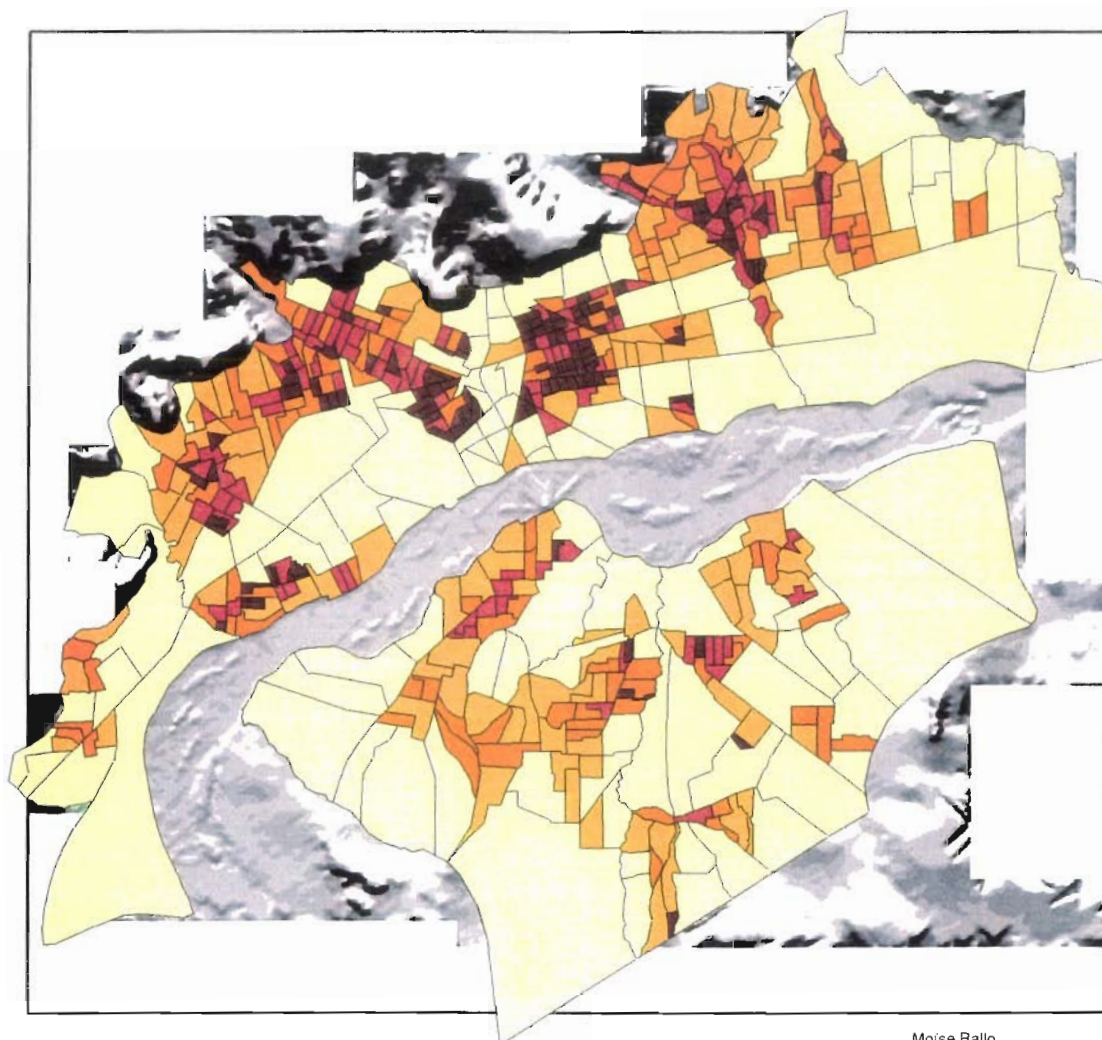
- les quartiers nouvellement aménagés, pourvus d'infrastructure, dont les prix sont nettement beaucoup plus élevés ».

Le relief par l'effet de barrière qu'il exerce surtout au nord contribue au glissement démographique de l'agglomération vers le sud (cf. planche n° 10)

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 quelque 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 spontané a même continué à développer ses protubérances jusque dans les flancs de colline (cf. planche n° 10)

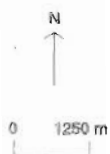
### BAMAKO : effet de blocage du site - 1987



Densité de la population (Nb. d'hab. au km<sup>2</sup>)

	56.30 - 2659.43
	2659.43 - 6266.53
	6266.53 - 11127.21
	11127.21 - 16870.28
	16870.28 - 42953.42

Moïse Ballo  
Sources : DNSI (RGPH-1987)  
CARPOL





## Etapes de la modélisation

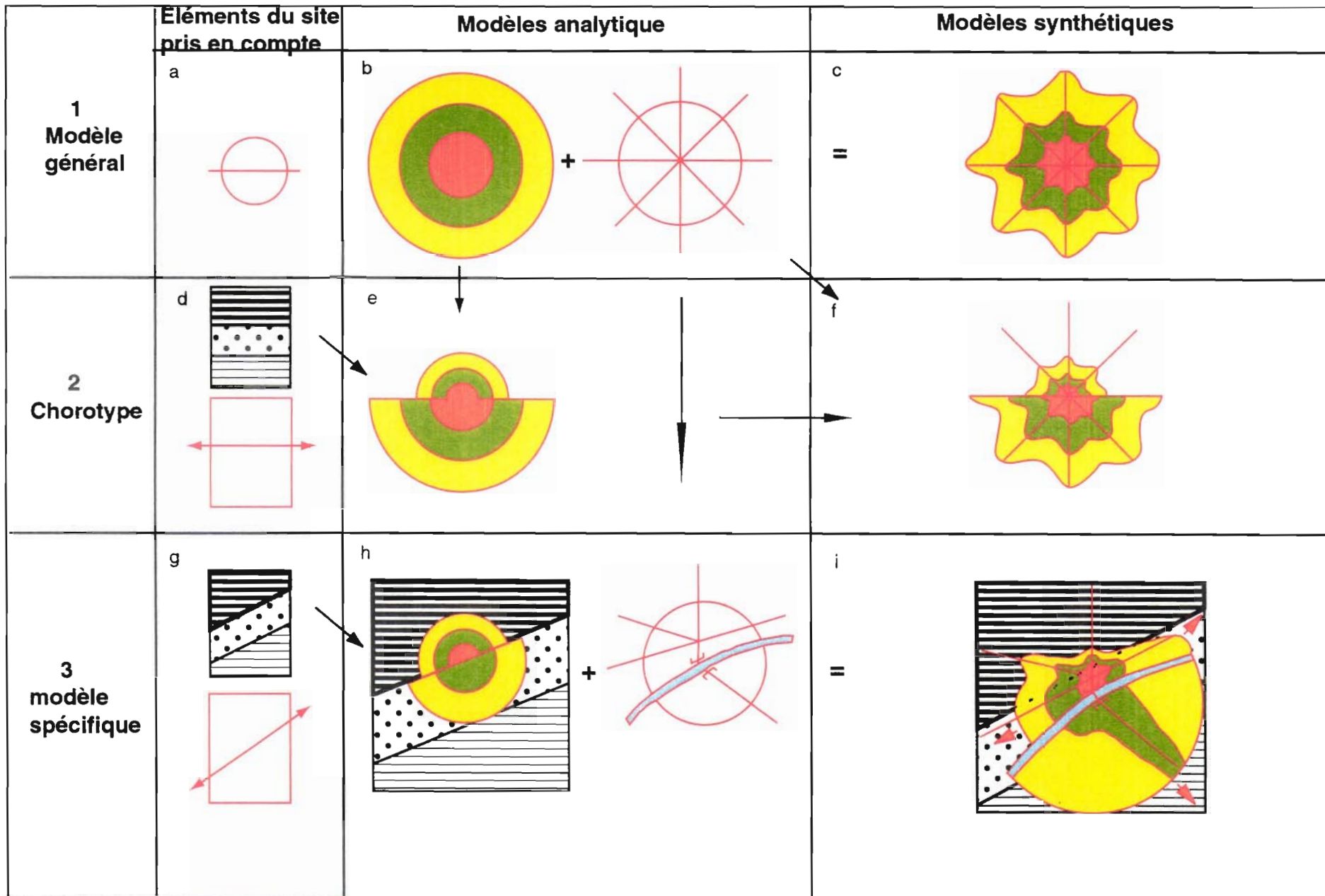


Figure : 11



### 5.3.2. Discussion des structures et du modèle, introduction de la dynamique

Les structures de l'espace bamakois ont pu être mises en évidence à travers une observation visuelle de cartes thématiques comme celle de la densité mais aussi à travers l'ACP qui souligne les discontinuités territoriales. Un modèle s'appuyant sur ces structures a été construit. Le propos à ce niveau du travail est de valider ce modèle ou au contraire, de le discuter. En effet, les structures et les discontinuités repérés n'ont de sens que si elles ont une relation avec les pratiques, les représentations des habitants, les paysages saisis par l'observateur (FRANCOIS J-C., 1998). Cette démarche nous permet également de percevoir l'espace comme un système dont on cherche à connaître les mécanismes internes de fonctionnement. Un glissement de niveau d'observation nous permet d'effectuer cet exercice. Les données du recensement que nous avons sélectionnées pour identifier les structures ont été collectées au niveau « ménage » et agrégées au niveau « secteur de recensement » . Il s'agit ici de « descendre » aux niveaux spatiaux d'observation les plus fins à savoir, « l'îlot de voisinage » et l'unité résidentielle qui à Bamako est la « cours ». Un tel glissement nous donne les moyens de comprendre quelles sont les dynamiques qui contribuent à la formation de telle ou telle structure. L'enquête à passage répétée conduite par Monique BERTRAND en 1993 et 1994 répond parfaitement à cet objectif (BERTRAND M., 1998). D'un point de vue méthodologique, données de l'enquête et celles du recensement de 1987 peuvent être mises en perspective malgré le temps qui sépare les deux opérations. En effet, les données de l'enquête confirment les grandes tendances du recensement. Il est connu que les structures lourdes ont une forte inertie malgré la volatilité de certains comportements. C'est d'ailleurs ce que montre l'enquête. Celle-ci a privilégié l'analyse de l'insertion résidentielle et plus particulièrement les processus de mobilité géographique. L'intérêt pour cette enquête est renforcé par le fait que les mobilités spatiales jouent un rôle majeur dans la compréhension des processus de mutation géographique. L'approche longitudinale a permis de rendre compte de l'importance des faits d'instabilité et de leur relation avec les structures démographiques plus lourdes du fait urbain. Un même panel géographique est suivi dans un cadrage temporel court. L'échantillon d'îlots a été choisi de façon raisonnée en tenant compte des structures et ruptures de la ville dont il a été question. Sept groupes d'îlots représentant différents types de quartier ont été retenus.

Selon l'analyse faite par M. BERTRAND, la stabilité inter - annuelle du nombre de ménages et de personnes dans l'échantillon cache mal un taux impressionnant de mobilité qui ressort des structures urbaines bamakoises. En effet, 40 % de la population n'a été dénombrée qu'en amont (flux de sortie) ou en aval (flux d'entrée) de l'échéance annuelle. Un des principaux enseignements de l'enquête est la distinction qu'elle a permis de faire entre la mobilité des ménages et la mobilité des individus. Le premier type implique des ménages mobiles dans leur ensemble et le second concerne des individus mobiles au sein de ménages stables. Les deux types de mobilités diffèrent par leurs profils sociaux et par les configurations spatiales qu'ils mettent en œuvre.

Une bonne partie des individus mobiles au sein de ménages stables est constituée par des jeunes filles célibataires profitant d'un cadre d'insertion protégée. Les ménages mobiles sont principalement constitués de migrants masculins et mariés en quête de meilleures conditions d'insertion.

#### **A- Mobilité résidentielle des ménages : forte détermination des structures urbaines**

La proportion des ménages stables dans l'agglomération décroît régulièrement à partir des zones anciennement urbanisées (de Médina Coura à Lafiabougou en rive septentrionale, Séma-Badalabougou en rive méridionale) vers les périphéries. À l'inverse, la proportion des ménages mobiles progresse vers les zones d'accueil ou de redistribution démographique plus récentes (Boukassoumbougou, Daoudabougou, Dianéguéla) Ces flux de ménages concernent non seulement les accédants à la propriété mais aussi nombre de locataires qui trouvent en périphérie des conditions résidentielles plus aérées et des loyers plus bas. L'onde de choc du marché locatif se propage ainsi non seulement du centre colonial vers les extensions récentes, mais aussi de la ville lotie vers les quartiers irréguliers. Dianéguéla et Boukassoumbougou le montrent notamment par les valeurs absolues, positive ou négative, du solde migratoire de leurs ménages. Cette redistribution des locataires donne souvent lieu à des déménagements provisoires et à une occupation résidentielle instable.

La particularité de l'habitat de cour est qu'il conduit une forte proportion de ménages à cohabiter au sein des unités résidentielles, qu'ils relèvent ou non des même groupes familiaux. Ceci conduit à une intrication de propriétaires, de locataires, mais



aussi de ménages hébergés à titre gratuit. Aussi, la densité se lit à deux niveaux : taille des ménages d'une part, nombre de ménages par cour d'autre part. Si la taille des ménages ne connaît que peu de variation dans l'espace, c'est bien la cohabitation des ménages au sein des cours, qui fait varier leurs charges globales du noyau ancien aux périphéries et de la rive septentrionale aux extensions méridionales. Les charges des cours présentent ainsi des écarts marqués d'un quartier à l'autre. Les mesures confirment les fortes densités des quartiers centraux et l'aération relative des périphéries. Les surcharges des quartiers centraux s'expliquent par le fait qu'y cohabitent des propriétaires enracinés sur plusieurs générations citadines et des locataires souvent non natifs de la ville. Le recul des périphéries a stabilisé au contraire une proportion plus importante de nouveaux propriétaires, de familiarité plus récente avec la capitale.

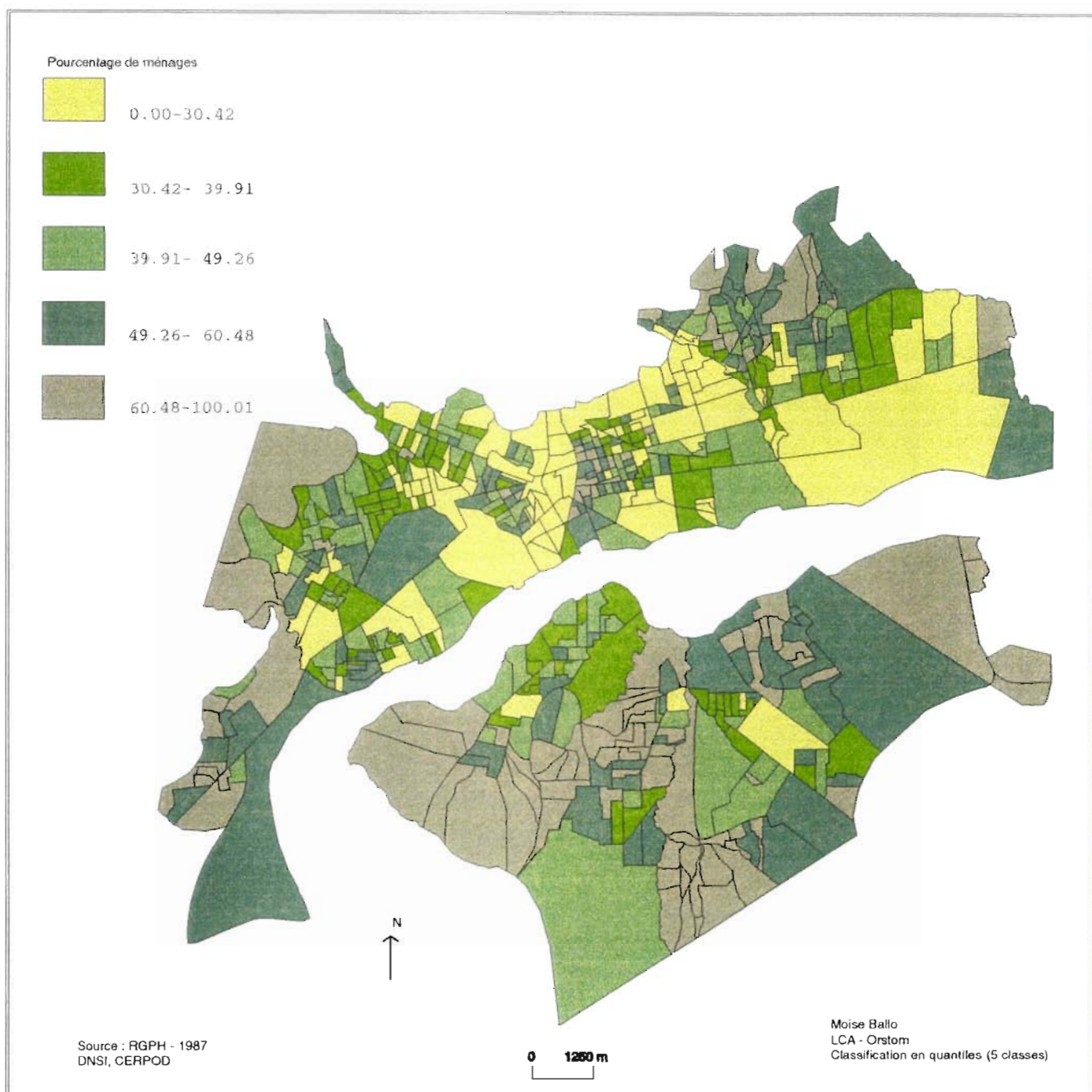
L'enquête confirme donc le contraste général de Bamako entre des secteurs anciennement urbanisés de solde migratoire négatif, et les fronts pionniers de la croissance urbaine, de solde positif et le déplacement du centre de gravité des fortes croissances démographiques vers les limites méridionales de l'agglomération. On trouve ainsi, quelques éléments de compréhension des mécanismes présidant au dynamisme des structures identifiées.

Les ménages stables sont près de deux fois plus chargés que les ménages mobiles. Tous statuts résidentiels confondus, ils restent d'ailleurs plus denses même sans leur charge mobile, ce qui confirme une tendance à la densification cumulative déjà connue dans les villes ouest-africaines. Cette relation entre la taille des ménages et l'accueil de dépendants mobiles est d'ailleurs si forte qu'elle se retrouve sans exception dans tous les secteurs de l'agglomération. Un autre trait caractéristique des villes africaines (DENIS E., 1998) est la stratification de la ville en véritables générations citadines. Celle-ci brouille les pistes d'une division socio-économique bien marquée de l'espace. En effet, l'enquête montre que bien des ménages s'insèrent en ville plus en « aînés » ou en « cadets » relatifs qu'en vertu des hiérarchies professionnelles ou de revenus. L'aînesse renvoie d'abord à une opposition forte entre l'âge plus avancé des propriétaires et la jeunesse plus grande des locataires. Elle donne surtout sens et

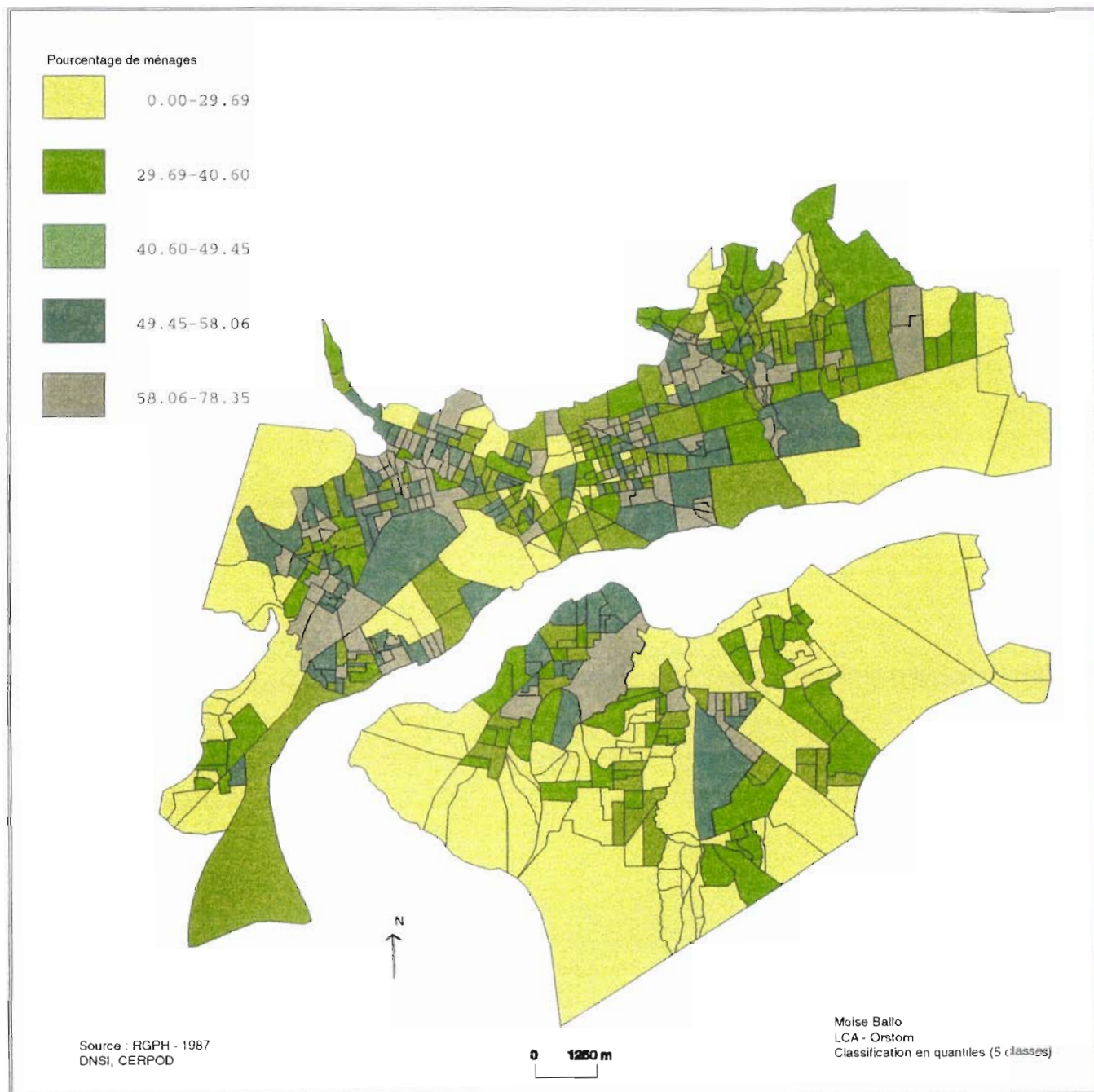
reconnaissance sociale à un statut de « natif » construit collectivement sur plusieurs générations.

Les structures de 1987 permettent d'aller dans le même sens. En effet elles laissent entrevoir une similitude dans les configurations spatiales des variables : proportion de propriétaires –locataires et des vieux – jeunes (cf. cartes : 11, 12, 13, 14). Les deux couples de cartes présentent des structures inversées. La carte des propriétaires fait apparaître une distinction nette entre les rives septentrionales et méridionales de la ville. La rive méridionale présente un plus grand nombre d'unités avec des valeurs de la variable plus élevées. Cela s'explique certainement par le développement plus important de l'habitat spontané sur cette rive du fleuve. En rive gauche la structuration concentrique est plus manifeste. Hormis les extensions périphériques, on retrouve les valeurs fortes de la variable surtout au niveau des secteurs situés sur les vieux quartiers centraux, autour du noyau fonctionnel. Les quartiers péricentraux comme Lafiabougou, Hamdallaye, Djélibougou, présentent des valeurs intermédiaires.

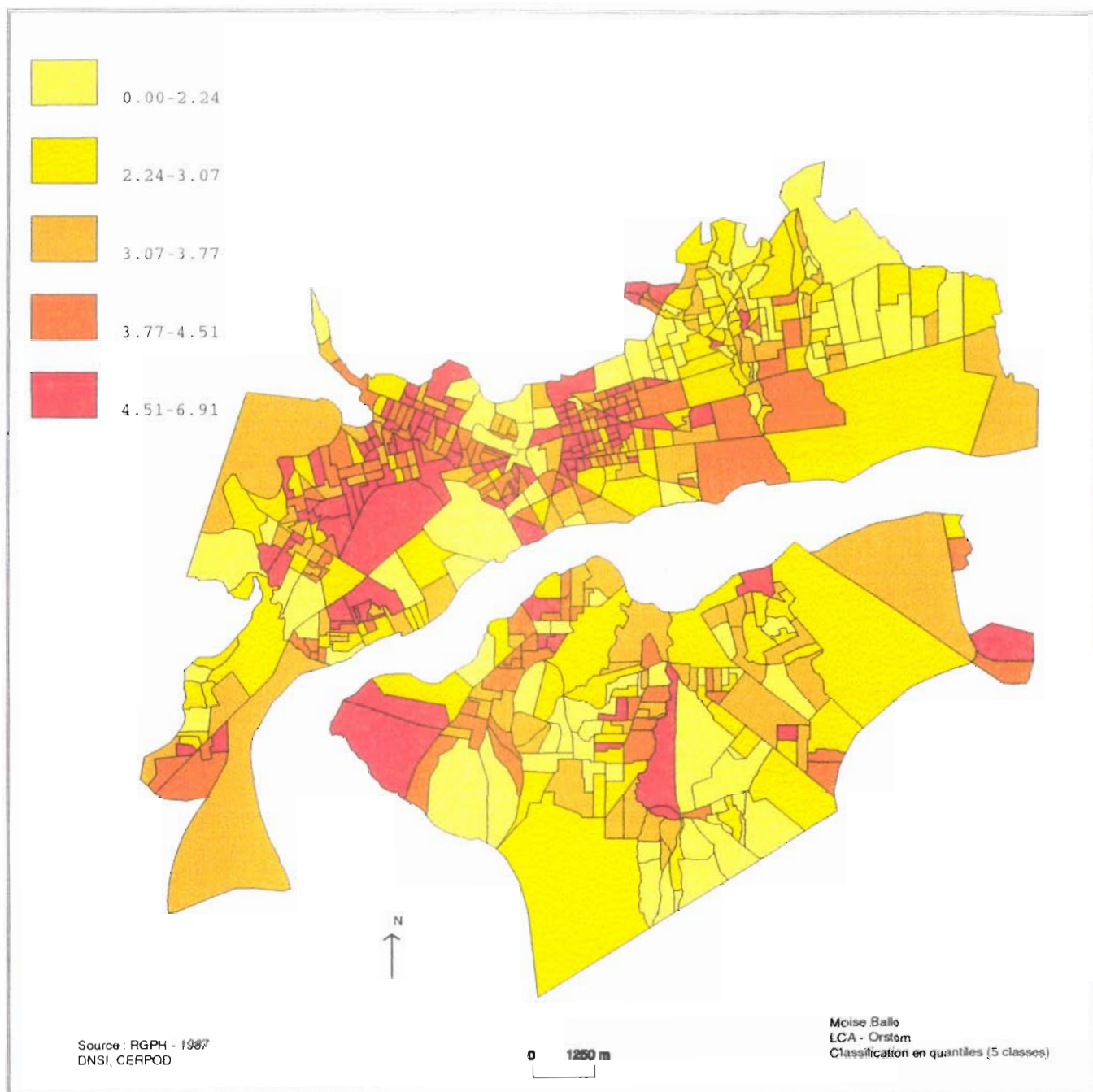
### Bamako : proportion de propriétaires - 1987



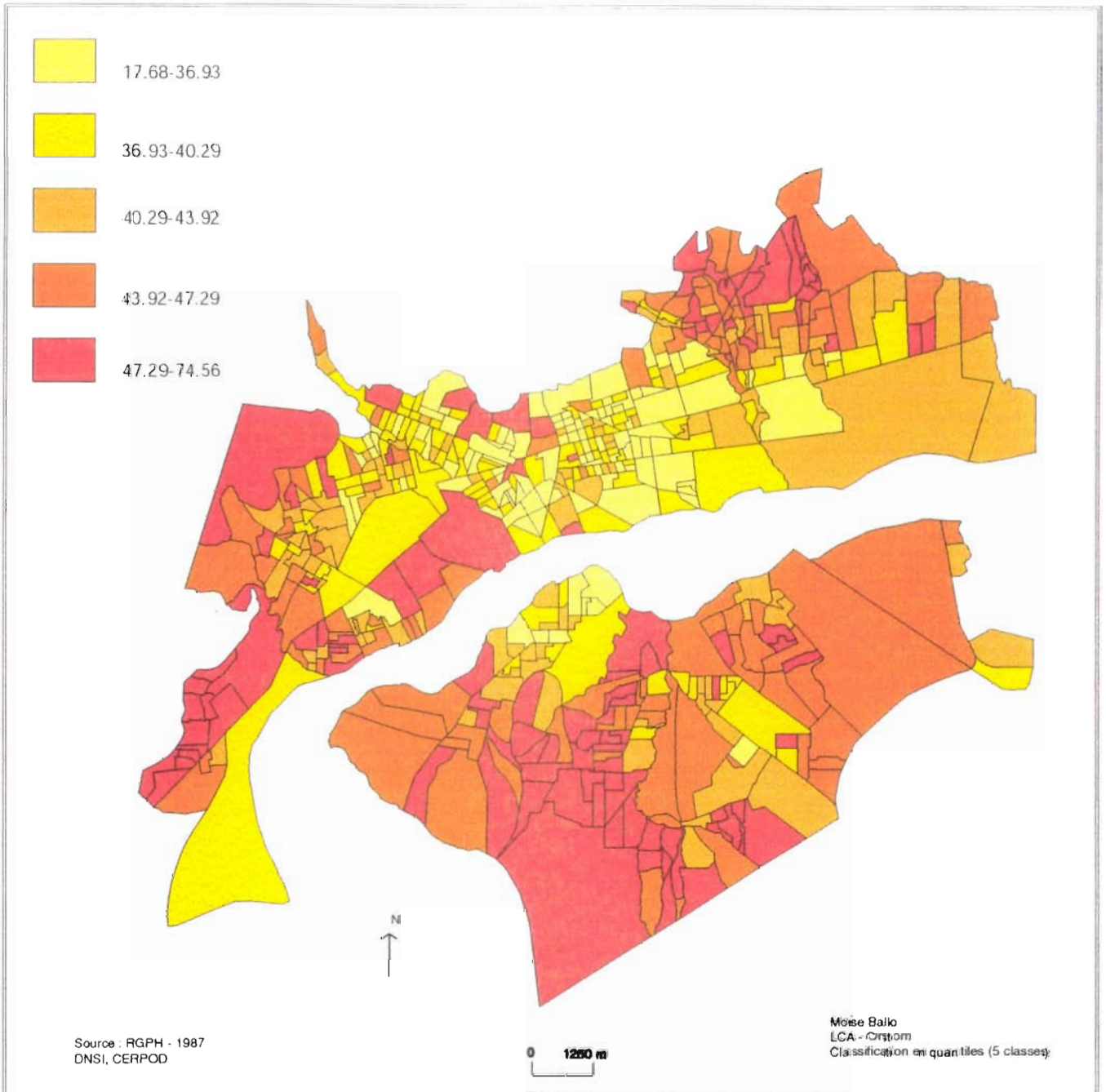
### Bamako : proportion de locataires - 1987



### Bamako : proportion des hommes de 60 ans et plus



### Bamako : proportion des hommes de moins de 15 ans



Par contre, sur la carte de la proportion de locataires, en rive méridionale, les proportions élevées ne se rencontrent qu'au niveau des quartiers planifiés comme Badalabougou, Quartier-Mali, Torocorobougou. Il en est de même pour Sogoninko que la route nationale RN6/RN7 rendait accessible. En rive Nord, hormis le noyau central et les périphéries spontanées, des proportions plus ou moins élevées de locataires se rencontrent partout. L'enquête de M. BERTRAND a permis de comprendre qu'il s'agit dans les vieux quartiers du centre de location d'appoint et dans les quartiers péricentraux de location spéculative.

Sur la carte de la proportion des hommes de 60 ans et plus, les valeurs les plus élevées correspondent aux quartiers les plus anciens surtout en rive nord. L'enquête montre que c'est aussi dans ces quartiers que se rencontrent les ménages à structure démographique épanouie et un plus grand nombre de ménages stables. La planche n° 14 en revanche, montre que les ménages à structure démographique plus jeune se localisent dans les extensions périphériques.

Ainsi, la distribution géographique des ménages stables et mobiles renvoie aux grands contrastes de l'agglomération. M. BERTRAND parle de *mobilité structurée* tant les liens qu'elle entretient avec l'offre foncière et immobilière de Bamako sont évidents. La mobilité des ménages se cale dans cette géographie des densités résidentielles. Mieux, elle contribue à en reporter les contrastes vers de nouveaux fronts d'urbanisation.

## **B- Individus mobiles des ménages stables : une mobilité résidentielle plus diffuse**

Les particularités démographiques du vieux centre et des périphéries s'émeussent dès lors que la mobilité est exprimée en termes d'individus. Car cet agrégat de population mobile se rattache tantôt surtout à des ménages stables, tantôt aux ménages mobiles dans leur ensemble.

Au sein des ménages stables, le rapport entre individus stables et mobiles ne se coule qu'indirectement dans les lignes de force de la densité et du vieillissement urbains. L'accès au sol et le développement du parc locatif apparaissent moins déterminants. La proportion des mobiles ne donne lieu qu'à des écarts modérés d'un quartier à l'autre. La mobilité des individus s'inscrit donc de manière plus fragmentée dans l'espace urbain. Les ménages stables orchestrent une « *agitation* » résidentielle plus diffuse, que l'on peut difficilement rapporter aux structures spatiales de Bamako. Ce type de flux n'apparaît guère déterminé, en effet, par les principaux gradients et contrastes de la densité. Il engage moins la typologie des espaces urbains et met davantage en cause la fonction d'accueil de certains types de ménages citadins. L'intrication de ménages ancrés et de résidents précaires, le brassage de liens sociaux divers au sein de cours composites conduisent à une lecture plus fragmentée de l'espace bamakois. De nouveau l'habitat de cour, ses fonctions d'accueil migratoire et d'épanouissement démographique, suscite des configurations de détail non ségrégatives.

### **Conclusion**

La démarche SIG par la structuration des données qu'elle exige, permet de les utiliser ensuite facilement pour différents types d'analyse. Par ailleurs, elle met en lumière l'importance du jeu des échelles dans l'appréhension des phénomènes. Ainsi, 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 neutres 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 (BRUNET R., 1974 ; BAILLY A., 1974). 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 et, par ricochet, les décisions et actions que les individus ou les groupes entreprennent sur le réel. 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 sa lecture que permet les SIG. Il en résulte une sorte d'«objectivation» (ROCHE S., 1997), des données géographiques à travers les outils technologiques. Les SIG 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 quelles 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, la commune trois 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 que les contours de 1987 n'ont pas été conservés dans la plupart des cas. Leur reconstitution à partir des unités de 1998 imposera énormément de calculs et aussi d'approximations.

Au final, il convient d'insister sur l'importance de l'intégration du suivi des dynamiques spatiales aux niveaux de découpage les plus fins dans la conception des opérations de collecte. Hormis les recensements, 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.

## **Chapitre 6 : DES OUTILS POUR LES GESTIONNAIRES COMMUNAUX**

Dans le cadre de la décentralisation, le niveau de décision et de gestion communal est appelé à prendre de plus en plus d'importance. Comme déjà signalé dans le chapitre 2, les six communes qui composent Bamako ont vu le jour depuis 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.

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 là 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 communales ainsi que des actions d'autres acteurs du développement communal.

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, comme le montre l'énumération ci-dessus des domaines de compétence, se cristallisent autour du thème gestion de patrimoine : patrimoine foncier mais aussi patrimoine en termes d'infrastructure et de superstructure. La prise en compte du niveau communal peut se faire dans un premier temps, par la construction d'un SIU véritablement coopératif où les principaux besoins des partenaires impliqués seront pris en compte. Celui-ci sera en même temps un cadre de formation pour les agents communaux. Il pourrait être envisagé d'impliquer un ou deux agents de chaque commune dans la construction, puis la gestion et la mise à jour du SIU. L'importance dans cette perspective des actions de formation ne sera jamais assez soulignée. A mesure que les communes s'étofferont elles pourront concevoir des projets de SIU communaux. Il convient cependant, d'affirmer tout de suite l'objectif de doter les communes d'outils d'aide à la décision pour coller aux orientations politiques.

Pour prendre en compte ce niveau de décision et illustrer à travers le prototype que nous avons construit les types de problématiques devant être traitées à ce niveau, nous avons choisi la commune 1. Ce choix, arbitraire à priori, peut être fondé par quelques considérations :

- La commune 1 est avec les communes méridionales, l'une des communes les plus dynamiques en termes de croissance de la population (4.26% l'an entre 1987 et 1998) et de mutations de l'espace. Ceci s'explique par les disponibilités foncières dont elle dispose. Elle donne l'opportunité d'observer les traductions spatiales de ce dynamisme.
- La commune 1 est également l'une des communes les plus contrastées. En son sein des quartiers résidentiels de standing comme Korofina –Nord jouxtent des quartiers irréguliers et sous-intégrés comme Banconi et Fadjigila. A ce titre elle permet d'observer les phénomènes de ségrégation spatiale assez spectaculaires.
- Enfin la commune 1 est notre commune de résidence. A ce titre nous en avons une connaissance plus grande.

Nous avons choisi d'aborder à cette échelle trois thèmes qui sont au cœur de la gestion communale actuelle. Il s'agit de l'éducation primaire, de la santé et des déchets ménagers. Pour terminer nous jetterons les bases d'un suivi à long terme des dynamiques socio-spatiales à travers l'application sur la commune 1 de la méthode de création de bases de sondages aréolaires développé par DUREAU F. et al., 1989.

### **6.1. Quelle adéquation entre demande et offre scolaire ?**

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 microplanification, 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.

La spatialisation des problèmes sociaux contribue dans une large mesure à cette démarche. Au Mali depuis 1995, la Cellule de planification et de statistique (CPS) du Ministère de l'Education de Base a entrepris l'élaboration de la carte scolaire au niveau national. Celle-ci est considérée comme « un ensemble de techniques et de procédures utilisées pour planifier les besoins futurs d'éducation au niveau local et les moyens à mettre en œuvre pour satisfaire ces besoins ». Elle constitue une vision prospective et dynamique de ce que le service éducatif, avec ses locaux, ses enseignants, ses équipements, devrait être à l'avenir pour permettre la mise en place des politiques éducatives.

Ce document est élaboré sur la base de questionnaires envoyés aux responsables de tous les établissements scolaires au Mali, tous statuts confondus. Le fichier issu de l'enquête contient des libellés : nom de l'école, code de l'arrondissement (commune), code de la localité (quartier), code de l'inspection, code du cycle d'enseignement, code du statut de l'école, date d'ouverture. Le fichier donne la possibilité de représenter les effectifs scolaires par école et par année d'étude de la 1<sup>ère</sup> jusqu'à la 9<sup>ème</sup> 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.

L'élaboration de la carte scolaire par la CPS comporte trois étapes : un diagnostic approfondi de la situation à l'année de base, une projection des effectifs à accueillir compte tenu des objectifs de la politique nationale, des propositions de réorganisation du service éducatif. Dans le cadre du IV<sup>ème</sup> Projet Education, et grâce au soutien financier de la Banque Mondiale, la CPS a acquis un micro-ordinateur et le logiciel AGIS (*Atlas Geographical Information System*) qui ont permis d'élaborer la carte scolaire.

Le taux de scolarisation (pour l'année scolaire 1994-95) a été calculé pour chaque région et pour chaque cercle et a été visualisé sur deux cartes. Ensuite les villages devant bénéficier en priorité de la construction d'une école ont été identifiés.

Concernant les indicateurs, le taux de scolarisation est celui qui vient en tête de liste. Le taux de scolarisation se définit comme la proportion des effectifs totaux dans la population, qui, selon la législation nationale, devrait être scolarisée au niveau étudié. Par exemple, au premier cycle de l'enseignement fondamental, c'est le groupe d'âge 7-12 ans. Pour calculer le taux de scolarisation au premier cycle, on divise l'effectif total du premier cycle par la population de la tranche d'âge 7-12 ans. Il constitue la mesure la plus couramment utilisée pour estimer le niveau de développement quantitatif du système éducatif. Il est surtout utile parce qu'il permet de se faire une idée, directement et rapidement, de l'importance de la scolarisation dans les différentes zones et régions. Il permet de ce fait d'effectuer aisément des comparaisons. Suivent différents ratios comme le ratio élève/classe, maître/élève... Le taux de scolarisation au Mali est de 42,0% en 1995-96. Il était de 39,1% en 1994-95. Il a donc accusé une augmentation d'à peu près 3 points. Le taux de scolarisation est une moyenne et comme toute moyenne, ce niveau d'ensemble cache des disparités. En l'occurrence il s'agit de disparités tant par sexe que régionales. En effet, l'analyse différentielle montre que si le taux de scolarisation des garçons est de 50,2% en 1995-96, celui des filles n'est que de 33,7%. Par ailleurs la même analyse fait voir qu'au niveau régional, tous sexes confondus, le taux de scolarisation varie entre 22,1% pour la région de Mopti et 129,1 % pour le district de Bamako.

Ce dernier taux qui prête à sourire peut s'expliquer par un apport d'élèves résidant en dehors de la ville ou par une scolarisation de jeunes de plus de 12 ans. De 1994-95 à 1995-96, tandis que le taux de scolarisation des garçons s'est accru de 3,3 points, celui des filles n'a augmenté que de 2,4 points.

En matière d'intensité de la scolarisation, avec un taux brut de scolarisation de 40,9% la région de Koulikoro suit immédiatement le district de Bamako. Viennent ensuite les régions de Ségou (38,6%), Kayes (38,4%), Sikasso (35,2%)... Hormis le district de Bamako, toutes les régions ont un taux de scolarisation inférieur à la moyenne nationale qui est, de 42,0% en 1996.

Ces chiffres fort intéressants sont issus d'un rapport de la CPS. Celle-ci n'a malheureusement pas affiné sa démarche au niveau infra-urbain. On pourrait même dire que sa démarche privilégie le milieu rural. En témoignent les critères et normes qui sous-tendent le processus de planification. Deux critères ont été mis en avant :

- un critère relatif aux normes et aires de recrutement ;
- un autre critère ayant trait au poids démographique des localités.

Pour ce qui est du premier critère, il est supposé qu'un village, dès lors qu'il est situé à plus de 5 kilomètres d'une école, ne fait pas partie de l'aire de recrutement de cette école. Quant au deuxième critère, il signifie que pour qu'un village ne possédant aucune infrastructure scolaire en soit pourvue, il est nécessaire mais non suffisant qu'il ait au moins 500 habitants.

Sur cette base, pour identifier alors les villages devant être dotés en priorité d'une école, il faut isoler et éliminer d'une part les villages pourvus d'une école et d'autre part, les villages ne possédant aucune école et faisant partie de l'aire de recrutement d'au moins une école. Une fois ces villages éliminés, la sélection se fait parmi les villages restants en fonction du poids démographique (500 habitants et plus). Ainsi, pour chaque cercle, le réseau scolaire a été visualisé et la liste des villages «prioritaires» a été établie arrondissement par arrondissement. Il convient de signaler que lorsque deux villages sont distants l'un de l'autre de moins de 5 kilomètres, il a été retenu le village le plus peuplé des deux (en effet l'école de ce village, une fois implantée, inclura dans son aire de recrutement l'autre village).

Les projections de population ont été faites, à l'horizon de l'année 1996, sur la base des résultats du recensement général de la population et de l'habitat d'avril 1987.

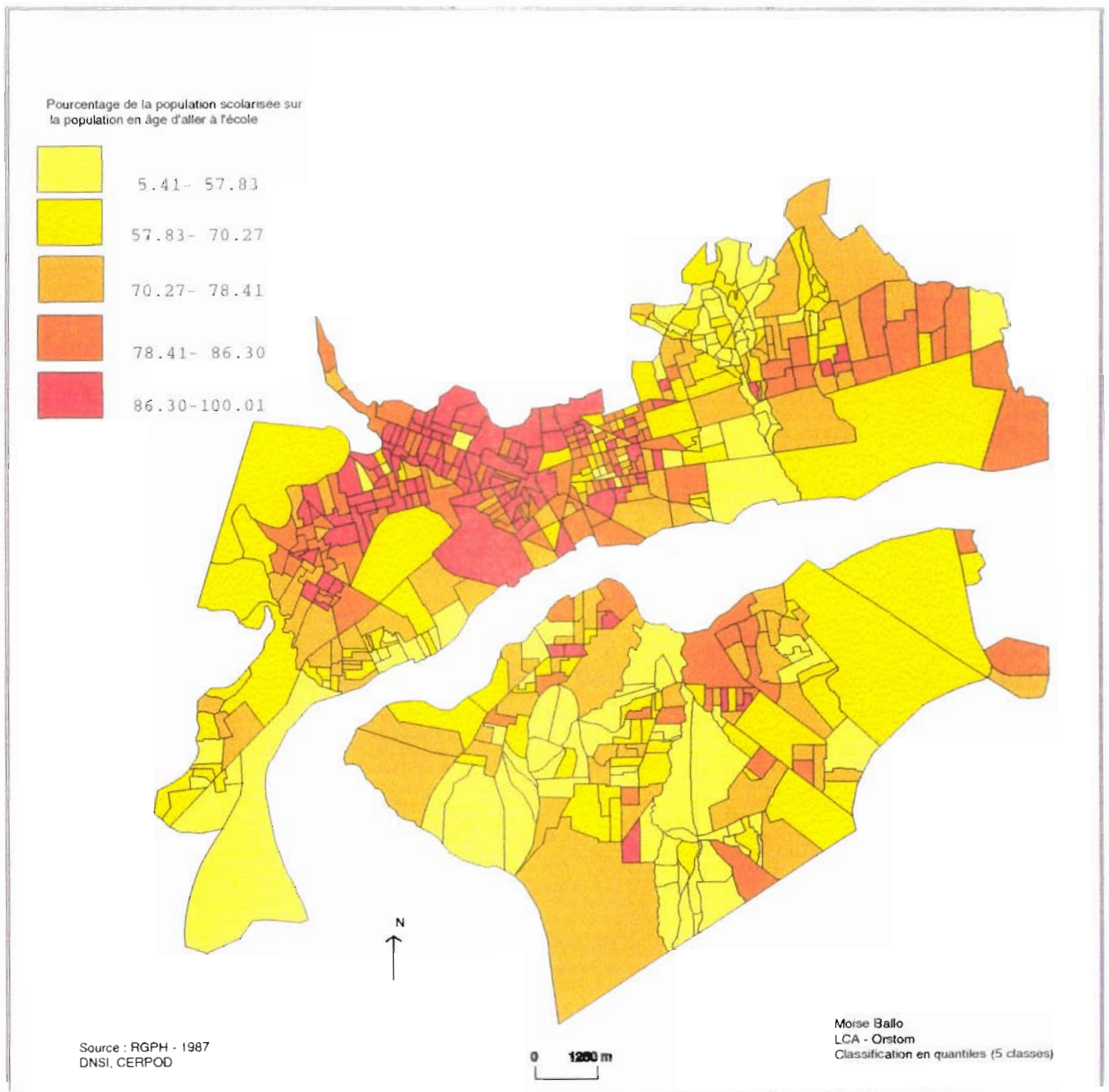
Comme on peut le constater, ces critères d'aire de recrutement et de poids démographique ne peuvent s'appliquer au milieu urbain (les différents quartiers constituant ces localités sont tous situés dans un rayon de moins de 5 kilomètres des écoles existantes). Les responsables de la CPS reconnaissent d'ailleurs que les localités urbaines ont été exclues de l'étude sans que cela signifie qu'en ce qui les concerne, il n'y ait pas besoin de création d'écoles.

A l'évidence les mêmes critères de distance et de poids démographique pourraient être appliqués au milieu urbain mais au prix d'une adaptation. Les données collectées par l'enquête de la CPS permettent en effet d'effectuer des analyses très fines au niveau infra-urbain.

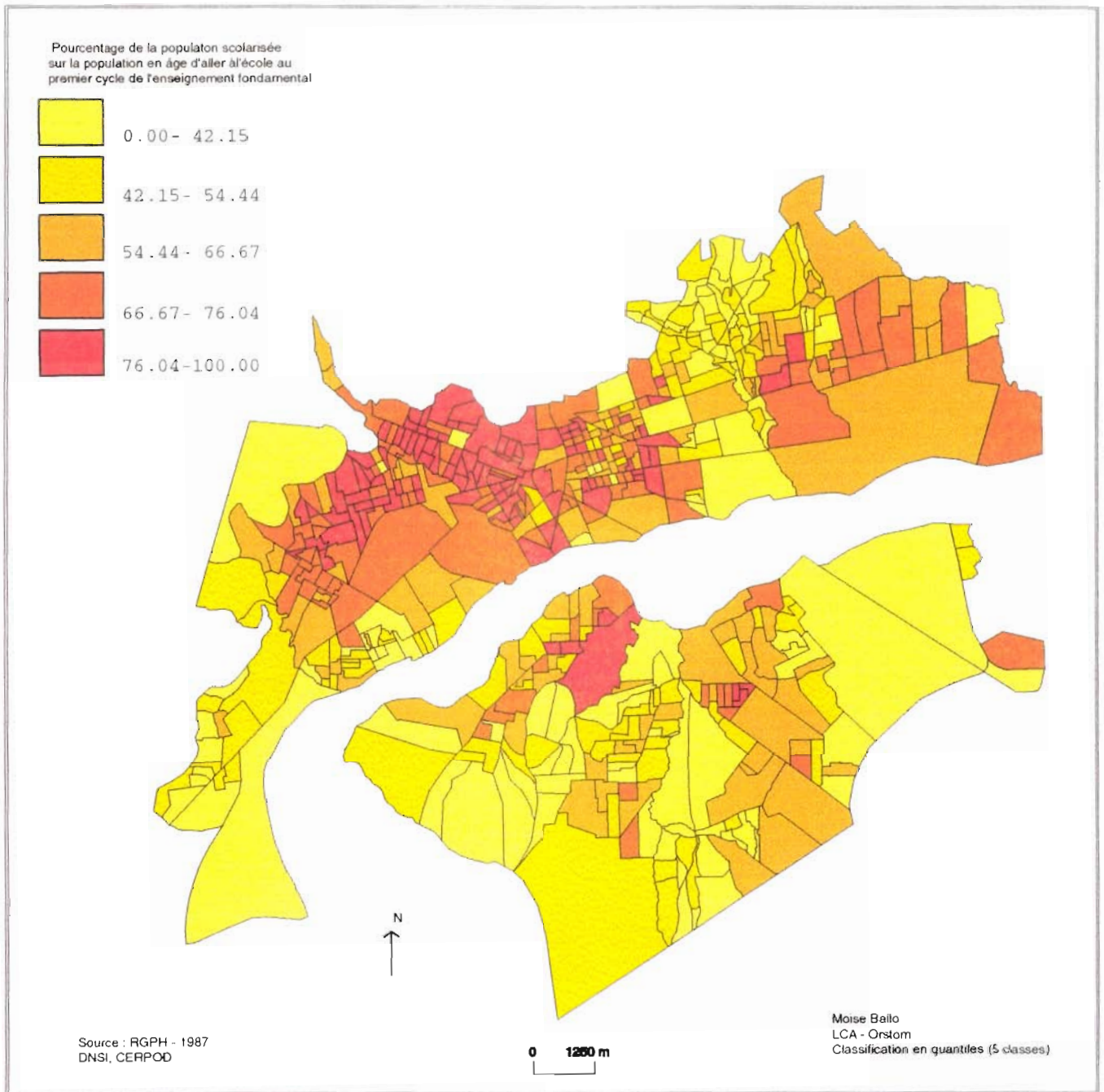
Les données du recensement de 1987 permettent de visualiser la distribution spatiale du taux de scolarité des filles et des garçons à cette date *par secteur* (cf. planches n° 15 et 16). Ces cartes font ressortir des valeurs assez élevées du taux de scolarité sur l'ensemble des secteurs intégrés (planifiés de la ville) surtout chez les garçons (70 % et plus contre 54 % et plus chez les filles). Il ressort également que le taux de scolarité est le plus élevé dans les secteurs anciennement urbanisés. Ceci peut expliquer le niveau paradoxalement faible du taux à l'Hippodrome qui est un quartier résidentiel relativement récent. Par contre les valeurs faibles du taux observé au niveau des secteurs non planifiés de la ville illustrent les écarts considérables qui existent entre ces deux parties de la ville.



### Bamako : Taux de scolarisation masculine - 1987



### Bamako : Taux de scolarisation féminine - 1987



Les données issues de l'enquête de la CPS permettent également une représentation *par quartier*. Il a fallu pour cela effectuer une agrégation des données qui sont à l'origine présentées par école, au niveau quartier. Nous avons choisi de représenter à ce niveau les ratios élève/classe et le nombre de maîtres pour 100 élèves (planches 17 et 18).

Sur la planche 17, les valeurs élevées du ratio nombre d'élèves/classe ont des explications diverses. En commune 1 le quartier de Boulkassoumbougou peut servir d'exemple. Le nombre d'élèves par classe y est en moyenne de 75. Les cartes des générations et celles des taux de scolarisation (planches n° 13, 14, 15, 16) montrent pour ce quartier une relative jeunesse de la population donc l'existence d'effectifs scolaires considérables et des taux de scolarité relativement élevés déjà en 1987. La conjugaison de ces deux phénomènes contribue à créer une forte pression sur les équipements scolaires de ce quartier pourtant bien intégré. Une observation des cercles proportionnels (planche n°19) montre que Boulkassoumbougou, est relativement à sa taille, moins bien doté en écoles publiques que les quartiers de Djélibougou et Korofina-Nord. Dans ces derniers quartiers la moyenne du nombre d'élève par classe est comprise entre 62 et 70 élèves.

Les valeurs les plus faibles du ratio nombre d'élèves/classe s'expliquent soit par le caractère peu habité des quartiers concernés, soit par un niveau réellement meilleur d'équipements. La première explication est valable pour des quartiers comme Sotuba, Kalabancoura, Bamakocoura-bolibana. La seconde concerne des quartiers comme Faladiè ; Badialan 1, 2, et 3 ; quartier du fleuve...

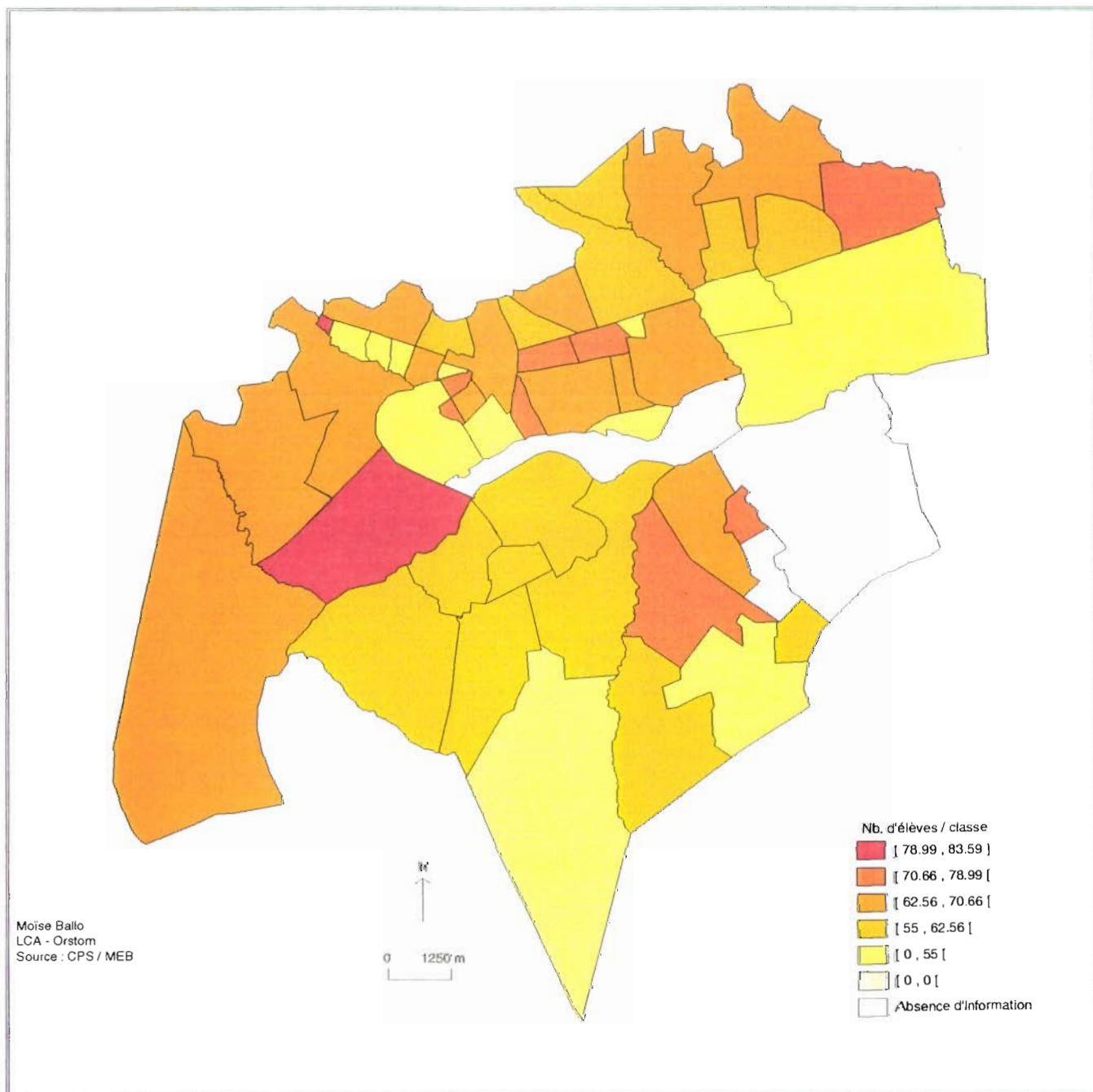
Par ailleurs des quartiers comme Djélibougou, Korofina, Hippodrome... en rive septentrionale et Badalabougou, Quartier-Mali, Torocorobougou... en rive méridionale se distinguent par des valeurs moyennes. Il faut remarquer que ce ratio ne divise pas de façon nette les quartiers de Bamako selon leur standing. Pour exemple, Sikoroni qui est un quartier irrégulier périphérique est dans la même classe que Korofina qui est un quartier résidentiel de standing élevé et Médinacoura qui est un vieux quartier central et populaire.

Sur la planche n° 18, par contre, un gradient quartiers de standing élevé – quartiers populaires se dessine. Les observations précédentes sur les quartiers peu peuplés sont là encore valables. Par exemple, le quartier de Sotuba présente des valeurs minimales (de 0 à 1.9 maîtres pour 100 élèves) en raison de la quasi-absence d'école dans ce quartier. Il faut dire que c'est un quartier encore très peu occupé comme le montre la carte des zones bâties dans les SE (planche n° 22).

Le ratio atteint ses valeurs maximales (de 2.24 à 2.61 maîtres pour 100 élèves) dans les quartiers de Korofina-Sud et Faladiè. Ceci s'explique largement en raison de la part des écoles privées dans ces deux quartiers. La seule école présente à Korofina-Sud est privée comme le montre la planche n° 19. Un pallier d'effectif est souvent fixé dans ces écoles comme gage de qualité d'enseignement.

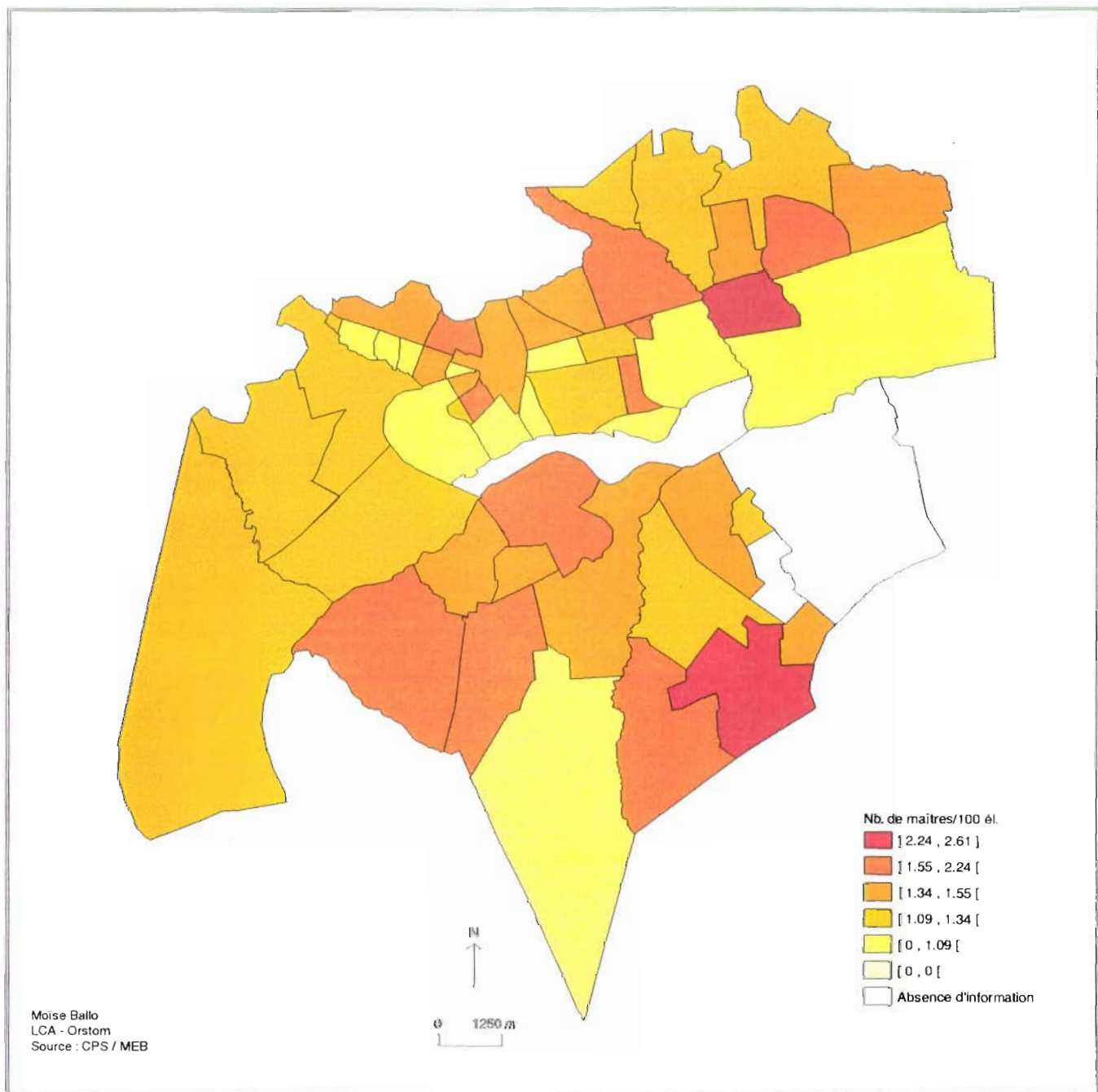
On aurait tendance à affirmer qu'il y a plus de discrimination dans les possibilités d'encadrement des élèves que dans la mise à disposition d'équipements. Cependant une analyse plus fine nuancerait considérablement cette affirmation.

### Bamako : Nombre d'élèves par classe - 1996

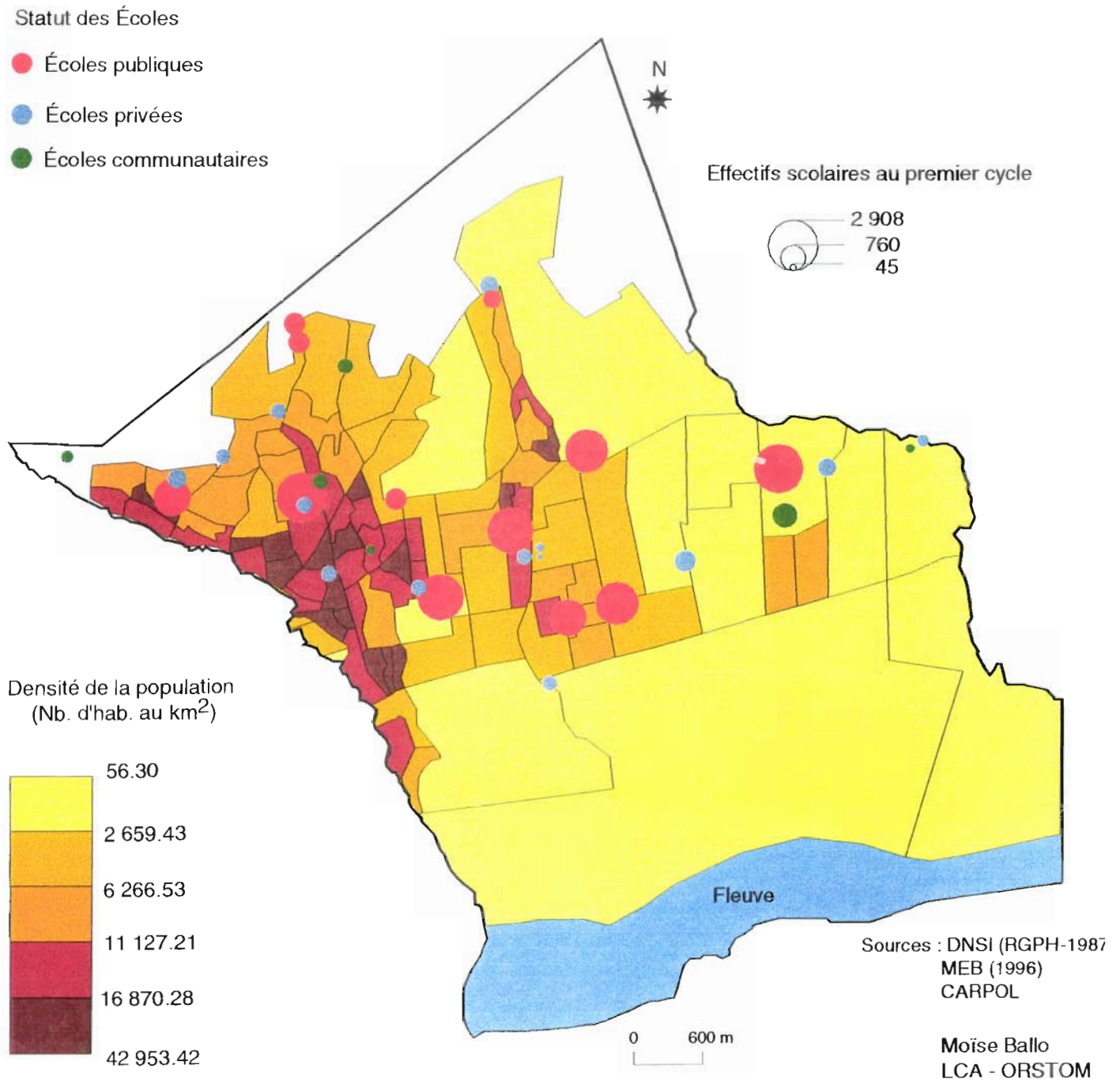




Bamako : Nombre de maîtres pour 100 élèves - 1996



### Ville de Bamako : Commune 1 Accès scolaire





La taille des cercles proportionnels indique que les écoles publiques offrent les plus de possibilités d'accueil d'élèves. Elles abritent les effectifs les plus importants d'élèves. 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<sup>1</sup>. 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<sup>2</sup> y est courante depuis quelques années.

Les écoles privées laïques et les écoles communautaires<sup>3</sup> 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 2344 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 croissance 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.

---

<sup>1</sup> Cette appellation indique que ces écoles sont en réalité le regroupement de deux, trois, voire quatre écoles publiques dans la même cour.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Ce sont des écoles financées partiellement ou totalement et gérées par une communauté locale

Parmi les écoles privées deux cas de figure se présentent :

- Les écoles élitistes

Elles ont été promues par des personnes qui ont acquis une certaine expérience dans le secteur de l'enseignement et qui étaient bien positionnées au moment de la libéralisation du secteur pour bénéficier de financements prévus à cet effet. Un Fond d'Appui à l'Enseignement Fondamental (FAEF) a été créé pour soutenir les projets de construction et d'équipement d'écoles fondamentales. Ce soutien est allé en direction des écoles publiques et communautaires mais aussi privées. Le fond a été alimenté tour à tour par différents bailleurs de fonds dont la Banque Mondiale, l'USAID, les coopérations canadienne, allemande et kowétienne. En 1998 un programme décennal pour l'éducation était en cours d'élaboration au Ministère. Il doit permettre une coordination de l'ensemble des efforts et une programmation des actions pendant les dix prochaines années.

Les écoles privées qui ont ainsi réussi à obtenir des financements ont très vite affiché des objectifs d'enseignement de qualité pour marquer leur différence avec l'enseignement public. Cependant, l'enseignement de qualité a un coût. Aussi, ces écoles restent financièrement accessibles seulement à une certaine couche de la population. En guise d'exemple, l'école des Cimes à Boukassoumbougou exige des cotisations de 6000 F CFA par mois qu'il faut ajouter aux 60 000 FCFA de frais d'inscription. Elle offre, en contrepartie de ces sommes, des conditions de travail et des professeurs de qualité dans une ambiance de discipline (uniforme obligatoire) et d'élitisme. Malgré leur coût cette catégorie d'école ne connaît aucun problème de recrutement, cela prouve l'existence à Bamako d'une grande demande d'éducation de qualité.

- Les écoles sans financement

A l'autre extrême on retrouve des écoles qui n'existent que par la force de la volonté de leurs promoteurs. Ces écoles n'ayant pas réussi à obtenir de financement ou de terrains sont abrités par des locaux le plus souvent inadaptés.

Le manque de terrains scolaires pousse certains promoteurs à installer leur école dans des concessions à usage d'habitation, ce qui crée une très grande exigüité. Ils sont même parfois obligés de compléter les bâtiments par des structures de banco ou des pailloles et ce, même dans des quartiers résidentiels. L'école de Boukassoum Village a même dû se diviser entre deux concessions distantes d'une centaine de mètres (ROBLIN S., ANDRE M-P., 1997).

Le tableau ci-dessous montre les types de matériaux utilisés pour la construction des écoles publiques et privées en 1996-1997.

**Tableau n° 8 : Matériaux de construction des écoles à Bamako (1996-1997)**

	Public	Privé
Dur	1319	475
Semi-dur	24	189
Banco	10	86
Autres	5	62

Le tableau montre que la proportion d'écoles construites dans les matériaux non durables est beaucoup plus élevé dans le privé.

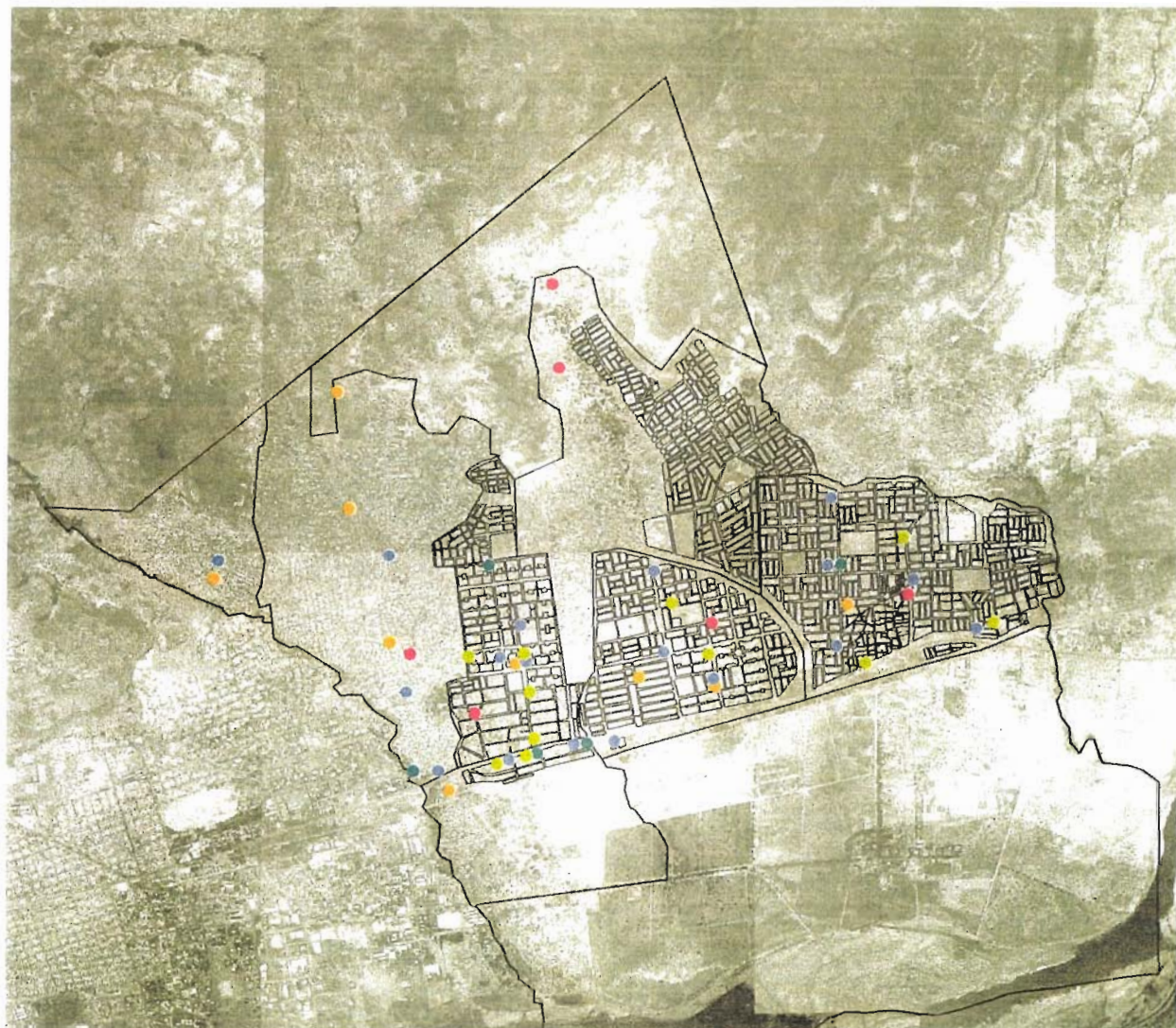
Pour mettre à profit la demande d'enseignement de qualité au niveau de la population et pour pallier le désengagement de l'Etat, celui-ci a initié la politique des écoles communautaires. Elle consiste à inciter les communautés à s'organiser pour prendre en charge la construction et la gestion d'écoles où elles pourront envoyer leurs enfants à des prix raisonnables. Cette politique donne de bons résultats surtout dans les quartiers irréguliers où cette forme de solidarité permet d'accéder à un enseignement de qualité satisfaisante.

En résumé, il faut souligner que malgré des taux de scolarité globalement élevés pour la ville de Bamako, des contrastes saisissants existent à l'échelle infra-urbaine. Les gestionnaires municipaux doivent pouvoir s'appuyer sur des normes de planification adaptées à ce niveau de gestion et élaborées en fonction des objectifs du Ministère de l'Education de Base. L'objectif visé doit être l'amélioration du ratio élèves/classe par la multiplication des infrastructures scolaires mais aussi l'amélioration du taux d'encadrement par le recrutement de nouveaux maîtres. La politique de développement scolaire communautaire sur laquelle se fondent de gros espoirs doit être encouragée.

L'enquête annuelle conduite par la CPS du département constitue une source de bonne qualité dans le cadre d'un suivi du secteur scolaire. Il faut en tirer le meilleur parti par une exploitation plus fine qu'elles permettent.

### Ville de Bamako : Commune 1

### Carte des équipements sanitaires - 1996



Légende

- Cabinets de soins
- Cabinets médicaux et dentaires
- Cliniques
- Pharmacies
- CSC - Dispensaires

0 600 m



Ces établissements cherchent également à se localiser le long des grands axes de communication surtout la route nationale allant vers Koulikoro. Ils se localisent également sur les artères principales pénétrant dans les quartiers. A ce propos, le cas de Banconi est frappant. En effet, la quasi-totalité des équipements sanitaires de ce quartier se localise sur la seule route bitumée, dégagée lors d'opérations de réhabilitations antérieures. On perçoit dans ce quartier irrégulier tout comme à Sikoroni, le poids relatif des centres de santé communautaires.

Tout comme dans le secteur de l'éducation, le Mali est un pays pilote en Afrique dans la politique de santé communautaire. Là encore il s'agit de pallier l'impuissance du secteur public face à la demande en service en créant des sortes de mutuelles de quartier ou de secteur. Le centre de santé communautaire de Banconi (ASACOB) a été l'une des toutes premières réussites de ce type d'établissement. Même s'il a pris racine dans des quartiers défavorisés ce système se développe dans tous les quartiers. Les pharmacies plus offensives dans leur stratégie spatiale cherchent à quadriller le territoire. Une réforme porte sur les dispensaires de l'Etat qui vont être transformés en « centres de santé de référence » fonctionnant un peu à la manière des CSC. Contrairement aux cliniques et aux cabinets médicaux, les pharmacies se créent également dans les quartiers défavorisés. Il en est de même pour les cabinets de soins infirmiers qui paradoxalement sont encore rares mais qui se distribuent de façon non discriminatoire.

Au total, il faut indiquer qu'en commune 1 coexistent deux systèmes (sinon trois en pensant au système traditionnel) de santé : une santé pour riches et une santé pour pauvres. Le plus important est que les deux fonctionnent à la satisfaction des différentes catégories de demandeurs de service. Il revient aux gestionnaires communaux de contribuer à cela.

En matière de sources et de données, des prémices existent pour asseoir une microplanification efficace à l'échelle de la commune. Un effort est cependant nécessaire de la part des services communaux en matière de collecte de données statistiques auprès des établissements qu'ils hébergent.

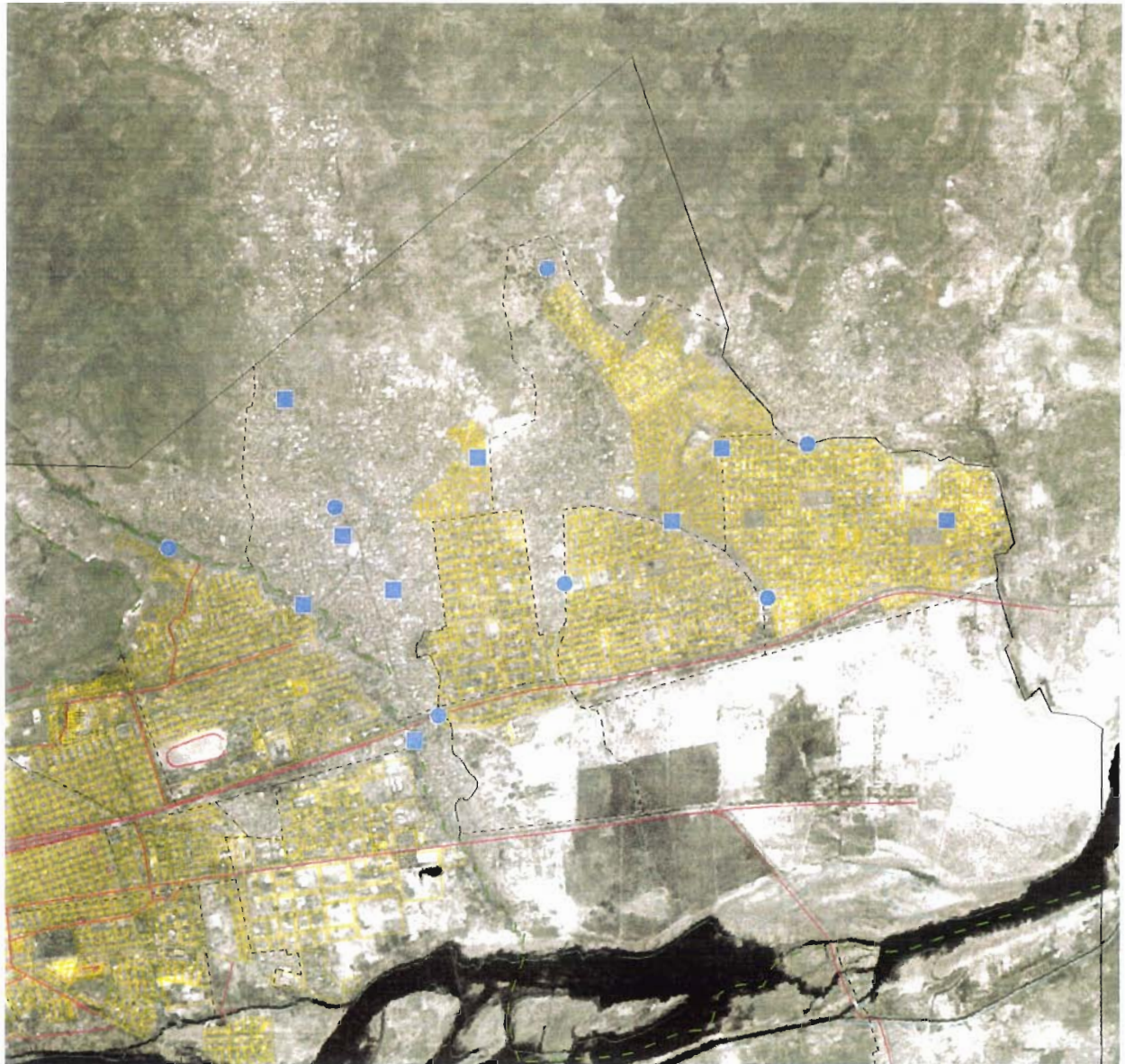
### 6.3. La gestion des déchets solides

Selon les dispositions prévues dans la loi de décentralisation, la gestion de l'environnement dans une circonscription revient dans une large mesure aux autorités locales. Dans la pratique, cette gestion est principalement l'œuvre de la Direction des Services Urbains de Voirie et d'Assainissement (DSUVA) qui est un service du District. Celui-ci travaille en plus ou moins bonne concertation avec les communes. Il dispose au niveau de chaque commune d'un représentant assurant la liaison avec les autorités communales. Ainsi la DSUVA prend en compte les préoccupations des responsables communaux dans la programmation journalière de ses actions. Il est dès lors important que les communes développent leur propre vision et politique de la gestion de l'environnement et plus particulièrement de la gestion des ordures, au niveau local.

L'organisation de la gestion des ordures à Bamako est simple. Des dépôts de transit sont désignés dans chaque commune. Des associations et GIE<sup>1</sup> d'assainissement assurent la collecte et le transport des ordures des ménages vers ces dépôts de transit. Là où ces associations n'existent pas la population s'occupe elle-même de cette tâche. Les associations et GIE d'assainissement ont fait leur apparition là aussi à partir de 1991. Une centaine de groupements de ce type étaient recensés en 1996 dont 13 en communel. Certains d'entre eux ont obtenu leur autorisation de création au niveau du District et sont sous l'autorité de celui-ci. Les autres (la plupart) sont reliés directement aux communes. Ces groupements ont obtenu des financements de départ leur permettant de s'équiper et de fonctionner, de la part d'institutions comme le Gouvernorat du District, la Caisse Française de Développement, la coopération canadienne, la coopération néerlandaise... Leur équipement est principalement constitué de charrettes tirées par des ânes. Il est donc très vulnérable. C'est d'ailleurs l'un des principaux problèmes des groupements. Leur second problème est le recouvrement des revenus. En 1996 celui-ci ne dépassait pas 68 % selon une enquête conduite par la DSUVA en 1995. La plupart des quartiers y compris les quartiers irréguliers sont couverts par les services des groupements.



### Ville de Bamako : Commune 1 Dépôts d'ordures - 1996



#### LEGENDE

■ D pots autoris s

● D pots anarchiques

#### ECHELLE

0 600 m  
└───┘

Moïse Ballo  
Sources : CARPOL  
Maps - Géosystème, AGETIPE



En 1997 il était entièrement occupé par l'habitat même si c'est au prix d'un risque sanitaire important. Dans cette zone ont été enfouies toutes sortes de déchets y compris les déchets industriels et médicaux dans des conditions loin d'être idéales.

Une observation de la localisation des dépôts montre que près de la moitié d'entre eux se situe dans le lit des rivières qui traversent la commune pour se jeter au fleuve. Ceci constitue une source importante de pollution de ces cours d'eau qui sont utilisés pour plusieurs types d'activités dont le maraîchage. Les autres dépôts se situent dans des petits espaces vides souvent entre les quartiers.

Le système de gestion décrite ci-dessus est confronté à trois principaux problèmes dont le premier est la qualité de la collaboration entre les acteurs du secteur. Viennent ensuite les problèmes de choix des sites de décharge finale et ceux du financement de l'assainissement.

L'article suivant rédigé par Abdrahamane Dicko, journaliste au quotidien malien « les Echos », et publié sur le site Internet « Malinet » en 1998 suffit pour illustrer les incohérences qui paralysent et le désarroi qui règne sur le secteur :

#### « CIMETIERE DE DJELIBOUGOU : les ordures défient les morts

Le cimetière de la Commune I, appelé cimetière de Djélibougou est aujourd'hui transformé en un véritable dépotoir d'ordures ménagères. Ce sont les tombeaux qui sont de plus en plus envahis. Le phénomène auquel assistent impuissantes, populations, autorités religieuses et chefs de quartier, a été maintes fois dénoncé. Pourtant, l'auteur de cette profanation qui ne dit pas son nom est connu. Il s'agit d'un **GIE de ramassage d'ordures<sup>1</sup>** ménagères qui a transformé les lieux en un dépôt insoutenable.

Le cimetière de Djélibougou est une vaste étendue d'espace situé derrière les rails, à proximité de la ferme de Sotuba... Ce cimetière est comme abandonné à lui-même, puisqu'il n'est pas clôturé...

Les ordures ménagères sont déposées à tort et à travers dans le cimetière. A la question de savoir qui en est l'auteur et de quelle autorisation dispose-t-il, le gardien Mahamoud Coulibaly répond que "c'est le GIE Djéya walé qui s'entête à déverser des ordures contre leur gré". Le phénomène selon nos propres constats a pris des allures d'anarchie. En effet, les tombeaux proches du passage **des charretiers** ne sont pas épargnés. Quelques-uns d'entre eux couverts de tas d'immondices, sont presque difficiles à identifier.

Assis à côté du gardien, Seydou Traoré le propriétaire de la mangeraie passe la journée à monter la garde. Et pour cause. Il veut empêcher les charretiers à déverser leurs chargements d'ordures sous ses manguiers. Ceux-ci sont comme ensevelis déjà et leurs troncs sont à peine visibles. M. Traoré qui est un cheminot à la retraite accable moins le GIE Djéya walé.

---

<sup>1</sup> Le style gras introduit par nos soins pour mettre en relief les différents acteurs du système.

Selon lui, ce sont **les propriétaires de champ** de céréales qui ont demandé au GIE, de les fournir en ordures qu'ils utilisent comme compostes. Si cette pratique a cours pendant la saison sèche, tel ne doit pas le cas en hivernage où le champ est exploité. Ainsi, les charretiers déjà habitués à opérer dans la zone, se débarrassent de leurs chargements un peu n'importe où.

Le GIE interpellé

**Les populations** aussi bien que **l'imam** de Djélibougou et les différents **chefs de quartier** de la Commune I ont toujours pris leur responsabilité. Selon le gardien Mahmoud Coulibaly, le GIE a toujours été interpellé sur la question. Le GIE, selon le gardien, a mis en garde à son tour ses ouvriers de ne pas déverser sur les tombeaux. A en croire le gardien, cette pratique est l'œuvre des charretiers incrédules dont certains pris sur le fait ont été renvoyés par le GIE.

Au GIE Djéya walé, l'exploitation du cimetière revêt deux explications. Selon les dires de son trésorier, Almoustapha Diallo, la première raison est que le site officiel de dépôt mis à leur disposition par **la voirie (DSUVA)**, est d'un accès difficile. Le dépôt, dit-il, est situé à côté du lycée Fily Dabo Sissoko. L'endroit est sur un plateau par rapport à certains points de ramassage. Les ânes n'ont pas assez de force pour monter la pente. La seconde raison est qu'avec **l'autorisation de la mairie**, ils ont dans un premier temps, utilisé les abords des rails où ils transformaient les ordures en compostes. C'est alors qu'un cultivateur (du nom de Drissa Konaté) ayant son champ à l'intérieur du cimetière, les a sollicité pour qu'ils y déversent leurs ordures. Pour ce qui est des dérapages constatés, M. Diallo affirme que le GIE sur plainte de la mosquée, a formellement interdit à ses ouvriers de déposer sur les tombeaux. M. Diallo trouve d'autres coupables en plus de son GIE. En effet, selon lui, les camions vidangeur et certains particuliers sont impliqués.

La voirie en cause

Au niveau de la mairie, le secrétaire général Oumar Baba Kané s'inscrit en faux contre les allégations selon lesquelles, le dépôt du cimetière est autorisé. Selon lui, le dépôt mis à la disposition de tous les GIE de la Commune est celui situé à côté du lycée. Quelque part, M. Kané accuse les services techniques de la Voirie qui ne semblent pas faire leur travail. La mairie, dit-il, a écrit à la **Brigade urbaine de protection de l'environnement**, à la direction de la Voirie, de l'Urbanisme et de l'Assainissement et au **Service d'hygiène** afin d'empêcher les dépôts anarchiques. Cette interpellation est restée sans suite. La responsable de l'hygiène de la Commune I, Mme Sacko Kadiatou Dembélé estime pour sa part, qu'elles ont plusieurs fois sensibilisé les responsables du GIE incriminé. Elle affirme toutefois que la mairie peut toujours faire quelque chose car, il y a un contrat qui lie cette dernière aux GIE.

Il faut relever le fait que le GIE Djéya walé considéré comme un GIE pilote qui a pignon sur rue depuis 1992, est présentement confronté à des difficultés financières aiguës. Son parc ne compte qu'environ 12 ânes et 18 charrettes pour accomplir sa mission. Ce qui fait apparemment qu'il leur paraît difficile de pratiquer le dépôt officiel à accès accidenté ».

Si les GIE éprouvent des difficultés pour acheminer les déchets jusqu'aux dépôts de transit, la DSUVA n'en a pas moins pour les acheminer aux décharges finales. Le Plan Directeur d'assainissement de la ville de Bamako, élaboré par la société canadienne TECSUD a proposé après études en plus du site de Djiblemba un site à Yirimadio pour servir de décharge finale. Ce site reste cependant peu ou pas utilisé. La raison en est que la DSUVA pour des raisons économiques trouve le site éloigné et difficile d'accès. En outre, une étude conduite par des chercheurs de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Bamako montre que ce site présente des fissures au niveau de la roche mère.

Les risques de contamination de la nappe phréatique rendraient le site inapproprié pour servir de décharge. Actuellement c'est d'autres sites plus accessibles pour la DSUVA qui sont utilisés (provisoirement ?) pour décharger les déchets. Le premier est situé à l'est de la ville, dans la zone d'extension de Fadjiguila-Dioumanzana, appelée zone Razel (du nom de l'entreprise française qui y avait un dépôt). Ce site est en même temps dépôt de transit (puisqu'il figure sur la liste des dépôts de ce type et qu'il constitue un terminal pour les associations d'assainissement) et décharge finale. Il est pourtant à l'intérieur d'un lotissement. La seconde décharge se situe toujours dans le secteur de Djiblémba au nord de l'Hippodrome mais un peu plus loin que le premier site. Il accueille les déchets provenant de la partie centrale de la ville. La troisième décharge se situe à Sébéninkoro à l'ouest de la ville. On le voit bien, le problème de décharge finale à Bamako reste entier. Nul besoin n'est de parler des traitements après saturation des décharges. L'approche extensive est celle actuellement en vigueur : une nouvelle décharge après une autre ancienne.

Le principal goulot d'étranglement pour la DSUVA reste cependant la faiblesse de ses moyens. Son fonctionnement est entièrement pris en charge par le District. Des réflexions sont engagées pour trouver une solution au problème du financement de l'assainissement. Des pistes comme la privatisation de la DSUVA ou la création de services de voirie au niveau de chaque commune sont proposées. Ces solutions passent par une réforme du système de « guichet unique » pratiqué pour le financement des communes. Il consiste à l'envoi au District de l'intégralité des ressources collectées au niveau des communes. Le District fait ensuite une ristourne aux communes en fonction de leurs projets. Mais les sommes retournées aux communes restent très faibles.

Nous avons participé à une enquête conduite conjointement par deux doctorants de l'ISFRA : Yaranga COULIBALY et Mamadou DOLO sur la gestion de l'environnement et la consommation de bois-énergie à Bamako. L'objectif pour nous était de savoir si une politique locale de gestion des déchets pouvait s'appuyer sur une plus grande implication physique et financière de la population. En effet, les espoirs des autorités locales et des organismes d'aide au développement semblent se fonder, dans les années 90 sur l'approche « participative » du développement. Il est important de savoir ce que la population pense de la participation qui lui est demandée.

L'échantillon de l'enquête a été tiré en deux étapes. La première étape de l'échantillonnage a été effectuée à partir du fichier des ménages a constitué au niveau du District suite à l'opération « adressage ». Ce fichier n'inclue cependant que les parties « structurées » de la ville c'est à dire les quartiers réguliers et les quartiers irréguliers mais réhabilités. 432 ménages ont été sélectionnés par tirage aléatoire au pas 136. Le reste de l'échantillon (168 ménages) a été tiré sur la partie non structurée de la ville par application d'une grille sur une carte avec ces quartiers. 141 ménages ont été enquêtés en commune 1. L'échantillon ne permet pas des analyses statistiques à un niveau spatial inférieur à celui de la commune. Les réponses aux questions :

- seriez-vous prêt à trier les ordures ? et
- seriez-vous prêt à payer plus cher pour le service de ramassage des ordures ?

sont résumées dans les tableaux ci-dessous.

**Tableau 10** : disposition à trier les ordures

	Commune1	Commune2	Commune3	Commune4	Commune5	Commune6
Sans réponse	0	0	0	0	0	0
Oui	11	11	12	15	28.73	20
Non	79	79	78	75	71.26	80

**Tableau 11** : Disposition à payer plus cher pour le service de ramassage des ordures

	Commune1	Commune2	Commune3	Commune4	Commune5	Commune6
Sans réponse	0	0	0	0	0	0
Oui	56.75	75.86	57	35	73.56	41
Non	43.25	24.13	43	65	26.43	58.87

Les deux tableaux montrent que les divergences sur ces questions ne sont pas considérables entre les communes de Bamako. De 70 à 80 % de la population dans chacune des communes de Bamako ne participerait pas, en 1997 à un effort de tri des ordures si cela lui était demandé. En revanche, la population serait prête en majorité à consentir un investissement financier plus important dans l'assainissement. Mais à la question quel montant seriez-vous prêt à payer pour un service de qualité, seuls les enquêtés des quartiers Korofina-Nord et Korofina-sud se prononcent. Ils se disent prêts à payer des montants annuels allant de 20000 à 75000 Fcfa. Le montant actuellement payé est de 12000 Fcfa. au maximum (1FF =100Fcfa en 1998).

Sans mettre en cause la pertinence de l'approche participative, il est important de souligner que sa réussite passe non seulement par une concertation de la population mais aussi par un effort important de formation et de sensibilisation. L'opinion de la population doit nécessairement être recueillie avant le lancement de tout chantier participatif. Ce recueil pourrait s'appuyer sur un dispositif cohérent permettant, en même temps, de saisir la dynamique.

#### **6.4. Bases pour un suivi des dynamiques socio-spatiales**

Un SIU, pour répondre aux besoins de ses utilisateurs a besoin d'être périodiquement actualisé. Aussi, une réflexion sur les modalités de cette mise à jour constitue un aspect essentiel du processus de mise en place de l'outil. Nous avons montré plus haut que 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. De la qualité de la base de sondage dépend les résultats de l'opération de collecte de données. On l'a signalé, il n'existe pas encore de liste exhaustive des ménages à Bamako ni même de 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<sup>1</sup> ou par le CERPOD comme l'IMMUS<sup>2</sup> ou l'EDS<sup>3</sup>. 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 d'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 servi 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.

---

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Enquête Insertion des Migrants en Milieu Urbain du Sahel (Ouédraogo D., Piché V. (ed.), 1995)

<sup>3</sup> Enquête Démographique et de Santé



# Ville de Bamako

Commune 1

## Espace bâti dans les secteurs de recensement



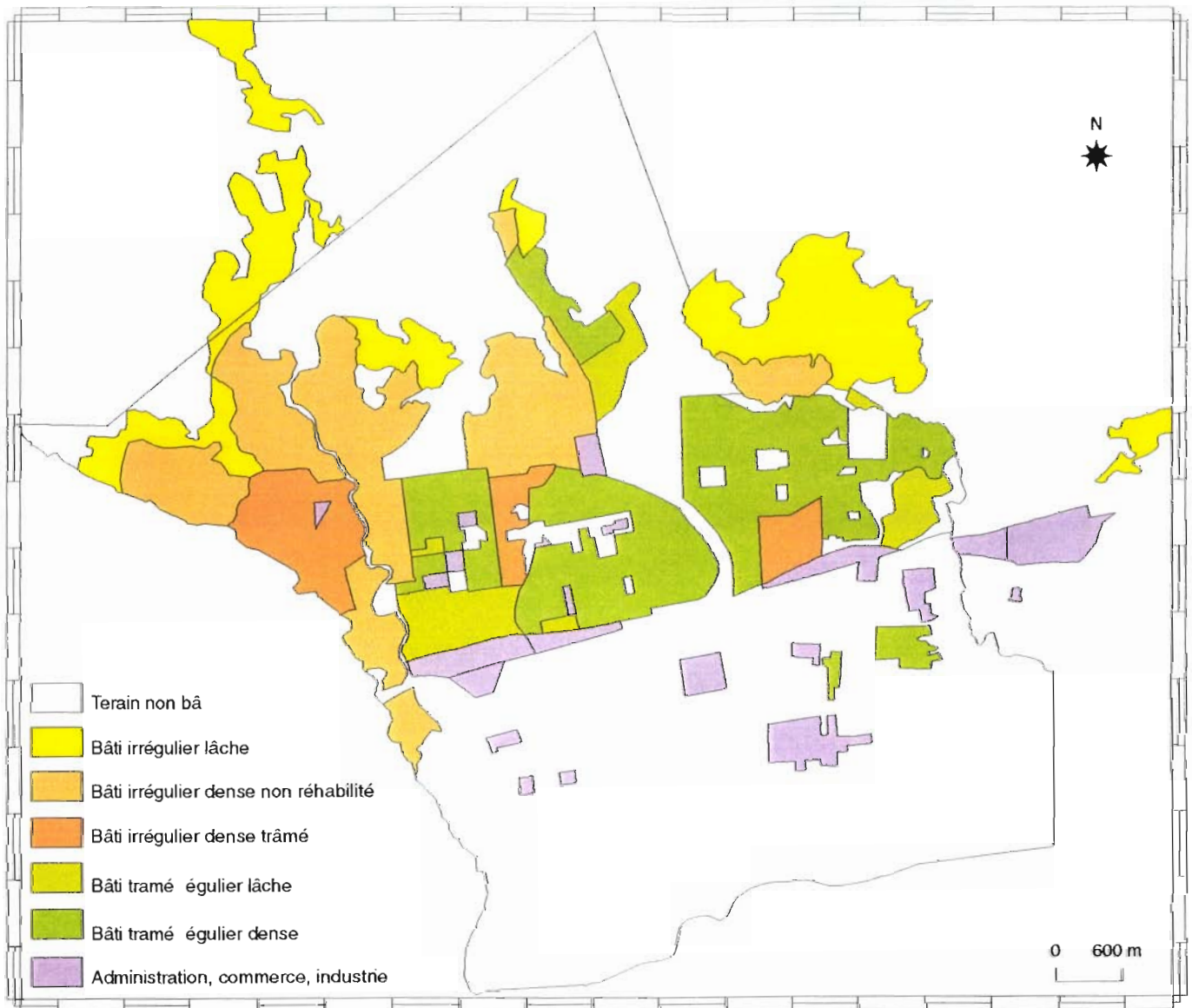
0 600 m

LCA - ORSTOM

Moïse Ballo



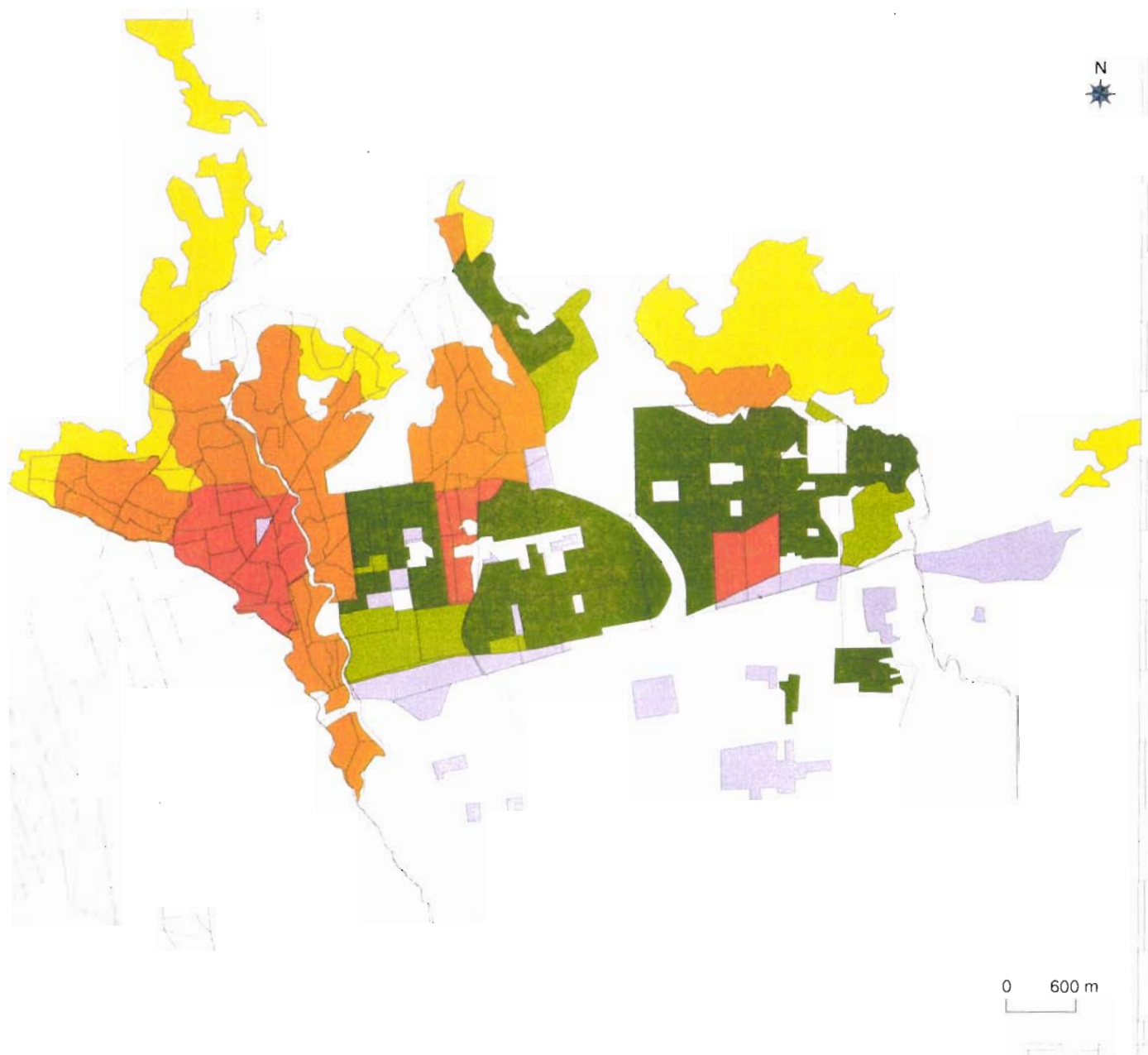
### Ville de Bamako : Commune 1 Stratification de l'espace



Moïse Ballo  
LCA - ORSTOM



Ville de Bamako : Commune I  
Limites des secteurs d'énumération sur les strates



Moise Ballo  
LCA, Orstom



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 :

$$n = 4R(1 - R) / s^2$$

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 1000 et 3000 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 a 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 10) 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 a 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 1/7500<sup>e</sup> et 1/3000<sup>e</sup> 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 24050 m<sup>2</sup>. La superficie de l'ensemble de la strate étant 1544203 m<sup>2</sup>, 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 :

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

où  $M_k$  = nombre d'îlots par strate



Ceci nous donne pour la commune 1 :

$$T = 200 / 2895.15 = 0.069$$

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 14 : 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 2ème 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. En effet, l'exploitation par localités d'une enquête par sondage permet donc de confirmer ou d'infirmier la pertinence des strates définies à priori, avant obtention des résultats. Les strates peuvent ainsi être modifiées pour des études ultérieures, éventuellement pour une stratification à posteriori en recalculant de nouveaux coefficients de pondération. En résumé, il faut affirmer que l'extrapolation par strate des données issues d'une enquête par sondage est la seule façon d'obtenir des effectifs avec le maximum de précision au niveau des strates. Cependant, les résultats par localités permettent un autre type d'extrapolation géographique à posteriori qui permet d'affiner l'analyse et de modifier pour une étude ultérieure le découpage de l'univers étudié en strates.

## **Conclusion**

Le glissement d'échelle qu'a consisté le passage 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 à 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 et aussi du patrimoine national. 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 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.

## **CONCLUSION GENERALE**

Les prémices des SIG ont vu le jour dans les années 70. Il a fallu attendre les années 80 pour en voir les premières applications. Ils n'ont cependant fait l'objet d'une utilisation massive y compris dans les pays en développement que dans les années 90.

Cette généralisation du SIG a profité des progrès réalisés dans plusieurs domaines de la connaissance. Le développement de la micro-informatique, notamment les gains en puissance et en convivialité y a fortement contribué. Dans le domaine de l'acquisition d'information, la photogrammétrie d'abord, puis la télédétection ensuite ont opéré de véritables révolutions. Dans celui du stockage et de la gestion des données, plusieurs générations de modélisation des données donc de bases de données se sont succédées. Les SGBD relationnels largement répandus grâce notamment à la puissance des langages qu'ils proposent ont supplanté les SGBD hiérarchiques et réseaux. Ils se laissent eux-mêmes déborder par les systèmes de troisième génération qui, grâce au modèle sémantique et à la programmation objet suscitent beaucoup d'espoirs. Les architectures et les capacités expressives sont également en pleine évolution, proposant toujours plus de souplesse d'utilisation et de puissance.

Les projets de SIG dans les pays en développement doivent tirer le meilleur parti de l'ensemble de ces progrès. Contrairement à l'impression que l'on pourrait en avoir, ces avancées notamment dans les domaines de la création et de la circulation de l'information, contribuent à réduire le fossé technologique entre pays riches et pays moins riches.

A Bamako, le milieu des années 90 a vu naître et se multiplier les projets et expériences en SIG. Ce foisonnement de projets se rencontre aussi bien au niveau des services propres du District de Bamako que dans les services externes comme les grandes sociétés et l'administration publique. Cependant, les projets et expériences sont nés au gré de financements et d'opportunités sectoriels et présentent peu de cohérence d'ensemble. En outre, ils ont rarement atteint le stade de production ne se limitant qu'à des applications de cartographie simple. La qualité des données tant graphiques que descriptives oblige à se satisfaire d'une précision assez sommaire.

Tout cela conduit non pas à envisager de revenir sur les projets existants pour en créer un nouveau mais à proposer un schéma de leur mise en cohérence. Il est souhaitable pour atteindre une plus grande efficacité, de faire converger dans un projet cohérent les différentes initiatives. Ceci nécessite l'élaboration de chartes informationnelles ou de conventions de collaboration où le rôle, les droits et les devoirs de chaque partenaire sont clairement identifiés. Il nécessite également la définition des objectifs et des priorités de ce projet, résultant forcément de compromis.

Pour passer des considérations théoriques, des recommandations à des aspects plus pratiques, nous avons construit un prototype de SIU à partir des données de type, de date, d'échelle et de sources différents. Celui-ci nous a permis, à la fois d'être confronté aux difficultés relatives à la constitution d'un SIU à Bamako et d'analyser la structure et le fonctionnement global de la ville. Ainsi, une Analyse en Composantes Principales (ACP) effectuée sur une quarantaine de variables sélectionnées parmi les données du recensement de 1987 nous a permis d'identifier les principaux critères de différenciation de l'espace bamakois. Ces critères sont : l'équipement du logement, la structure démographique de la population, la condition de la femme et la situation résidentielle. Selon l'ensemble de ces critères, le principe premier de différenciation de l'espace bamakois est un principe d'opposition entre structures contrastées. Chose que montre la typologie des secteurs de recensement. Celle-ci s'est appuyé sur une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) effectuée sur les résultats de l'ACP.

Au premier niveau de partition de l'espace, on retrouve d'un côté les secteurs planifiés et de l'autre les secteurs spontanés non et sous-intégrés. Une analyse plus fine permet d'identifier jusqu'à six classes que sont : les secteurs périphériques non intégrés et ruraux, les secteurs péricentraux sous intégrés, les secteurs péricentraux mixtes, les secteurs péricentraux résidentiels bien équipés, les secteurs centraux mixtes et les secteurs centraux administratifs et commerciaux. Cette typologie permet, grâce au niveau d'appréhension des phénomènes choisis, d'enrichir les classifications existantes.

Une analyse visuelle sur carte des discontinuités élémentaires a également permis de mettre en évidence les grands principes d'organisation de la ville. Ces principes, simples se résument en : une organisation auréolaire autour du centre, un effet d'axes induit à la fois par le fleuve et les axes routiers, un effet de barrière exercé par les éléments du site que sont le relief et, là encore le fleuve. Ensemble les éléments structuraux et les grands principes d'organisation de la ville ont servi à la modéliser. Des éléments de fonctionnement de cet organisme qu'est la ville ont été introduits par l'analyse des mobilités au niveau des cours et des secteurs de voisinage. Ce glissement d'échelle a en même temps permis de confirmer les structures identifiées tout en leur donnant un contenu et de les relativiser. Autre glissement d'échelle, que celui du passage de l'analyse de la ville en entier à celle d'une des communes la composant. Il nous a permis d'intégrer des problématiques pertinentes à ce niveau de décision et de gestion comme la planification et la gestion de patrimoine et l'assainissement. En effet, un SIU sur la ville de Bamako doit nécessairement prendre en compte le niveau communal. Celles-ci sont appelées à jouer un rôle de plus en plus croissant à mesure que l'option de décentralisation résolument prise par le gouvernement se traduit en réalité.

Au final, nous soulignons que dans ce domaine où en Afrique la recherche court après la pratique comme dans bien d'autres, nous avons voulu faire un travail le plus pratique possible tout en sachant que les paris n'étaient pas gagnés d'avance. En effet, nombre de difficultés obstruent le chemin vers la mise en place d'un SIU à Bamako. On peut citer, en premier lieu, au nombre de ces difficultés, les « autonomismes », le souci de chaque acteur de garder son projet. Ils constituent le principal handicap à un projet fédérateur. Les incohérences dans les données constituent la seconde grande difficulté. L'illustration en a été donnée à travers les différentes limites spatiales. L'utilisation des secteurs d'énumération (de recensement) comme niveau d'analyse et de représentation des données socio-économiques, notamment celles du recensement a été un passage obligé étant donné que les informations sont collectées à ce niveau. Son utilisation pose cependant beaucoup de problèmes en raison non seulement des énormes différences de taille d'un secteur à l'autre mais aussi des changements importants de la cartographie censitaire d'un recensement à l'autre. Il est souhaitable que les services statistiques prennent en compte l'importance du suivi diachronique aux niveaux les plus fins, dans leurs travaux.

La méthode de sondage aréolaire permet cependant de s'affranchir dans une certaine mesure des limites et oriente vers l'utilisation de l'îlot comme unité de base dans le SIU. Elle permet, en outre d'améliorer considérablement la collecte de données.

L'énumération de ces difficultés ne saurait nous faire occulter les atouts dont disposerait un projet de mise en place de SIU à Bamako. La volonté politique est réelle et manifeste à tous les niveaux : national, districale et communale. Les données aussi imparfaites qu'elles soient ont le mérite d'exister et permettent d'établir une situation de départ. Ce travail a l'ambition d'en constituer une preuve.

## **BIBLIOGRAPHIE**

### **Références généraux**

- 1- ARMAND M., 1995.- Télédétection, urbanisme et aménagement, in les *Cahiers Pédagogiques du GDTA*, cahier A4, 122 p.
- 2- BRUNET R., FERRAS R., THERY H., 1992. Les mots de la géographie. Dictionnaire critique, troisième édition, Paris, Reclus - La Documentation Française, 518 p.
- 3- FERRIER, J-P., 1984, Antée 1. La géographie, ça sert d'abord à parler du territoire, ou le métier du géographe, Aix-en-Provence, Edisud
- 4- FERRIER, J-P., 1993.- Principals for a global regional geography and their implications for southern France, in HAUER J. ; HORKVELD G. Moving Regions, Utrecht, 1993, pp. 201-212
- 5- HAGGET, P., 1973.- L'analyse spatiale en géographie humaine, Paris, Armand Collin, 390 p.
- 6- PATRICK, P., 1994.-Ville et environnement , Paris, Nathan, 191p.
- 7- ROBIC M.-C., 1992.- Epistémologie de la géographie in Bailly, A. S., Ferras, R., Pumaim, D., (*dir.*), Encyclopédie de géographie, Paris, Economica, pp. 55-73.

### **Références thématiques**

- 8- AURIAC F.,1979.- Système économique et espace, un exemple en Languedoc, Th., Montpellier
- 9- AURIAC F.,1986.- Du spatial et du social: de la géographie aujourd'hui, in AURIAC F. et BRUNET R. (*éds.*), Espace Jeux et Enjeux, Paris, Fayard, Fondation Diderot, pp. 73 - 81.
- 10- BAUELLE G., 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
- 11- BRUNET R., 1972.- Les nouveaux aspects de la recherche géographique: ruptures ou raffinements de la tradition? in *l'espace géographique* n° 2
- 12- BRUNET R., 1986.- La carte modèle et les chorèmes, *Mappemonde 1986-4*
- 13- BRUNET R., 1990.- Mondes Nouveaux, Géographie universelle, Hachette/Reclus
- 14- CHEYLAN, JP. ; MIELLET, P. ; WANIEZ, P., 1993.- Les systèmes d'information géographique : un état de l'art, in *Mappemonde* n° 4 1993, p. 2
- 15- CHEYLAND, J-P. *et al.*, 1994.- Les Problématiques liées au temps dans les SIG, in *Revue internationale de géomatique*, vol. 4, n° 3-4/1994, pp. 287-305
- 16- CHRISMENS C. et ZURFLUH G., 1996.- Bases de données Introduction, in FIGER J. P. *et al.* Techniques de l'ingénieur, Strasbourg, vol. H3, pp. 1-5
- 17- DELAGE J. P., 1991.- Une histoire de l'écologie, Paris, Point sciences.
- 18- DEVISSE, J. (resp. scient.), 1998.- Vallées du Niger, Paris, Editions de la réunion des musées nationaux, 573 p.
- 19- DNSI, 1987.- Rapport du recensement général de la population et de l'habitat, Bamako, pp. 72 - 83.



- 20- 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 p.
- 21- DUREAU F.,1995.- Images satellite et démographie: Présentation d'une nouvelle méthode de production d'information sur les populations citadines, in DUREAU F., et WEBER C., (eds.),- Télédétection et systèmes d'information urbains, Paris, Economica, pp.271-284.
- 22- DUREAU Fr., WEBER Ch., 1995.- Avant-propos, in: Télédétection et systèmes d'information urbains, Paris, Economica, pp. 4-14.
- 23- DUREAU, F., (ed.), 1990 - Outils de production, gestion urbaine et analyse de l'information urbaine, Orstom Bondy, Réseau ADOC, document de travail n° 1, 79 p.
- 24- FISCHER M. M. and NIJKAMP P., 1993.- Geographic Information System, Spatial Modeling, and Policy Evaluation, Berlin & New York, Spring-Verlag, 42 p.
- 25- HAERINGER Ph., 1996.- La mégapolisation n'est pas une crise. Esquisse de mise au point sémantique et problématique in Villes du Sud. Sur la route d'Istanbul ..., Paris, ORSTOM Editions, pp. 5 - 19.
- 26- HUXOLD, William E., 1991.- Introduction to urban geographic information systems, New York, Oxford University Press, 337 p.
- 27- IGN, 1997.- Qualité d'une base de données géographique: concepts et terminologie. in *Bulletin d'information de l'IGN*, n° 67, 1 99712, 26 p.
- 28- KFRVERN G.-Y., 1 998,- Villes: la mort de l'intranet, in *villes en développement*, ISTD, n° 39, pp. 4-5
- 29- LAURINI, R ; MILLERET-RAFFORT, F., 1993.- Les bases de données en géomatique, Paris Hermes 340 p.
- 30- LENCO M., 1995.- Etude des écosystèmes urbains des grandes agglomérations de plus de 1 00 000 habitants par télédétection au 1/25 000, in DUREAU F., et WEBER C., (eds.) Télédétection et systèmes d'information urbains, Paris, Economica, pp.241-253.
- 31- LUMMAUX J-C., 1998.- Le SIG, outil de mémoire d'abord, in *Villes en développement*, no 39, pp. 6-7.
- 32- MCKENZIE R., 1925,- L'approche écologique dans l'étude de la communauté humaine, in *L'Ecole de Chicago, naissance de l'écologie urbaine*, Aubier, RES Champ urbain, Paris, 1990, pp. 149-167
- 33- METZGER P., BERMUDEZ N., 1996,- El medio ambiente urbano en Quito, Quito, Orstom, 175p.
- 34- METZGER Pascale 1994 Pour une problématique de l'environnement urbain. *Éléments de réflexion. Cahiers de Sciences humaines* vol. 30, n° 4 pp. 595-619
- 35- Ministère du Plan, DNSI, BCR, 1 990.- Recensement Général de la Population et de l'Habitat 1987 Résultats définitifs, 6 volumes.
- 36- MORICONI-EBRARD F.,1994.-Geopolis Pour comparer les villes du monde, Paris, Economica, 243 p.
- 37- MULLON C. et BOURSIER P., 1992.- Eléments pour une analyse critique des systèmes d'information géographique, in *Revue SIGAS*, vol. 2-n° 2/1992, pp. 155-172.
- 38- OCDE, BAD, CILSS, 1994.- Pour préparer l'avenir de l'Afrique de l'Ouest une vision à l'horizon 2020. Synthèse de l'étude des perspectives à long terme de l'Afrique de l'Ouest. Bamako, 65 p.

- 39- PARIENTE D. 1994.- Modélisation orientée objet et manipulation de champs spatiaux continus, in *Revue internationale de géomatique*, vol. 4, n° 3-4/1994, pp. 353-367
- 40- PELLETIER, F., 1991.- Outils de traitement des données urbaines : logiciels, Orstom Bondy , Réseau ADOC, document de Travail n° 2, 90 p.
- 41- PIRON M., 1996.- Systèmes d'information et observatoires en sciences sociales: quel impact sur les démarches de recherche? *Cah. Sci. hum.*, 32 (4), pp. 765 - 784.
- 42- PORNON H., 1992.- Les SIG Mise en œuvre et applications, Paris, Hermes, 158 p.
- 43- PRADES J. A., MUJICA M., 1997.- Les Systèmes Intégrés d'Aide à la Décision (SIAD) dans le secteur de l'environnement. Un outil élaboré au Québec (Canada), in *Nature Science Société*, vol 5, n° 3, pp. 61 - 67.
- 44- RAMADE F., 1987.- Eléments d'écologie fondamentale, Paris, McGraw-Hill
- 45- ROLLAND C., 1996.- Conception de base de données : une méthode orientée objet et événement dans FIGER J. P. et *al.*, Techniques de l'ingénieur, vol. H3, Strasbourg, pp. 1-27
- 46- SCHWATZ, P., 1988.- Nouveaux outils, in *villes en développement*, ISTED, n° 39, p.1
- 47- SOURIS, M., 1995.- Savane: Manuel de référence. Orstom, Paris, 274p.
- 48- VAUGIEN M., 1988.- Le géographe, la didactique et les bases de données in *Revue de géographie de Lyon*, n° 2, pp. 77-81.
- 49- WEBER C., 1995.- De la Banque de Données Urbaines au Système d'Information Géographique Urbain en France in DUREAU F., et WEBER C., (eds.),- Télédétection et systèmes d'information urbains, Paris, Economica, pp. 16-27.
- 50- WEBER, C. 1995.- Images satellitaires et milieu urbain, Paris Hermes, 175 p.
- 51- Atlas infographique de Quito. Sociodynamique de l'espace et politique urbaine. IGM (Equateur), IGPH (Equateur), Orstom (France) 1992
- 52- BAILLY A. S., 1974.- La perception des paysages urbains, essai méthodologique, in *l'espace géographique*, n° 3, 1974, pp. 211-218
- 53- BARBIER J C , KLEIN B. 1995.- Sokodé, ville multicentree du Nord-Togo. Petit atlas urbain. Orstom, 135 p.
- 54- BERROIR S, 1996.- L'espace des densités dans la ville : théories et modélisations, in *l'espace géographique*, 1996, n° 4, pp.353-368
- 55- BERTRAND M., 1998.- Bamako (Mali) : habitat de cour et mobilités résidentielles, in *Espace, Population et Sociétés*, 24 p.
- 56- BRUNEAU J.C. et PAIN M. (*édit. scient.*) 1990.- Atlas de Lubumbashi. 24 pl, notice 133 p. Université de Paris X - Nanterre, SEGAN.
- 57- BRUNET R., 1974.- Espace, perception et comportement, in *l'Espace géographique*, n3, 1974, pp. 189-204
- 58- BUSSI, M., 1996.- Analyse spatiale de la consommation de médicaments psychotropes : l'exemple de l'agglomération rouennaise, in *Nature – Science – Sociétés*, 1996 n° 4 (1), pp. 37-49
- 59- CHAUME (R), CHAMPAUD (j), CHEREL (JP), BARRET (E), ATKINSON (G), MUSCAT (G), 1993. Croissance urbaine, environnement et imagerie satellite. Orstom, 301 p multigr.

- 60- COURET D., 1994.- Système d'Information Géographique, Inégalité dans le Logement et Ségrégation Spatiale à Quito (Equateur), Paris, Orstom Editions, 229 p.
- 61- DELAUNAY, D., 1995.- Information spatialisée et déformation cartographique en démographie, in CAMBREZI, L. de MAXIMY R. (éds.).- La cartographie en débat : représenter ou convaincre, Paris, Kartala, pp. 58-108.
- 62- DENIS E., 1998.- Croissance urbaine et dynamique socio-spatiale : le Caire de 1950 à 1990, in *l'Espace géographique*, n° 2, 1998, pp. 129-142
- 63- DESABIE 1971, Théorie et pratique des sondages, Dunod, 483 p.
- 64- Direction du Projet Urbain, 1984.- Programmation décennale des investissements. Etude du développement urbain de Bamako, Banque Mondiale, Groupe Huit, BCEOM, SNED, 214 p.
- 65- DUREAU F. *et al.*, 1989.- Sondages aréolaires sur image satellite pour des enquêtes socio-démographiques en milieu urbain, Paris, Editions de l'Orstom, 1989, 23 p.
- 66- FRANCOIS J-C., 1998.- Discontinuités territoriales et mise en évidence des systèmes spatiaux dans l'espace des collèges de l'agglomération parisienne, in *l'Espace géographique*, n° 1, 1998, pp.63-75
- 67- GIBBAL JM, 1988.- Fadjigila, village dans la ville, in *Cah. Sci. Hum.*, n°24 (2), 1988, pp.317-326
- 68- GINGRAS L., 1994.- Essai de typologie des quartiers de Bamako, in Ouédraogo D., Piché V. *et al.*, 1994, Insertion urbaine à Bamako (Mali), CERPOD, Université de Montréal 255 p.
- 69- Groupe Huit *et al*, 1996.- Troisième Projet Urbain du Mali : Décentralisation et infrastructures. Etude de faisabilité, Rapport final vol 1, 631 p.
- 70- Groupe Huit *et al*, 1996.- Troisième Projet Urbain du Mali : Décentralisation et infrastructures. Etude de faisabilité, Rapport final vol 2, 631 p.
- 71- Groupe Huit *et al*, 1996.- Troisième Projet Urbain du Mali : Décentralisation et infrastructures. Etude de faisabilité, Atlas.
- 72- HANDSCHUMACHER P. (*et al.*) 1994 .- Petit atlas informatisé de Richard Toll, environnement urbain et bilharziose intestinale. (atlas électronique) Dakar.
- 73- OUEDRAOGO D., PICHE V. (éds.), 1995.- L'insertion urbaine à Bamako, Paris, éditions Karthala, 201 p.
- 74- PIGEON P. 1994.- Ville et environnement, Coll. Géographie d'aujourd'hui. Nathan université, 192 p.
- 75- PIRON, M., 1990.- Structuration de l'information à plusieurs niveaux et analyse des données. Développement méthodologique et application aux données d'une enquête socio-urbaine à Ouagadougou ( Burkina Fasso), Th., Paris VI, 226 p.
- 76- PIRON, M., 1992.- Analyse statistique d'un système d'échelles, Orstom Bondy, Réseau ADOC, document de travail n° 4, 211 p.
- 77- QUODVERTE, P., 1997.- Penser autrement la cartographie: cartographie SIG et géomatique, in *Comité Français de Cartographie*, no 153, septembre 1997, paris, pp.32-37
- 78- ROBLIN, S., ANDRE, M-P., 1997.- L'offre scolaire à Bamako (Mali): un révélateur de la diversité urbaine ?, Mémoire, Université de Caen, 1997, 82 p.
- 79- ROCHE S., 1997.- Les SIG: un regard nouveau sur l'espace et sa gestion. Etudes de cas en France et au Québec, in *l'espace géographique*, n° 1, 1997, pp. 60-66

80- SALEM,G., 1995.- Urbanisation et santé en Afrique de l'ouest. Géographie d'un petit espace dense: Pikine (Sénégal). diplôme d'habilitation à diriger les recherches, Univ. P. Valéry vol 3: atlas

81- SALEM, G. *et al.*, 1991.- Lieux de vie, densité et zones à risque : l'analyse spatiale au service de la santé à Pikine (Sénégal), in LALOE, F., Séminfor 5 Statistique Impliquée, Montpellier, sept. 1991, pp.419-430

82- SALEM, G. ; MAROIS C., 1991.- De la théorie à la description : morphologie de l'habitat, dynamiques spatiales et paysages urbains à Pikine (Sénégal), in LALOE, F., Séminfor 5 Statistique Impliquée, Montpellier, sept. 1991, pp. 319-339

83- SANDERS L. 1989.- L'analyse statistique des données en géographie, Montpellier, G.I.P. RECLUS, 268 p.

84- van WESTEN, 1987.- Constraints of self-help housing in a sahelian urban context in VERKOREN, O., van WEESEP, J. (éds) 1987,- Spatial mobility and urban change, *Nethertand geographical studies* n° 37, Utrecht, KNAG,University of Utrecht, 105 p.

#### **Autres références relatives à la ville de Bamako**

85- ALPHA, A. *et al.*, 1991: Hydrogéologie et contamination de la nappe phréatique alimentant la ville de Bamako, 108 p.

86- BERTRAND, M., 1995.- Bamako, d'une République à l'autre, in *Annales de la recherche urbaine* n° 66

87- BLENEAU, D., la COGNATA G., 1972 Evolution de la population de Bamako

88- BLENEAU, D.,1976.- Démographie bamakoise in *Etudes maliennes* n° 19 pp. 1-36

89- Cellule Technique du District, 1994.- Monographie du District de Bamako, Gouvernorat du District de Bamako, Mission Française de coopération,185 p.

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

91- 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).-72p.

92- DNUC, 1976.- Schéma Directeur d'Aménagement et d'urbanisme de Bamako et environs (SDAU). Bamako (Mali) 157p. ( révisé en 1990 et 1995)

93- 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.

94- GILG, JP., 1966 les « Kinda » de Bamako, in *Cahiers d'O.M.*, 1966 pp. 364-381

95- Groupe huit *et al.*, 1986.- Second Projet Urbain du Mali: Etude de factibilité, 414p.

96- MAS, P., 1962 .- Plan-pilote pour Bamako. Paris, SCET-Coopération, 30 p., 5 schémas + 5 plans

97- MEILLASSOUX, C. 1965.- The social structure of modern Bamako. Africa Londres, pp. 125-142.

98- PEHAUT, Y., VENNETIER P., (eds), 1993.- Bamako, ENSUP, Bordeaux CRET, collection « pays enclavés » n°6, 308 p.

99- PULIM, 1986.- L'eau à Bamako, Paris, Bamako, 52 p.

- 100- SIDIBE, S., 1993.- L'environnement urbain de Bamako, mem., Université de Ouagadougou, 195 p.
- 101- Van WESTEN, A.C.M., 1995.- Unsettled : Low-income housing and mobility in Bamako, Mali, in *Nederlandse Geografische Studies* n° 187,Utrecht, 277 p.
- 102- VILLIEU-ROSSI, M.L., 1966.- Bamako, capitale du Mali in *Bulletin de l'IFAN*, T. 28, série B, n°1-2, pp.249-380

## Liste des planches

	<b>Pages</b>
Planche n° 1 : Bamako : Découpage administratif – 1996	124
Planche n° 2 : Bamako : Limites statistiques	125
Planche n° 3 : Bamako : Unités administratives et statistiques – 1987	126
Planche n° 3a : Bamako : Quartiers et secteurs d'énumération – 1987	
Planche n° 4 : Bamako : Typologie – 1987	170
Planche n° 5 : Bamako : Densité de la population – 1987	179
Planche n° 6 : Ville de Bamako : Commune 1. Approvisionnement et accès à L'eau par robinet dans les quartiers de Korofina Nord et Djélibougou – 1987	182
Planche n° 7 : Bamako : Modèle Numérique de Terrain	186
Planche n° 8 : Bamako : Eclairage à l'électricité – 1987	187
Planche n° 9 : Bamako : Accès à l'eau par robinet - 1987	188
Planche n° 10 : Bamako : Effet de blocage du site – 1987	192
Planche n° 11 : Bamako : Proportion de propriétaires – 1987	198
Planche n° 12 : Bamako : Proportion de locataires - 1987	199
Planche n° 13 : Bamako : Proportion des hommes de 60 ans et plus – 1987	200
Planche n° 14 : Bamako : Proportion des hommes de moins de 15 ans	201
Planche n° 15 : Bamako : Taux de scolarisation masculine - 1987	212
Planche n° 16 : Bamako : Taux de scolarisation féminine - 1987	213
Planche n° 17 : Bamako : Nombre d'élèves par classe – 1996	215
Planche n° 18 : Bamako : Nombre de maîtres pour 100 élèves – 1996	216
Planche n° 19 : Ville de Bamako : Commune 1. Accès scolaire	218
Planche n° 20 : Ville de Bamako : Commune 1. Carte des équipements sanitaires - 1996	224
Planche n° 21 : Ville de Bamako : Commune 1. Dépôts d'ordures – 1996	228
Planche n° 22 : Ville de Bamako : Commune 1. Espace bâti dans les secteurs de recensement - 1995	236
Planche n° 23 : Ville de Bamako : Commune 1. Stratification - 1995	238
Planche n° 24 : Ville de Bamako : Commune 1. Limites des secteurs d'énumération sur les strates	

## Liste des tableaux

	<b>Pages</b>
Tableau 1- Eléments descriptifs des cartes utilisées	122
Tableau 2- Différence sur deux cartes des coordonnées d'un même point	123
Tableau 3- Comparaison des codes utilisées dans deux opérations de collecte Différentes	134
Tableau 4- Concordance code – libellé des variables	162
Tableau 5- Edition sur le facteur 1 des variables continues	166
Tableau 6- Edition sur le facteur 2 des variables continues	166
Tableau 7- Edition sur le facteur 3 des variables continues	168
Tableau 8- Matériaux de construction des écoles à Bamako (1996-1997)	225
Tableau 9- Associations et GIE d'assainissement en commune 1	231
Tableau 10- Disposition à trier les ordures	236
Tableau 11- Disposition à payer plus cher pour le service de ramassage des ordures ménagères	236
Tableau 12- Superficie des strates en commune 1	241
Tableau 13- Superficie des zones bâties dans deux SE de la commune 1	241
Tableau 14- Sélection des îlots de l'échantillon	247

## Liste des figures

	<b>Pages</b>
Figure 1 - Eléments structurels d'un système d'information	23
Figure 2- Organigramme du District avant 1998	74
Figure 2a- Organigramme prévu du District	75
Figure 3 - Relations fonctionnelles des services techniques du District de Bamako	87
Figure 4 - Relations fonctionnelles des services concessionnaires de réseaux	90
Figure 5 - Relations fonctionnelles des municipalités	108
Figure 6 - Schéma organisationnel et fonctionnel du SIU de Bamako	146
Figure 7 - Tableau et histogramme des 40 premières valeurs propres-inertie	165
Figure 8 - Plan factoriel 1-2	167
Figure 9- Plan factoriel 1-3	168
Figure 10 - Isochrones depuis le centre	185
Figure 11- Etapes de la modélisation	195

## Liste des abréviations

AGETIPE : Agence de Gestion des Travaux d'Intérêt Public pour l'Emploi  
BRCTU : Bureau de Régulation et de Contrôle du Transport Urbain  
BUPE : Brigade Urbaine de Protection de l'Environnement  
CARPOL : Cartographie Polyvalente  
CERPOD : Centre d'Etudes et de Recherches sur la Population pour le Développement  
CPS : Cellule de Planification et de Statistique  
CSC : Centre de Santé Communautaire  
DNCT : Direction Nationale de la Cartographie et de la Topographie  
DNHE : Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie  
DNI : Direction Nationale de l'Industrie  
DNM : Direction Nationale des Mines  
DNSI : Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique  
DRCT : Direction Régionale de la Cartographie et de la Topographie  
DSUVA : Direction des Services Urbains de Voirie et d'Assainissement  
EDM : Energie du Mali  
GRN : Projet de Gestion des Ressources Naturelles  
MAT : Ministère de l'Administration Territoriale  
MEB : Ministère de l'Enseignement de Base  
MSSPA : Ministère de la Santé, de la Solidarité et des Personnes Agées  
PNAE : Plan National d'Action Environnementale  
SOTELMA : Société de Télécommunications du Mali



## **ANNEXES**

**Annexe 1**

INVENTAIRE DES DONNEES CARTOGRAPHIQUES DU MALI (Moïse BALLO, Kéfa COULIBALY)

CARTES SUR SUPPORT PAPIER

ORGANISME	N°	DESIGNATION	EHELLE	THEME	ARCHIVA	ACCES	CREATI	Mise A Jo	LONGITUDES	LATITUDES	PROJECT°	SOURCE	NATURE
D N C T (Direction Nationale de la Cartographie et de la Topographie)		Carte Générale du Mali	1/ 2000 000	topographie	DNCT	Libre			13° O - 5° E	10° - 76°	MTU	IGN - DNCT	Papier Couleur
		Carte Générale du Mali	1/ 1000 000	topographie	DNCT	Libre	1951	1958	13° O - 5° E	10° - 76°	Lambert	IGN	Papier Couleur
		Carte d'Ensemble	1/500 000	topographie	DNCT	Libre	1951	1957	13° O - 5° E	10° - 76°	Lambert	IGN	Papier Couleur
		Carte de Base	1/200 000	topographie	DNCT	Libre	1959	1986	13° O - 5° E	10° - 76°	MTU	IGN - DNCT	Papier Couleur
		Bafoulabé	1/50 000	topographie	DNCT	Libre	1957	1967	ND-29-VIII		MTU	IGN - DNCT	Papier Couleur
		Kossanto	1/50 000	topographie	DNCT	Libre		1984	ND-29-VII		MTU	IGN - DNCT	Papier Couleur
		Yanfolila	1/50 000	topographie	DNCT	Libre		1984	NC-29-XXII		MTU	IGN - DNCT	Papier Couleur
		Bamako-Ouest	1/50 000	topographie	DNCT	Libre		1984	ND-29-IV		MTU	IGN - DNCT	Papier Couleur
		Bamako-Est	1/50 000	topographie	DNCT	Libre		1984	ND-29-V		MTU	IGN - DNCT	Papier Couleur
		Ségou	1/50 000	topographie	DNCT	Libre		1984	ND-29-XII		MTU	IGN - DNCT	Papier Couleur
		Ké Macina	1/50 000	topographie	DNCT	Libre		1984	ND-30-VII		MTU	IGN - DNCT	Papier Couleur
		Sokolo	1/50 000	topographie	DNCT	Libre		1984	ND-29-XVIII		MTU	IGN - DNCT	Papier Couleur
		Niono	1/50 000	topographie	DNCT	Libre		1984	ND-30-XIII		MTU	IGN - DNCT	Papier Couleur
		Sadiola	1/50 000	topographie	DNCT	Libre	1996				MTU	Maps-DNCT	Papier
		Carte de Bamako et Environs	1/20 000	topographie	DNCT	Libre	1965	1980	8°4'20"-7°47'20" O	12°30'-12°41'56" N	MTU	IGN - DNCT	Papier Couleur
		Ville de Bamako	1/15 000	topographie	DNCT	Libre	1948					IGN	
		Carte de Base	1/10 000	topographie	DNCT	Libre					MTU	IGN - DNCT	
		Carte Routière du Mali	1/1 500 000	Route	DNCT	Libre					MTU	IGN - DNCT	
		Bamako-Ouest	1/50 000	topographie	DNCT	Libre	1988		ND-29-IV		MTU	IGN - DNCT	Photocarte
		Bamako-Est	1/50 000	topographie	DNCT	Libre	1988		ND-29-V		MTU	IGN - DNCT	Photocarte
		Région de KAYES	1/500 000	Limites Adm	DNCT	Libre		1986	12°3 - 8°30 O	12° - 16° N	MTU		Papier Diazo
		Région de KOULIKORO	1/500 000	Limites Adm	DNCT	Libre		1986	9° - 6° Ouest	11°30 - 15°30 N	MTU		Papier Diazo
		Région de SEGOU	1/500 000	Limites Adm	DNCT	Libre		1986	7° - 4° Ouest	12°30 - 15°30 N	MTU		Papier Diazo
		Région de SIKASSO	1/500 000	Limites Adm	DNCT	Libre	1975	1976	9° - 4° Ouest	10° - 13°30 N	MTU	INT	Papier Diazo
	Région de MOPTI	1/500 000	Limites Adm	DNCT	Libre	1974	1975	6° - 0°30 O	13° - 16°30 N	MTU		Papier Diazo	
	Région de TOMBUCTOU	1/500 000	Limites Adm	DNCT	Libre			3°Ouest- 0° N		MTU		Papier Diazo	
	Région de GAO	1/500 000	Limites Adm	DNCT	Libre			0° - 4° est	15° - 19° N	MTU		Papier Diazo	
	Région de KIDAL	1/1 000 000	Limites Adm	DNCT	Libre	1991		1°30 O - 4°30 E	17°30 - 22° N	MTU		Papier Diazo	
	Livre Foncier Bamako	1/2 000	Cadastre	DNCT	Libre					MTU	INT	Papier Diazo	
CARPOL (Cartographie Polyvalente du District)		District de Bamako	1/2 000	topographie	CARPOL	Libre	1990		8°4 - 7°54' O	12°33 - 12°42 N	MTU	2° PUM	Papier Couleur
		District de Bamako	1/5 000	topographie	CARPOL	Libre	1990		8°4 - 7°54' O	12°33 - 12°43 N	MTU	"	Papier Couleur
		District de Bamako	1/10 000	topographie	CARPOL	Libre	1990		8°4 - 7°54' O	12°33 - 12°44 N	MTU	"	Papier Couleur
		District de Bamako	1/15 000		CARPOL	Libre	1990		8°4 - 7°54' O	12°33 - 12°45 N	MTU	"	Papier Couleur
		District de Bamako	1/20 000		CARPOL	Libre	1996		8°4 - 7°54' O	12°33 - 12°46 N	MTU	"	Papier Diazo
		Commune I	1/7 500		CARPOL	Libre	1996		8°4 - 7°54' O	12°33 - 12°47 N	MTU	"	Papier Diazo
		Commune II	1/7 500		CARPOL	Libre	1996		8°4 - 7°54' O	12°33 - 12°48 N	MTU	"	Papier Diazo
		Commune III	1/7 500		CARPOL	Libre	1996		8°4 - 7°54' O	12°33 - 12°49 N	MTU	"	Papier Diazo

DNHE ( Direction  
Nationale de l'Hydraulique  
et de l'Energie)

Commune IV	1/7 500		CARPOI	Libre	1996		8°4 - 7°54' O	12°33 - 12°50	MTU	"	Papier Diazo
Commune V	1/7 500		CARPOI	Libre	1996		8°4 - 7°54' O	12°33 - 12°51	MTU	"	Papier Diazo
Commune VI	1/7 500		CARPOI	Libre	1996		8°4 - 7°54' O	12°33 - 12°52	MTU	"	Papier Diazo
Vallée du fl, Niger	1/250 000env	Hydrologie	DNHE	Libre	1984		13° O - 5° E	10° - 76°	MTU	Simons, Li and	
Topographie du Bassin							( Ens. du Mali )		MTU	Assocaites, inc	
Versant du Niger	1/2 000 000	Hydrologie	DNHE	Libre	1984			"	MTU	"	
Géologie Bassin Niger	1/2 000 001	Géologie	DNHE	Libre	1984			"	MTU	"	
Géologie Vallée du Niger	1/250 000	Géologie	DNHE	Libre	1984			"	MTU	"	
Sols du bassin du Niger	1/250 000		DNHE	Libre	1984			"	MTU	"	
Végétation bassin Niger	1/250 000		DNHE	Libre	1984			"	MTU	"	
Précipitation bas, Niger	1/2 000 000	Hydrologie	DNHE	Libre	1984			"	MTU	"	
Températures bas, Niger	1/2 000 000		DNHE	Libre	1984			"	MTU	"	
Vitesse vent bas, Niger	1/2 000 000	Hydrologie	DNHE	Libre	1984			"	MTU	"	
Evapotranspiration	1/2 000 000		DNHE	Libre	1984			"	MTU	"	
Stations de pompage	1/2 000 001	Hydrologie	DNHE	Libre	1984			"	MTU	"	
Amenagement hydroli- ques existants et proje- tés	1/2 000 000	Hydrologie	DNHE	Libre	1984			"	MTU	"	
Utilisation du territoire du bassin du Niger	1/2 000 000	Hydrologie	DNHE	Libre	1984			"	MTU	"	
Etude des Eaux de sur- face non pérennes	1/200 000	Hydrologie	DNHE	Libre	1990			"	MTU	DNHE-PNUD	
Délimitation des bassins de 10 à 200 km	1/200 000	Hydrologie	DNHE	Libre	1990			"	MTU	DNHE-PNUD	
Carte Géologique	1/1 500 000	Géologie	DNGM	Libre	1980		13° O - 5° E	10° - 76°	MTU	BRGM	
Carte Géologique de l'Adrar des Iforas	1/500 000	Géologie	DNGM	Libre	1982		( Ens. du Mali )		MTU	CNRS-IGN	
Carte Géologique de l'Adrar des Iforas	1/1 000 000	Géologie	DNGM	Libre	1960				MTU	R, Karpoff	
Carte Géologique du Déroit Soudanais	1/1 000 000	Géologie	DNGM	Libre	1959				MTU	H, Radier	
C, Géol, du Gourma	1/500 000	Géologie	DNGM	Libre	1967				MTU	R, Reichelt	
Geological map of the Tin Essako area	1/200 000	Géologie	DNGM	Libre	1980				MTU	I, Davison	
Carte Gravimétrique de l'Adrar des Iforas		Géologie	DNGM	Libre	1979				MTU	S, Li, Orstom	
Carte Géologique du Mali occidental	1/200 000	Géologie	DNGM	Libre	1979	1988	13°-6° ouest	10°-15)30	MTU		
Carte photogéologique du Mali occidental	1/200 000	Géologie	DNGM	Libre	1987	1988	13°-6° ouest	10°-15)30	MTU		
Carte des permis			PDRM	Libre			Ens. du Mali		MTU		
Régions physiographiques	1/500 000		DNAR	Libre			Ens. du Mali		MTU	PIRT	
Zones Ecologiques	1/500 000		DNAR	Libre				"	MTU	PIRT	

DNGM (Direction Natio-  
nale de la Géologie et  
des Mines)

DNAR  
Direction Nationale de

## l'Aménagement Rural

Précipitations moyennes										PIRT
Annuelle	1/500 000		DNAR	Libre				"	MTU	PIRT
Lame d'eau écoulée	1/500 000		DNAR	Libre				"	MTU	PIRT
Crues décennales	Crues décennales	Crues décennales	Crues décennales	Crues décennales	Crues décennales			"	MTU	PIRT
Lithographie	1/500 000		DNAR	Libre				"	MTU	PIRT
Profondeur de la nappe souterraine	1/500 000		DNAR	Libre				"	MTU	PIRT
Utilisation actuelle des terres	1/500 000		DNAR	Libre				"	MTU	PIRT
Divisions Administratives	1/500 000		DNAR	Libre	1978			"	MTU	CNPCT
Densité de la Population par Arrondissement	1/500 000		DNAR	Libre	1979			"	MTU	DN planif,
Principaux Groupes Ethniques	1/500 000		DNAR	Libre				"	MTU	PIRT
Limites des Cultures et des Races Bovines	1/500 000		DNAR	Libre				"	MTU	PIRT
Modules des Cours d'Eaux	1/500 000		DNAR	Libre				"	MTU	PIRT
Centres de Recherche et de Formation Agricoles	1/500 000		DNAR	Libre				"	MTU	PIRT
Zones de Développement Agricole	1/500 000		DNAR	Libre				"	MTU	PIRT
Zones d'Irrigation Potentielles	1/500 000		DNAR	Libre				"	MTU	CILSS 1979
Carte des pâturages du Delta vif	1/50 000		DNAR	Libre						CIPEA
Ressources fouragères des parcours du DIN	1/50 000		DNAR	Libre	1982					CIPEA-ODEM
Domaines Bioclimatique	1/200 000		DNAR	Libre	1987			"	MTU	PIRL
Isohyètes 1922-1980	1/200 000		DNAR	Libre	1987			"	MTU	PIRL
Sécheresse au Mali			DNAR	Libre	1987			"	MTU	PIRL
Descente des Isohyètes	1/200 000		DNAR	Libre	1987			"	MTU	PIRL
Grands Ensembles de Relief			DNAR	Libre	1987			"	MTU	PIRL
Géologie	1/200 000		DNAR	Libre	1987			"	MTU	BRGM
Densité de Population			DNAR	Libre	1987			"	MTU	PIRL
Aire de Repartition de l'Isobertina Doka			DNAR	Libre	1987			"	MTU	PIRL
Aire de Repartition de vitellaria paradoxa(karité)			DNAR	Libre	1987			"	MTU	PIRL
Carte de la stratification préliminaire	1/1 500 000		DNAR	Libre	1987		Mali sud 12°//			SCET-AGRI CIRAD,DNEF
Cartes morphopédologiques et formations végétales par zones test:										
Nioro	1/50 000			Libre			ND-29-XXI			
Nara Est	1/50 000			Libre			ND-29-XXIII			



CARTES NUMERIQUES

ORGANISME	N°	DESIGNATION	Archivage	ACCES	Date	THEME	OBSERVATIONS
DNCT		Bamako-Est	DNCT	Libre	1996	Topographie	Digitalisation de Bko-Est 1/200 000
		Ville de Koulikoro	DNCT	Libre	1996	Topographie	Digitalisation résultat restitution de photographies aériennes
		Kayes	DNCT	Libre	1996		Digitalisation de photographies agrandies à 1/5000 de la
		Bamako	DNCT	Libre	1996		prise de vues à 1/20 000
		Koulikoro	DNCT	Libre	1996		"
		Segou	DNCT	Libre	1996		"
		Sikasso	DNCT	Libre	1996		"
		Koutiala	DNCT	Libre	1996		"
		Mopti	DNCT	Libre	1996		"
		Sevaré	DNCT	Libre	1996		"
		Djéné	DNCT	Libre	1996		"
		Tombouctou	DNCT	Libre	1996		"
		Gao	DNCT	Libre	1996		"
		Kidal	DNCT	Libre	1996		"
	Sadiola	DNCT	Libre	1996	Topographie	Digitalisation carte de base 1/50 000	
Mission de Décentralisation		Communes Rurales	Mission	Libre			
CARPOL		Kayes	Carpol	Libre	1996	Urbanisme	Projets prioritaires du "PROJET DE DEVELOPPEMENT
		Bamako	Carpol	Libre	1996	Urbanisme	URBAIN ET DECENTRALISATION"
		Koulikoro	Carpol	Libre	1996	Urbanisme	"
		Segou	Carpol	Libre	1996	Urbanisme	"
		Sikasso	Carpol	Libre	1996	Urbanisme	"
		Mopti	Carpol	Libre	1996	Urbanisme	"
		Sevaré	Carpol	Libre	1996	Urbanisme	"
		Tombouctou	Carpol	Libre	1996	Urbanisme	"
		Gao	Carpol	Libre	1996	Urbanisme	"
		District de Bamako	Carpol	Libre	1990	Topographie	Découpages pour l'édition à 1/2 000
		District de Bamako	Carpol	Libre	1990	Topographie	Découpages pour l'édition à 1/5 000
		District de Bamako	Carpol	Libre	1990	Topographie	Découpages pour l'édition à 1/10 000
		Commune I	Carpol	Libre	1996		Contour d'îlots et toponimie
		Commune II	Carpol	Libre	1996		Contour d'îlots et toponimie
		Commune III	Carpol	Libre	1996		Contour d'îlots et toponimie
		Commune IV	Carpol	Libre	1996		Contour d'îlots et toponimie
		Commune V	Carpol	Libre	1996		Contour d'îlots et toponimie
		Commune VI	Carpol	Libre	1996		Contour d'îlots et toponimie
	DNHE ( Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie)		Limites d'Arrondissements	DNHE	Libre		
		Domaines d'irrigation du Mali	DNHE	Libre		Hydrologie	
		Découpage de la carte de base du	DNHE	Libre		Topographie	
		Mali en quart de carte	DNHE	Libre			
		Zones à potentiel homogène	DNHE	Libre			

	Secteurs hydrogéologiques du Mali	DNHE	Libre		
	Relation eaux surf/eaux souterraines	DNHE	Libre		Hydrologie
	Réserves eaux souterraines du Mali	DNHE	Libre		Hydrologie
	Limites de Régions	DNHE	Libre		
	Limites de Cercles	DNHE	Libre		
	Repartition des types d'aquifères	DNHE	Libre		
	Piezométrie régionale	DNHE	Libre		
	Ensembles lithographiques du Mali	DNHE	Libre		
	Carte de base du Mali	DNHE	Libre		Topographie
	Hydrogéologie de la plaine du Gondo	DNHE	Libre		
	Hydrogéologie du fossé de Nara	DNHE	Libre		
	Ressources ligneuses du Mali	DNHE	Libre		Végétation
	Taux de réussite en forages				
	productifs par 1/4 de carte	DNHE	Libre		
	Niveau statique moyen du Mali	DNHE	Libre		Hydrologie
	Débits moyens des forages du Mali	DNHE	Libre		Hydrologie
	Profondeur moyenne des forages du Mali	DNHE	Libre		Hydrologie
	Epaisseur de recouvrement	DNHE	Libre		
	Profondeur moyenne des venues d'eaux principales	DNHE	Libre		Hydrologie
	Nombre de forages	DNHE	Libre		
	Conductivité moyenne	DNHE	Libre		Hydrologie
DNGM	Carte des permis de prospection et d'exploitation	PDRM			
USAID Results center	Découpage administratif - Frontière Nationale	USAID	Libre		
	Découpage administratif - Régions	USAID	Libre		
	Découpage administratif - Cercles	USAID	Libre		
	Découpage adm, - Arrondissements	USAID	Libre		
	Carte digitalisée du monde	USAID	Libre		
	Routes dans l'OHVN	USAID	Libre		
ORSTOM	Milieu naturel	ORSTOM	Libre		hydrologie
	Lieux d'enquête socio-économique	ORSTOM	Libre		
	Limites d'Arrondissements	ORSTOM	Libre		
	Terroir halieutique batamani	ORSTOM	Libre		
	Terroir halieutique Korintzé	ORSTOM	Libre		
	Terroir halieutique Walado	ORSTOM	Libre		
	Carte de l'eau	ORSTOM	Libre		
	Croquis morpho-pédologique	ORSTOM	Libre		
	Repartition de la population recensée	ORSTOM	Libre		
	Les pêcheurs et la pêche	ORSTOM	Libre		
	Emprise agricole et pastorale	ORSTOM	Libre		
	Communications et marchés	ORSTOM	Libre		
	Historique du peuplement et structu-				



tion du Delta	ORSTOM	Libre			
Les changements dans le Delta	ORSTOM	Libre			

**Annexe 2**

**DESCRIPTION SOMMAIRE DES FICHIERS PRODUITS (source : Groupe Informel d'Utilisateurs de SIG au Mali)**

#	ORGANISATION			DONNEES											SOURCE
	Nom	Direction	Division	type	géo ou carto			Designation	objet1	objet2	objet3	objet4	taille	date	
					nom	ext.									
1	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mliarat	agf	carte de limite d'arrondissement du Mali						01-nov-92	DNHE
2	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlidoir	map	carte des domaines d'irrigation du Mali						01-nov-92	DNHE
3	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlitopo	agf	decoupage de la carte de base du Mali en quart de cartes						10-janv-92	DNHE
4	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlipotho	map	zones à potentiel homogène						01-nov-92	DNHE
5	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlisechy	map	secteurs hydrogeologiques du Mali						01-nov-92	DNHE
6	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	reises	map	relation eaux de surface/eaux souterraines						01-nov-92	DNHE
7	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	reserves	map	carte des reserves en eaux souterraines du Mali						01-nov-92	DNHE
8	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mliregio	agf	limites de région						01-nov-92	DNHE
9	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlicercl	agf	limites de cercles						01-nov-92	DNHE
10	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlirtaq	map	repartition des types d'aquifères						01-janv-91	DNHE
11	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlipier	map	piezométrie régionale							DNHE
12	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	climali	map	ensembles lithostratigraphiques du Mali							DNHE
13	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	ml_dcw	agf	carte de base du Mali							US-AID
14	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	plgondo	map	hydrogéologie de la plaine du Gondo							DNHE
15	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	fosnara	map	hydrogéologie du fossé de Nara							DNHE
16	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	malfort	map	ressources ligneuses du Mali							DNHE
17	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlitaux	map	taux de réussite en forages productifs par 1/4 de carte							DNHE
18	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlinsmoy	map	niveau statique moyen du Mali							DNHE
19	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlideb	map	debits moyens des forages du Mali							DNHE
20	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlipro	map	profondeur moyenne des forages du Mali							DNHE
21	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mliera	map	épaisseurs de recouvrement							DNHE
22	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlivep	map	profondeur moyenne des venues d'eau principales							DNHE
23	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlinbfor	map	nombre de forages							DNHE
24	MMEH	DNHE	UNITE INF	CARTE	GEO	mlicond	map	conductivité moyenne							DNHE
25	MMEH	DNHE	UNITE INF	DONNEES	GEO	ll_ref	dbf	données de village du Mali							
26	MMEH	DNHE	UNITE INF	DONNEES	GEO	forages	dbf	données de foreages du Mali							
27		DNM		CARTE	GEO	MLAD1									
28		DNM		CARTE	GEO	MLAD2									
29		DNM		CARTE	GEO	MLAD3									
30		DNM		DONNEES		TEMP.									
31		DNM		DONNEES		HUM.									
32		DNM		DONNEES		INSOLATION									
33		DNM		DONNEES		VENT									
34		DNM		DONNEES		PRESSION									
35		DNM		DONNEES		EVAP0									
36		DNM		DONNEES		ETP									
37	MATS	SAP		DONNEES		SAPMALI	MDB	Données conjoncturelles							
38	MATS	SAP		DONNEES		Reper	DBF	répertoire des villages				1,082,891	04-avr-95		DNIS
39	MATS	SAP		CARTE		Mladmin	AGF	Decoupage administratif							FEWS
40	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	1	DGN	Decoupages de la carte de Bamako pour l'édition à 1/10 000							
41	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	2	DGN	Decoupages de la carte de Bamako pour l'édition à 1/10 000							
42	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	3	DGN	Decoupages de la carte de Bamako pour l'édition à 1/10 000							
43	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	4	DGN	Decoupages de la carte de Bamako pour l'édition à 1/10 000							
44	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	5	DGN	Decoupages de la carte de Bamako pour l'édition à 1/10 000							
45	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	6	DGN	Decoupages de la carte de Bamako pour l'édition à 1/10 000							
46	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	Commune1	DGN	Plan Commune 1							
47	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	Commune2	DGN	Plan Commune 2							
48	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	Commune3	DGN	Plan Commune 3							
49	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	Commune4	DGN	Plan Commune 4							
50	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	Commune5	DGN	Plan Commune 5							
51	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	Commune6	DGN	Plan Commune 6							
52	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	Roads	ADR	Voies bitumées							
53	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	Limites	ADR								
54	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	Bamad	DGN	Batiments administratifs							
55	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	Eaubam	DGN	Hydrographie de Bamako							
56	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	CARTE	Carto	Toponym	ADR	Toponymie							
57	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	DONNEES		Bamako	DBF	Parcelaire Bamako							
58	GOUVERNORAT	BAMAKO	CARPOL	DONNEES		VRD	DBF	Voie							

#	ORGANISATION			DONNEES										SOURCE	
	Nom	Direction	Division	type	géo ou carto			Désignation	objet1	objet2	objet3	objet4	taille		date
					nom	ext.									
59	USAID		Results Center	CARTE	1	MLADMIN1	AGF	decoupage administratif	frontiere nationale						
60	USAID		Results Center	CARTE	1	MLADMIN2	AGF	decoupage administratif	regions						
61	USAID		Results Center	CARTE	1	MLADMIN3	AGF	decoupage administratif	cercles						
62	USAID		Results Center	CARTE	1	MLADMIN4	AGF	decoupage administratif	arrondissements						
63	USAID		Results Center	CARTE	1	ML_DCW	AGF	carte digitalisee du monde	chemin de fer	fleuves	routes	chef-lieu			
64	USAID		Results Center	CARTE	0			routes dans l'OHVN			routes				
65	USAID		Results Center	DONNEES	1	AFRICARE	DBF	Africare					18 284	04/12/98	
66	USAID		Results Center	DONNEES	1	CANEF_LL	DBF	CANEF					6 951	04/19/98	
67	USAID		Results Center	DONNEES	1	KAFO_JIG	DBF	Kafo Jiginiew					77 777	04/24/98	
68	USAID		Results Center	DONNEES	1	ADM_EDU	DBF	Association pour le Developpement de Malcuntambaya					792	05/07/98	
69	USAID		Results Center	DONNEES	1	MLCENSUS	DBF	recensement 1987					2 130 304	03/28/98	
70	USAID		Results Center	DONNEES	1	NEF	DBF	Near East Foundation					316 533	03/28/98	
71	USAID		Results Center	DONNEES	1	NYESIGIS	DBF	Nyesigiso					7 309	03/31/98	
72	USAID		Results Center	DONNEES	1	OHVN_LL	DBF	OHVN					1 712 652	04/10/98	
73	USAID		Results Center	DONNEES	1	ECOLÉS	DBF	ecoles					226 824	03/10/98	
74	USAID		Results Center	DONNEES	1	RADIODAT	DBF	radios					8 590	05/09/98	
75	USAID		Results Center	DONNEES	1	CSA_R	DBF	Centres Sanitaires d'Arrondissement					4 834	05/28/98	
76	USAID		Results Center	DONNEES	1	CSCOM	DBF	Centre Sanitaires Communautaires					10 614	05/29/98	
77	USAID		Results Center	DONNEES	1	ACODEP	DBF	Appui aux collectivites decentralisees pou un developpement participatif					50 482	06/10/98	
				donnees	géo	kondo_ji	dbf	Kondo Jigima					6 310	02-juil-98	Kondo
				donnees	géo	care	dbf	CARE							CARE
				donnees	géo	ati	dbf	Appropriate Technology International					6 066	09-mai-98	ATI
				donnees	géo	scf_ed1	dbf	Save the Children Foundation - Schools					20 626	17-mars-98	SCF
				donnees	géo	covecscf	dbf	Union des cooperatives villageoises pour l'epargne et credit					7 746	23-avr-98	SCF
				donnees	géo	we_s&l	dbf	World Education					2 138	08-mai-98	WE
				donnees	géo	world_vs	dbf	World Vision					10 574	13-juin-98	WV
		ORSTOM	Geographie	carte	geo	peche		milieu naturel	hydrographie						
		ORSTOM	Geographie	carte	geo	delta		lieux d'enquete socio-econ							
		ORSTOM	Geographie	carte	geo	arrond		limites arrondissements							
		ORSTOM	Geographie	carte	geo	batamani		terroir halieutique							
		ORSTOM	Geographie	carte	geo	korenze		terroir halieutique							
		ORSTOM	Geographie	carte	geo	walado		terroir halieutique							
		ORSTOM	Geographie	donnees	geo	delta		enquete socio-econ							
		ORSTOM	Geographie	donnees	geo	genredevi		donnees recens 1987							
		ORSTOM	Geographie	donnees	geo	recens		donnees recens 1987							

**Annexe 3**

id	H%-15ans	H%15_59	H%60et+	Htotal	F%-15ans	F%15-59	F%60et+	FTotal	%élec	%Gaz	%Lampe	%dur
91001	42,79	53,42	3,79	818	41,28	55,31	3,41	734	0	0,33	99,67	6,27
91002	38,2	57,77	4,03	521	47,49	47,85	4,66	558	0,61	2,44	96,34	0
91003	45,96	49,53	4,51	1064	46,25	51,34	2,41	1081	0	0	98,91	0,54
91004	42,39	54,86	2,75	545	46,24	51,19	2,57	545	0	0,9	98,65	2,69
91005	45,84	51,81	2,35	1021	46,54	51,78	1,68	954	0,29	0,29	97,09	0,87
91006	47,91	48,46	3,63	910	47,12	49,36	3,53	936	0	0,28	99,15	1,99
91007	49,48	48,21	2,31	867	46,86	50,93	2,21	860	0	0,31	98,45	0,31
91008	46,11	51,36	2,53	514	48,51	49,3	2,19	503	0	0,63	99,37	0
91009	48,71	48,14	3,15	349	51,76	46,61	1,63	369	0	0	100	7,77
91010	46,86	50,37	2,77	542	44,28	54,08	1,63	551	0	0	100	0,99
91011	53,53	44,66	1,81	609	50,24	48,81	0,95	631	0	3,33	96,67	3,33
91012	44,63	52,38	2,99	903	45,8	51,85	2,35	893	1,26	0,63	97,8	7,55
91013	50,23	47,33	2,44	862	47,25	50,88	1,88	853	0	0	100	10,08
91014	41,73	55,65	2,62	496	47,36	49,78	2,86	454	0	0	100	3,92
91015	45,92	52,1	1,98	808	48,91	49,18	1,91	732	0	0,53	99,47	1,05
91016	46,45	50,65	2,89	691	43,92	53,57	2,52	715	0	0	98,27	0,58
91017	46,17	51,5	2,32	732	43,23	54,03	2,74	694	0,52	2,07	97,41	0,52
91018	44,84	53	2,16	649	46,67	51,06	2,27	660	0	0	99,52	1,44
91019	46,61	51,09	2,3	914	46,84	50,56	2,6	886	7,42	3,53	87,28	16,55
91020	36,91	60,94	2,15	512	48,67	49,78	1,55	452	1,59	0,53	97,88	2,6
91021	44,88	50,93	4,19	860	44,11	52,61	3,28	823	0	0	100	0
91022	44,59	52,29	3,12	897	46,17	51,39	2,44	901	0	0,84	99,16	0,28
91023	45,8	51,09	3,1	548	45,36	52,47	2,17	507	0,52	0	99,48	1,04
91024	43,36	53,98	2,65	678	44,09	52,47	3,43	728	0,45	0	99,55	3,17
91025	46,28	51,8	1,91	471	45,36	52,27	2,38	463	0	0,71	99,29	5,67
91026	46,76	50,94	2,3	695	48,45	49,63	1,91	679	0	1,67	98,33	1,11
91027	47,73	50,39	1,87	1014	50,63	45,94	3,43	1108	0	0	100	0,85
91028	45,91	51,15	2,93	1126	45,4	51,44	3,16	1077	0	0	99,45	0,28
91029	48,12	49,66	2,23	584	48,16	49,76	2,08	625	0,49	0,49	99,03	2,44
91030	45,37	51,87	2,75	908	47,78	48,97	3,24	925	0,34	0	98,99	0,66
91031	44,92	53,6	1,48	944	49,48	47,92	2,6	960	0,32	0	97,4	0,66
91032	49,2	48,19	2,61	689	46,45	51,37	2,17	691	0,53	1,59	97,35	3,14
91033	41,38	54,89	3,74	348	44,39	52,41	3,21	374	30,94	0,72	68,35	66,91
91034	40,8	57,28	1,92	728	46,34	52,33	1,33	751	56,28	1,09	42,62	99,45
91035	38,97	56,53	4,5	467	38,85	57,01	4,14	435	88,97	0,74	10,29	92,65
91036	42,3	54,86	2,84	669	42,83	54,53	2,64	607	0,68	0	98,31	2,03
91037	36,69	59,17	4,13	605	40,81	55,81	3,39	620	69,27	0	30,21	86,08
91038	34,18	63,26	2,55	509	37,77	57,86	4,37	458	65,96	0,71	33,33	87,94
91039	42,49	53,41	4,1	659	49,13	49,28	1,59	692	35,15	1,49	62,87	50,5
91040	45,16	51,58	3,26	950	46,27	50,89	2,83	953	0	1,85	98,15	0,74

%s dur	%banco	%Robinet	%puits	%B.Fontaine	prop.gaz	prop.bois	prop.char	%mén.polyg	%locataire	%proprietaire	HTX_scol.	FTX_scol
9,24	84,49	0,33	96,7	0	0	94,06	5,94	17,19	57,62	29,14	51,4	40,45
86,59	13,41	0,61	94,51	1,22	0	93,9	5,49	23,74	39,02	56,1	63,93	44,12
82,56	16,89	0	98,9	0	0	91,55	3,27	23,27	39,78	52,86	39,05	28,78
86,1	11,21	0,9	99,1	0	0,52	95,34	3,63	4,03	72,2	22,87	57,89	44,87
72,67	26,45	0	97,95	0,29	0,58	82,46	11,11	30,35	45,64	40,7	63,4	47,79
8,26	89,74	0	99,72	0	0	97,44	2,28	27,04	20,23	79,2	48,94	37,78
3,42	95,96	0	95,34	0	0,31	96,58	2,8	27,2	21,12	71,43	67,16	53,04
30,38	69,62	0,63	99,37	0	0	98,73	1,27	26,49	34,18	51,9	43,55	24,68
85,44	6,8	0	100	0	0	100	0	35,23	25,25	65,66	51,61	35,82
96,55	2,46	0	100	0	0	99,51	0,49	24,31	63,05	32,51	64,63	52,94
93,33	3,33	3,36	93,29	0	0	96	4	42,86	38	62	20	25
16,98	75,47	0,94	98,43	0	0,94	91,19	7,86	23,18	53,48	39,87	36,59	25,6
68,49	21,01	0	99,16	0	0	99,16	0,84	38,79	29,83	70,17	58,49	46,94
90,2	5,88	0	63,4	0	0	87,58	11,11	30,43	41,18	44,44	61,76	51,43
66,32	32,63	0	100	0	0	94,09	5,91	49,16	51,31	46,6	63,64	44,23
3,47	95,95	0	100	0	0	100	0	43,13	38,73	59,54	46,96	40,4
2,08	97,4	1,58	98,42	0	0,52	98,45	1,04	25,14	34,87	57,44	48,09	35
10,1	87,5	0	99,52	0	0	38,94	60,58	22,22	59,62	37,5	64,29	52,13
22,18	61,27	8,8	90,85	0	0,7	85,56	3,52	27,41	48,59	45,07	33,07	23,85
91,67	5,73	0	100	0	0	95,2	4	23,3	64,58	32,81	71,67	57,58
95,21	4,79	0,36	98,18	0,36	0	93,42	6,58	29,56	64,04	29,02	75,42	58,42
54,87	44,85	0,28	99,72	0	0,56	86,91	12,53	26,61	61,13	30,42	63,28	42,15
95,85	3,11	0,52	98,96	0,52	0	88,6	11,4	23,5	51,06	32,45	72,09	52,46
80,09	16,74	0,45	99,1	0	0	99,55	0,45	35,23	33,94	61,54	57,28	43,48
63,12	31,21	0	99,29	0	0	100	0	33,33	39,72	60,28	30,56	35,82
91,67	7,22	0	100	0	0	97,22	2,78	24,61	46,11	53,89	46,15	24,07
70,99	28,17	0	99,72	0	0	98,87	1,13	32,45	42,05	56,82	51,7	34,48
0,28	99,45	0	100	0	0	98,85	1,15	39,94	38,02	50,69	41,14	25,88
48,78	48,29	0,49	99,03	0	0	98,54	1,46	32,45	50	41,26	62,35	43,75
81,73	17,61	0	97,26	0	0	91,53	8,14	25	33,44	54,52	44,63	30,3
41,86	57,48	0,33	98,68	0	0	94,77	4,58	25,54	38,96	61,04	54,41	26,81
96,34	0,52	0	99,47	0	0,52	95,81	3,66	31,21	41,36	58,64	14,29	7,69
1,44	31,65	30,71	67,14	0,71	9,02	76,69	12,78	16,1	70,71	29,29	82	68,42
0,55	0	20,22	78,69	0	2,22	95,56	2,22	22,54	38,25	27,32	71,6	54,7
2,21	5,15	79,41	20,59	0	15,44	80,15	4,41	7,03	40,44	46,32	79,66	82,81
1,69	96,28	0	93,58	0	0,68	80,41	8,78	15,75	61,28	22,9	47,3	22,78
6,7	7,22	65,8	34,2	0	18,75	70,31	10,94	17,75	54,82	25,89	77,63	73,4
6,38	5,67	60,28	39,72	0	16,31	63,12	17,73	15	38,57	31,43	84,75	70,27
46,04	3,47	32,18	66,34	0,5	13,37	78,71	7,43	20	54,95	44,55	84,21	78,57
97,05	2,21	0,37	99,63	0	0	99,26	0,74	26,56	45,02	49,82	67,33	45,89

HPRIMAIRE	HSECOND.	HSUP.	FPRIMAIRE	FSECOND	FSUP.	HPROP_SAL	HPROP_IND	FPROP_SAL	FPROP_IND	H%Sect_Prim.	H%Sect_Sec.	H%Sect_Tert.
17,25	5,88	0,39	4,55	4,55	0	26,51	57,74	17,57	44,59	11,58	20,06	68,36
22,63	8,03	0	8,33	4,17	0	30,62	43,8	8,79	79,12	14,35	18,83	66,82
18,29	2,74	1,22	8,33	0	0	36,23	55,08	13,04	72,17	14,01	16,15	69,83
17,14	8	2,29	0	0	0	28,22	70,79	20	32,5	5,95	25,6	68,45
20,08	9,62	0	8,57	0	0	13,88	43,82	2,78	35,56	8,66	16,01	75,33
15,14	3,47	0	6,67	3,33	0	17,4	74,59	30	60	41,72	16,21	42,07
18,06	2,68	1,34	15	5	0	25,63	68,25	7,14	85,71	12,82	15,38	71,79
14,48	3,45	0	11,11	0	0	21,99	68,05	5	77,5	11,96	8,61	79,43
33,33	13,33	3,33	33,33	0	0	44,8	50,4	9,09	81,82	9,82	19,64	70,54
17,71	2,86	0,57	13,64	0	0	24,37	60,08	13,33	73,33	10,45	14,43	75,12
61,9	23,81	4,76	33,33	0	0	19,69	74,09	24,44	31,11	9,2	10,34	80,46
12,18	5,9	1,85	7,14	0	0	24,35	68,06	15,09	75,47	11,8	18,63	69,57
11,11	5,8	2,9	8,7	4,35	0	21,03	71,59	52,38	47,62	12,39	15,93	71,68
20,29	8,7	2,9	12,5	0	0	28,28	63,13	18,75	78,13	15,29	19,75	64,97
20,22	2,81	0,56	0	15,38	0	7,23	68,55	20	40	22,5	8,93	68,57
18,18	8,44	0	0	0	0	14,34	73,53	26,67	66,67	16,37	11,95	71,68
80,56	13,89	2,78				20,67	56,67	80	20	11,34	13,77	74,9
21,47	6,13	1,23	9,52	4,76	0	34,5	51,55	52,63	21,05	9,43	11,79	78,77
16,47	10,2	0	7,14	3,57	0	34	54	23,64	61,82	11,72	13,1	75,17
62,83	14,16	3,54	50	0	0	43,51	45,8	18,07	36,14	1,9	24,29	73,81
74,14	14,66	0,86	100	0	0	26,67	65,9	9,8	72,55	5,61	11,21	83,18
17,63	4,26	0,61	13,79	3,45	0	26,3	56,33	25	55	8,83	14,81	76,35
24,29	5,65	0,56	22,22	0	0	27,16	59,67	9,09	69,7	3,61	25,77	70,62
17,32	6,7	1,12	11,11	0	0	32,69	49,23	42,5	55	5,56	16,67	77,78
22,48	2,33	0,78	0	0	0	38,64	56,36	7,35	88,24	9,83	17,34	72,83
12,64	1,1	0	0	0	0	19,1	73,26	24,14	68,97	13,66	17,62	68,72
13,06	5,93	0,59	9,38	0	0	29,34	57,6	15,94	66,67	7,65	17,68	74,67
14,24	3,86	0,59	7,41	3,7	0	25,1	60,15	6,25	59,58	13,5	18,54	67,96
15,51	4,81	0,53	5,56	5,56	0	21,84	60,54	22,73	54,55	6,05	18,6	75,35
22,78	2,85	0,36	14,29	0	0	29,23	45,94	4,9	58,74	15,73	15,43	68,84
14,29	7,69	1,83	10	0	0	26,49	59,9	5,83	74,17	7,34	17,8	74,86
10,92	2,3	0	0	5,26	0	14,97	72,45	28,57	71,43	13,13	23,55	63,32
53,13	15,63	1,56	90,91	9,09	0	52,17	40,99	24,84	67,08	3,88	13,95	82,17
21,15	12,5	24,04	40	40	20	40,06	48,14	75	8,59	10,04	2,6	87,36
18,85	41,8	1,64	40	20	0	62,7	31,35	85	5	3,68	5,52	90,8
12,7	8,33	3,17	2,08	0	0	52,45	31,6	27,54	19,76	15,49	29,58	54,93
22,22	26,8	18,95	30,77	15,38	11,54	43,96	12,45	33,33	13,68	12,9	4,15	82,95
14,14	26,26	20,2	19,05	28,57	0	65,12	22,33	63,79	16,38	6,49	3,24	90,27
34,52	24,4	3,57	21,43	14,29	0	56,97	37,45	78,82	5,88	4,84	6,99	88,17
19,57	3,83	2,13	17,24	6,9	0	31,91	61,97	19,59	72,3	12,68	15,22	72,1



H%Comm.	F%Sect_Prim.	F%Sect_Sec.	F%Sect_Tert.	F%Comm.
22,03	4,05	0	95,95	68,92
30,04	6,25	0	93,75	84,38
32,07	0	5,41	94,59	77,48
28,57	0	0	100	35,9
35,96	0	3,89	96,11	83,89
15,86	12,5	0	87,5	62,5
32,6	3,61	3,61	92,77	85,54
39,71	0	4	96	82,67
23,21	0	22,58	77,42	70,97
29,85	2,78	0	97,22	80,56
43,68	2,44	2,44	95,12	65,85
36,96	0	8,89	91,11	73,33
33,63	5	0	95	45
23,57	3,57	0	96,43	82,14
46,79	0	8,33	91,67	50
42,48	0	0	100	78,57
28,34	0	20	80	20
25	0	0	100	27,78
34,48	6,52	8,7	84,78	50
35,71	1,23	6,17	92,59	71,6
42,68	0	2,84	97,16	80,14
38,18	0	15,52	84,48	56,9
38,66	0	1,54	98,46	84,62
35,65	0	8,82	91,18	58,82
48,55	0	4,62	95,38	90,77
28,19	0	3,85	96,15	61,54
31,4	1,49	4,48	94,03	68,66
28,83	3,86	1,29	94,85	81,97
32,09	0	0	100	54,55
34,42	0,72	2,16	97,12	81,29
35,88	1,82	8,18	90	63,64
33,59	7,69	15,38	76,92	46,15
29,46	0,66	0,66	98,68	71,05
41,64	0	0	100	11,76
36,2	0	0	100	8,62
14,79	3,07	3,07	93,87	58,28
19,82	0	6,06	93,94	23,23
20	0	0	100	20,59
30,11	0	1,27	98,73	5,06
31,16	0	4,35	95,65	68,12

**Annexe 4**

## DESCRIPTION DU PROTOTYPE DE SIU

Programme : Savane

Base : bamako

Vue externe : tout

Répertoire de stockage des fichiers de digitalisation :

D : \bases\bamako\d\_digit

Répertoire de stockage des fichiers de données :

D : \bases\bamako\d\_data

Répertoire de stockage des fichiers images :

D : \bases\bamako\d\_image

### Relations de la base

#### 1- Ilot

fichiers de digitalisation : ilot2\*

fichiers de données : sans

type de la relation : zonale

nombre d'attributs: 1

#### 2- Secteurs\_RGPH87

fichiers de digitalisation : secteur\*

fichiers de données :

□ rgph-cles.txt (fichier de correspondance entre les numéros de zone et leurs identifiants) 8.65 Ko

□ rgph-data.txt (43 variables issues du RGPH : les secteurs apparaissent en lignes) 119Ko

Transformation des deux fichiers au format .txt (séparateur = tabulation)

type de la relation : zonale

nombre d'attributs: 43

#### 3- Quartier

fichiers de digitalisation : quartier\*

fichiers de données : écoles.xls (données sur l'enseignement primaire en 1996) – 47.5 Ko

Transformation au format .txt (séparateur = tabulation)

type de la relation : zonale

nombre d'attributs: 14

#### 4- Communes

fichiers de digitalisation : communes\*

fichiers de données : sans

type de la relation : zonale

nombre d'attributs: 1

#### 5- Limite\_commune1

fichiers de digitalisation : commune1\*  
fichiers de données : sans  
type de la relation : zonale  
nombre d'attributs: 1

#### 6- Stratification

fichiers de digitalisation : strat\*  
fichiers de données : sans  
type de la relation : zonale  
nombre d'attributs: 7

#### 7- Eau

fichiers de digitalisation : res\_eau1\* (réseau d'aduction d'eau sur les quartiers de Korofina-nord et Djélibougou  
res\_eau2\*  
fichiers de données : sans  
type de la relation : linéaire  
nombre d'attributs: 1

#### 8- Electricité

fichiers de digitalisation : res\_elec\* (réseau électrique moyenne tension sur la commune 1)  
fichiers de données : sans  
type de la relation : linéaire  
nombre d'attributs: 1

#### 9- Carte 88 (Scanage et intégration dans la base de la carte IGN-DNCT de Bamako de 1988)

Projection : UTM  
Hémisphère : nord  
Zone UTM : 29  
Méridien central : 9°  
Ellipsoïde : Clarke 1880-IGN  
type de la relation : image  
nombre d'attributs: 1

#### 10- Photo95 (Mosaïquage et intégration dans la base d'une couverture aérienne de 1995.

Couverture : commune 1)  
Projection : UTM  
Hémisphère : nord  
Zone UTM : 29  
Méridien central : 9°  
Ellipsoïde : Clarke 1880-IGN  
Fichier image : mosagroupé  
type de la relation : image (NB, 8 bits)  
résolution : 2 m  
nombre d'attributs: 1

## **RESUME**

### **TITRE : Eléments pour la mise en place d'un Système d'Information Urbain à Bamako**

Face à la croissance effrénée des villes africaines et à la crise qui en découle sur les plans économique, social, politique et environnemental, les scientifiques et les gestionnaires de la ville sont à la recherche de méthodes, de techniques et d'outils alternatifs venant enrichir les approches classiques. Dans cette perspective, les Systèmes d'Information Géographiques suscitent un intérêt grandissant et ont tendance à faire l'objet d'une adoption massive. Sans mettre en cause cette tendance, Il est urgent et impérieux d'engager une réflexion approfondie sur les conditions d'une utilisation efficace et efficiente de ces nouveaux outils. A cet égard, un effort d'adaptation au contexte et aux problématiques locales demeure indispensable. La construction d'un prototype de SIU sur le logiciel Savane nous a permis d'effectuer une analyse prospective des conditions de mise en place d'un Système d'Information Urbain (SIU) à Bamako. Ce prototype a ensuite été utilisé comme matière et comme outil pour l'identification des socio-structures urbaines et du fonctionnement général de la ville. En cela, le thème de l'environnement urbain qui a lui-même besoin d'être circonscrit a été privilégié. Il a été abordé à travers l'éclairage systémique et les démarches tour à tour inductive, modélisatrice et hypothético-déductive. Le prototype a également permis de proposer des outils de gestion communale et des éléments pour une alimentation régulière du système d'information.

**MOTS-CLES :** Système d'Information Urbain, cartographie, ville en développement, méthode.

**LPE - Marseille**