

L'utilisation des systèmes d'information géographiques dans les Instituts/Bureaux nationaux de statistique africains

Par Dimitri Sanga¹ et Bakary Dosso²

Résumé:

L'objectif de cette étude est de promouvoir l'élaboration, la planification, la mise en œuvre et l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) dans les Instituts/Bureaux nationaux de statistique (INS) africains. Pour ce faire, cette étude met l'accent sur la valeur ajoutée des SIG au cours des différentes étapes du processus statistique. Elle présente aussi quelques éléments susceptibles d'aider les INS dans la planification et la mise en œuvre des SIG et d'autres systèmes d'information spatiaux. Il présente, enfin, un résumé des résultats des enquêtes menées par la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique (CEA) sur l'utilisation des SIG et de la cartographie dans les INS africains incluant les problèmes potentiels rencontrés à cet égard.

Mots clés *Système d'information géographique (SIG), objectifs du millénaire pour le développement (OMD), carte de pauvreté.*

Summary:

The objective of this study is to promote the development, planning, implementation and use of geographical information systems (GIS) in National Statistics Offices (NSO) in Africa. This study therefore lays emphasis on the value added by the GIS throughout the various stages in the statistical process. It also includes some proposals likely to help NSOs in planning and implementing GISs and other spatial information systems. It, finally, provides a summary of the results of surveys carried out by the United Nations Economic Commission for Africa (ECA) on the use of the GIS and cartography in African NSOs, including potential problems that may arise in these processes.

Key words: *Geographical information system (GIS), millennium development goals (MDG), poverty chart.*

¹Directeur intérim, Centre africain pour la statistique, Commission Économique des Nations Unies pour l'Afrique, P.O Box 3001, Addis Abeba, Éthiopie, P.O. Box 3001, sanga@un.org.

²Statisticien, Centre africain pour la statistique, Commission Économique des Nations Unies pour l'Afrique, P.O Box 3001, Addis Abeba, Éthiopie, bdosso@uneca.org. Les opinions exprimées dans cet article sont les nôtres. Elles ne représentent en rien celles de la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique.

1 Introduction

La réduction de la pauvreté est en première ligne de l'agenda global du développement. Cette situation a eu pour conséquence une demande accrue en statistiques de qualité afin d'évaluer et de mesurer les progrès réalisés dans l'atteinte des objectifs du développement tels que les objectifs du millénaire pour le développement (OMD) et les stratégies de réduction de la pauvreté (SRP). La dernière évaluation du progrès dans l'atteinte des OMD¹ montre que les pays africains ne font pas bonne figure en ce qui concerne le nombre de pauvres, le manque d'écoles, l'accès à l'eau potable et aux soins de santé primaires dans leur quête de développement durable. Parmi les recommandations de cette évaluation visant à permettre au continent de retrouver la voie du développement durable, on retrouve la mise en place des États capables de maintenir la paix et la sécurité, de créer un environnement favorable à l'émergence du secteur privé et la fourniture efficiente des biens publics. Cette mise en place présuppose que les décideurs ont la capacité de bien identifier les nécessiteux ainsi que les investissements en infrastructures et services là où ils sont susceptibles d'avoir un impact considérable sur la vie des individus. Cette identification ne peut se faire de manière plausible que dans la mesure où elle est basée sur des statistiques fiables et transparentes, bases de prise de décision axée sur les résultats. Par ailleurs, il est de notoriété publique que l'information est la base de la connaissance et de ce fait permet de prendre des actions appropriées et des décisions éclairées sur les enjeux de développement et le progrès de la condition humaine.

L'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) via l'analyse et la représentation spatiale des indicateurs de pauvreté est un outil important dans l'identification de l'endroit «où se trouvent les pauvres» et l'explication des relations entre les facteurs sous-jacents à la pauvreté ainsi que la compréhension de «pourquoi les gens sont pauvres». Cette représentation spatiale connue sous le nom de carte de pauvreté est essentielle dans l'identification minutieuse des incidences de pauvreté. En effet, une carte de pauvreté est un profil géographique de la pauvreté qui indique les zones d'un pays ou d'une contrée où elle se concentre. Ces cartes peuvent jouer un rôle important dans l'orientation des dépenses publiques destinées à réduire la pauvreté. Il ne s'agit là que de l'une des multiples utilisations des SIG dans le processus de prise de décision.

¹Nations Unies, Les objectifs du millénaire pour le développement, 2005.

Nonobstant cette flagrante reconnaissance de l'importance des SIG dans le processus statistique, les études antérieures menées par la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique (CEA) sur l'utilisation des SIG font état du manque flagrant de connaissances de cet outil par les Instituts/Bureaux Nationaux de la Statistique (INS), les preneurs de décisions ainsi que le secteur privé africain. Cet article présente une mise à jour de l'état d'utilisation des SIG et de la cartographie dans les INS.

Cette étude est organisée comme suit. Après l'introduction, la deuxième section traite de la définition et d'un certain nombre de concepts relatifs aux SIG. La troisième section met l'accent sur l'importance des systèmes d'information géographique dans le processus statistique et la quatrième donne des informations sur la planification et la mise en œuvre des SIG. Quant à la cinquième section, elle jette un regard sur les résultats des études de la CEA sur l'utilisation des SIG dans les INS africains. Et enfin, la dernière section vient clore la présentation de l'étude par une conclusion et une série de recommandations.

2 Système d'information géographique

2.1 Définition

Quand bien même il existe plusieurs définitions d'un SIG, elles ont néanmoins en commun le fait de reposer sur ses différentes fonctions. Ainsi peut-on définir un SIG comme un système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, le traitement, l'analyse, la modélisation et la représentation de données à référence spatiale afin de pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la prise de décision.

Un SIG permet ainsi de répondre à un certain nombre de questions telles qu'où se trouve un objet ou un phénomène mettant ainsi en évidence la répartition spatiale des objets ou phénomènes présents sur un territoire donné. De plus, le SIG permet l'analyse spatiale en élucidant les relations qui existent ou non entre les objets et les phénomènes ainsi que l'analyse temporelle en déterminant leurs évolutions. Finalement, il permet de prédire ce qui se passerait si tel scénario d'évolution se produisait en examinant les conséquences qui affecteraient les objets ou phénomènes concernés du fait de leur localisation.

2.2 Composantes d'un SIG

Le système d'information géographique intègre en plus de l'outil informatique qui manipule les données, plusieurs composantes qui font la spécificité d'un système complet. A chacune des composantes du système correspond un ensemble de fonctionnalités primaires : abstraction, acquisition, archivage, analyse et affichage. Parmi les principales composantes d'un SIG, on peut citer :

- Le système d'acquisition numérique des données qui permet de convertir l'information analogique sous une forme digitale compatible avec des traitements sur ordinateurs.
- Le système de gestion de la base de données géographiques qui est un ensemble de programmes permettant la manipulation et la gestion facilitées des données thématiques.
- Le système d'analyse spatiale qui permet d'analyser les données sur la base de leurs caractéristiques spatiales.
- Le système de représentation cartographique qui permet de sélectionner des éléments de la base de données cartographiques et de les représenter graphiquement sur écran ou sur imprimante.
- Les systèmes auxiliaires: c'est l'ensemble des procédures permettant le traitement numérique d'images aérospatiales et l'analyse statistique des données.

Le SIG est donc un système conçu pour travailler avec des données spatiales géoreférencées qui établit un lien entre des entités localisées représentées sur une carte et les informations (attributs) qui les décrivent. Il permet d'accéder aux attributs (informations alphanumériques) de n'importe quelle entité représentée ou de localiser une entité sur une carte à partir de ses attributs. L'entité et ses attributs constituent une couche ou thème. Un ensemble de couches (ou thèmes) concernant une zone géographique constitue une base de données géographiques.

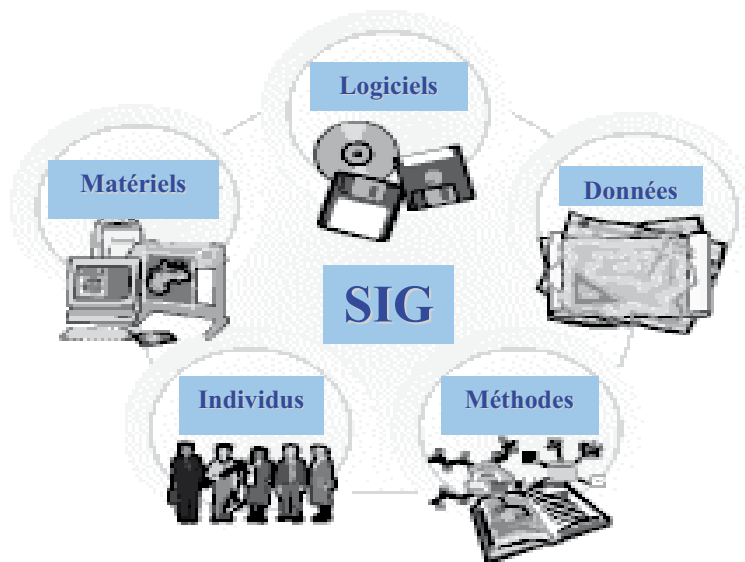


Fig.1. Composantes d'un SIG

2.3 Quelques étapes de l'élaboration d'un SIG

Un des prérequis nécessaires à la mise en place d'un SIG est la conception d'un modèle qui organise les données par composantes géométriques et par attributs descriptifs ainsi qu'à établir des relations entre les objets. Par la suite, il faut alimenter le SIG en données. Les fonctions d'acquisition consistent à entrer d'une part la forme des objets géographiques et d'autre part leurs attributs et relations. Puis, il faut transférer les données de l'espace de travail vers l'espace d'archivage. S'en suit l'analyse qui permet de répondre aux questions que l'on se pose et enfin l'affichage qui permet de produire des cartes de façon automatique, pour percevoir les relations spatiales entre les objets et visualiser les données sur les écrans des ordinateurs ou d'autres supports.

2.4 Types d'information requise pour un SIG

Un SIG ne peut fonctionner que s'il contient des données. Un SIG requiert généralement deux types d'informations : les informations décrivant les éléments géographiques et les informations définissant les caractéristiques thématiques (attributs) des données, constituant ainsi la base de données spatiales.

Dès lors, on comprend qu'un SIG manipule plutôt des bases de données, c'est-à-dire les relations spatiales entre les éléments géographiques et leurs caractéristiques descriptives.

Une base de données spatiales se définit comme une collection structurée d'informations à référence spatiale sur un sujet (thème) précis. Elle comprend des données décrivant les éléments géographiques (localisation absolue et relative) et des données définissant les caractéristiques thématiques (attributs) des données.

L'information descriptive alphanumérique (ou attributs) porte en général sur les personnes, les biens et les services. Il s'agit généralement d'une information de nature démographique, administrative, économique, sociale ou commerciale. Les informations les plus utilisées relèvent du domaine socio-économique ou de l'environnement et incluent la population, les entreprises, les services collectifs (écoles, stades, hôpitaux, etc.), les propriétés, les véhicules, les routes, la production agricole, industrielle etc. La plupart de ces informations sont rattachées à une unité qui peut être soit une adresse postale, soit une entité préalablement définie. Pour les intégrer dans un SIG, il faut évidemment convertir leur localisation en coordonnées mathématiques de façon à disposer d'une référence commune.

L'information géographique peut être définie comme une information relative à un objet ou à un phénomène décrit par sa nature, son aspect, ses caractéristiques diverses et par son positionnement sur la surface terrestre. Elle peut également être représentée sur une image enregistrée de la surface terrestre (exemple photo aérienne), où l'on peut voir une multitude d'objets mais sans connaître directement leurs attributs. Elle se prête particulièrement bien à la représentation sur une carte, où l'on situe les objets et les phénomènes et où l'on a une vue d'ensemble sur leur implantation sur le terrain. Elle peut être représentée par une image, un texte ou une carte. Ces trois formes de représentation sont distinctes mais complémentaires. L'image comporte surtout des données géométriques (forme, dimensions, localisation), le texte comporte surtout des données sémantiques (attributs) alors que la carte comporte des données à la fois sémantiques et géométriques.

2.5 Modèle de Gestion des données dans les SIG

Rappelons que le modèle de données, sur lequel se fonde toute base de données, représente l'organisation, la description et la manipulation de la base. Ce processus d'enregistrement, de traitement et d'organisation des

données est déterminé par le modèle de représentation choisi. Il existe essentiellement deux modes de représentation des données spatiales dans les SIG : le mode vectoriel (ou objet) et le mode matriciel (ou raster). Le modèle de données comporte un ensemble d'opérations primaires utilisées pour manipuler les données stockées dans la base.

Pour les entités géographiques, elles sont stockées en utilisant les propriétés d'une matrice dans la structure raster ou la notion de topologie (c'est-à-dire les relations utilisées pour représenter la connectivité ou la contiguïté des éléments géographiques) dans le cas de la structure vectorielle.

En ce qui concerne les attributs, un modèle de données séparé est utilisé pour les stocker, les manipuler et les gérer dans les logiciels SIG. Ces modèles de données peuvent être consubstantiels au logiciel lui-même ou exister sous forme de programmes connexes.

Plusieurs logiciels de SIG manipulent les éléments géographiques et les attributs dans des systèmes différents de gestion de données. Les données sont alors liées entre elles par des identifiants uniques. Dans le mode vectoriel en particulier, les deux composantes spatiales et thématiques sont séparées de manière rigide. En mode matriciel, elles constituent une entité unique, intégrée.

2.6 Utilisations des SIG

Les utilisations d'un SIG sont variées et vont d'une simple association d'une densité de population à chaque zone ou subdivision d'une entité à des applications beaucoup plus complexes comme la représentation de la présence de consommateurs potentiels d'un produit ou d'un service dans une région, les études démographiques etc. Les mêmes cartes peuvent évidemment supporter toutes sortes de données, ce qui constitue un point fort du SIG.

Utilisés dans de nombreux domaines pour créer, entreposer, analyser et afficher des données dont une composante est géographique, les SIG ont, ces dernières années, connu une expansion rapide et couvrent des domaines tels que le tourisme, la planification urbaine, la protection civile, le transport, le marketing... Dans le domaine de l'analyse des données, les SIG se prêtent, de nos jours, bien aux analyses de la distribution de la population, de la richesse et du revenu, les cartographies sanitaires, scolaires, et de pauvreté ainsi que celles des divers indicateurs socio-économiques. La littérature contient plusieurs illustrations de l'utilisation des SIG dans l'analyse

des phénomènes socio-économiques dans le contexte africain (Voir encadrés 1 et 2 à titre d'exemples).

Encadré 1 : Cartographie des structures des peuplements au Soudan

La Délégation de l'Union Européenne à Khartoum a entrepris la mise en place d'un SIG orienté vers la cartographie informatisée des structures de peuplement dans la région du Sud Soudan faisant suite à la signature d'accords de paix entre le Nord et le Sud Soudan. Il s'agit d'un outil cartographique qui servirait en particulier au montage d'un recensement national de la population, indispensable à l'établissement de la répartition des richesses entre le Nord et le Sud, à l'estimation du nombre des électeurs et à la confection des circonscriptions électorales. Le travail a consisté en la production d'une cartographie originale des lieux habités découlant principalement d'enquêtes systématiques de terrain, au cours desquelles les relevés de point *Global Positioning System* (GPS) et l'enregistrement rigoureux des toponymes s'accompagnent dans chaque agglomération habitée d'une enquête succincte sur son inclusion dans une unité administrative, les limites traditionnelles de son terroir, ses équipements et le nombre de ménages qui la composent. Une enquête de ce type sur le Sud Soudan, nommée *Rapid Village Assesment* (RVA) et comportant un volet géographique, avait été envisagée avant même qu'un recensement de la population et donc une cartographie numérique pré-censitaire n'ait été évoquée. Elle était, en octobre 2004, supposée devoir se dérouler durant l'année 2005. Croisées avec des images satellites interprétées et de bonne résolution, les données géographiques issues d'un tel RVA devaient pouvoir permettre la production d'une cartographie numérique du peuplement de bonne qualité. Ce travail est réalisé en coopération avec le «*South Sudan Center for Statistics and Evaluation.*»

3. Les SIG et le processus statistique

Parmi les principales étapes du processus statistique on retrouve notamment la méthodologie de collecte des données, la collecte des données, l'archivage, l'analyse et la diffusion des résultats. Les SIG donnent de la valeur ajoutée aux différentes étapes du processus statistique, entre autres, en optimisant la collecte des données et en améliorant la précision des données statistiques. Les SIG améliorent aussi la diffusion des données via la visualisation par les cartes. Un SIG typique peut permettre aux utilisa-

teurs d'avoir une vue aérienne de chaque immeuble dans une ville donnée en un simple clic sur une carte digitale. Cette carte peut être reliée à une base de données sur le recensement, la classification des zones ainsi que le trafic dans ladite ville. Avec ce genre d'information en leur possession, les administrateurs territoriaux peuvent prendre des décisions éclairées et autoriser la construction des nouvelles cliniques, écoles ou hôtels pour ne citer que cela.

En superposant différentes cartes basées sur différentes représentations, les SIG offrent à l'utilisateur une capacité d'analyse que très peu d'outils peuvent permettre.

3.1 Les SIG et la collecte des données

Les SIG jouent un rôle important dans la collecte des données statistiques notamment dans les enquêtes statistiques et les recensements.

La cartographie censitaire aide les superviseurs et les enquêteurs dans la réalisation de leurs travaux notamment, dans l'identification des aires de dénombrement, la localisation des ménages, des ensembles agricoles, dans la démarcation des aires de supervision ainsi que l'identification des distances aménageables. De plus, la cartographie censitaire est utile car elle permet la collecte des données au niveau de l'unité administrative appropriée, la détermination du nombre et de la distribution du personnel du recensement ainsi que la comparaison des données provenant d'autres recensements ou enquêtes.

Les cartes sont utilisées à toutes les étapes d'un recensement ou d'une enquête qu'il s'agisse de l'étape de la planification, de la collecte, de l'analyse ou de la présentation des résultats. Les exemples ci-dessous, décrivent comment les SIG peuvent contribuer à l'analyse des statistiques sectorielles de la santé et de l'agriculture.

L'utilisation des SIG dans le domaine des statistiques de la santé comprend la cartographie des caractéristiques démographiques de la population, la distribution des maladies, la localisation des centres de santé, la recherche épidémiologique et les décisions fondées sur les données de la santé. Étant donné que les cartes sont un excellent moyen de communiquer clairement un message à un auditoire qui n'est pas familier avec la méthodologie, les SIG peuvent être utilisés de manière efficace pour convaincre les décideurs à des niveaux administratifs différents sur les priorités et les problèmes et

options reliés à la mise en œuvre des divers programmes sanitaires d'un département, d'une région ou d'un district. Les cartes sont aussi utilisées dans les études d'évaluation pour les projets de santé communautaire.

Encadré 2: Lutte contre le paludisme

Booman et al (2000) décrivent l'utilisation d'un SIG dans la lutte contre le paludisme dans la province du Mpumalanga en Afrique du Sud. En effet, dans cette province, le système de surveillance des cas de paludisme ne donnait que des estimations du risque au niveau du district. Suite à l'incapacité de ce système de surveillance à servir de base pour une prise de décision efficace, les autorités ont résolu de mettre en place un SIG fournissant des données au niveau des villages et des villes. Cela a permis de stratifier le risque de paludisme dans les districts les plus à risque et de cibler ainsi la lutte contre le paludisme.

La première étape fut naturellement de disposer en temps voulu de données brutes précises sur les cas de paludisme. L'ancien système souffrait de certaines carences telles que des données incomplètes, peu précises et tardives qui n'étaient pas analysées systématiquement. Les décideurs ont donc mis au point, expérimenté puis utilisé un formulaire simplifié de notification du paludisme dans toute la zone impaludée. Outre des informations démographiques et diagnostiques de base, le formulaire donne des détails sur les déplacements effectués par les patients au cours des trois mois qui ont précédé l'apparition de la maladie, ce qui permet de déterminer avec une forte probabilité l'origine géographique de l'infection. Une base de données a été mise en place en collaboration avec le gestionnaire de la base de données du programme national de recherche sur le paludisme, qui dépend du Conseil de la recherche médicale, en utilisant Access for Windows 95 de Microsoft. La saisie informatique des données sur les cas de paludisme et leur localisation, notamment l'emplacement exact des villages ou des villes a été effectuée. Grâce à cette saisie des éléments géographiques et nosologiques (classification des maladies), les deux types de données pouvaient être affichées et examinées simultanément. Par ailleurs, le logiciel MapInfo a été utilisé pour fournir des projections orthogonales

représentant les zones géographiques en trois dimensions. Les données spatiales de base ont été superposées à des photographies aériennes pour donner une carte de la zone. Le logiciel Geomedia a permis de convertir les données des cartes numériques en format Mapinfo et les cartes avec la délimitation des districts, des villes, des villages et autres circonscriptions administratives comme les secteurs ont été préparées. Ces derniers ont été utilisés par les responsables des opérations de pulvérisation pour planifier le travail des équipes. Des rapports hebdomadaires et mensuels ont ainsi été communiqués par courrier électronique ou par télécopie aux administrateurs des programmes anti-paludiques, aux responsables de la santé des provinces, au programme national de lutte antipaludique et aux autorités locales. Des données rétrospectives sur les cas ont également été introduites dans la nouvelle base de données. Les éléments d'information antérieurs sur les cas individuels de paludisme ont été reconsidérés pour vérifier leur exactitude puis ont été introduits dans le système. Tout ce processus a permis de calculer l'incidence moyenne du paludisme dans les différents districts pendant la saison de transmission de la maladie de 1995 à 1999. Le SIG appliqué au paludisme s'est révélé très utile pour indiquer le risque de paludisme à l'échelon de la ville et du village et prendre les mesures correctives.

Dans le secteur agricole, les SIG sont notamment utilisés dans l'estimation des surfaces arables et la détermination de la localisation des champs ainsi que l'estimation du rendement des cultures. De plus, les SIG sont un outil efficace pour les systèmes de veille sur la sécurité alimentaire des programmes régionaux de sécurité alimentaire de l'Afrique de l'Est, du Sud et de l'Ouest. L'utilisation des SIG permet l'intégration et l'analyse des données sur la population, le climat, les prix, la terre et les divers types de cultures en vue de l'évaluation de la vulnérabilité de la situation alimentaire aux niveaux régional, national et local.

3.2 Les SIG et la diffusion des données

La diffusion des données est en aval du processus statistique. Les SIG offrent la possibilité de générer des produits tels que des cartes, des graphiques et des tableaux de synthèses. Ces produits peuvent être sous forme de copies papiers, de fichiers électroniques ou apparaître sur un écran d'ordinateur. La sophistication du logiciel permet d'offrir une variété de qualités et d'options à l'opérateur. Dans la plupart des cas, les SIG génèrent

des cartes, des résumés et des fichiers de base qui peuvent être transcrits dans des formats exportables dans la plupart d'autres SIG.

Les produits cartographiques générés dans les systèmes d'information géographique comprennent d'une part des éléments topologiques ; d'autre part des éléments descriptifs facilitant leur compréhension et leur lecture : titres, légende, indication du nord, logos, etc...

Ces différents composants d'une carte peuvent être créés de différentes manières et être représentés par différents symbolismes. Les symboles sont des motifs graphiques utilisés pour représenter un élément cartographique et ses caractéristiques. Les symboles sont définis par un ensemble de paramètres communs à la plupart des types de symboles : la couleur, les motifs (style) et la taille.

Étant donné que ces facilités permettent de produire des cartes de différentes tailles et échelles, les produits peuvent être adaptés à un format plus approprié pour la situation.

Les résumés tabulaires et géographiques sont les produits les plus générés par les SIG. De tels résumés diffèrent de ceux produits par une base de donnée traditionnelle en ce sens qu'ils sont basés sur l'analyse des cartes.

L'utilisation des cartes de référence est un des produits des SIG. D'habitude, les SIG comprennent une librairie des cartes de base les plus souvent utilisées ainsi que des données sur l'aire étudiée pour la création des ces cartes de référence très simples. Des tels fichiers de base peuvent contenir les données sur le pays, la section, le code postal, les routes principales ou les données hydrologiques. Lorsqu'ils sont combinés aux cartes, ces outils cartographiques offrent une série de référence pour l'utilisateur des cartes.

4. Planification et mise en oeuvre des SIG

Avant d'investir dans un SIG, les INS devraient entreprendre une analyse des besoins des utilisateurs, une évaluation du matériel informatique, développer un plan de mise en œuvre ainsi que prévoir la formation du personnel qui s'occupera du système.

4.1 Justification de l'investissement en SIG

Le passage de la cartographie traditionnelle aux techniques digitales des SIG requiert un investissement. Cet investissement est composé de coûts

fixes et variables. Les coûts fixes (de court terme) comprennent généralement la transformation des cartes physiques en cartes digitales, l'achat du matériel informatique, des logiciels des SIG, l'acquisition des données spatiales ainsi que l'embauche du personnel qualifié. Les coûts variables (de long terme) comprennent, entre autres, la maintenance et la mise à jour du système, des données spatiales et la formation continue pour le personnel.

Les arguments en faveur de l'investissement dans les SIG sont nombreux. Certains auteurs à l'instar de Korte (1992) arguent que les bénéfices attendus des SIG sont généralement plus élevés que les coûts de leur mise en place qui semblent exorbitant de prime à bord. Les éléments suivants font partie intégrante des avantages qu'une organisation peut retirer de l'utilisation d'un SIG:

- Les données cartographiques sont mieux organisées et plus sécurisées;
- Les données cartographiques sont mieux archivées, plus facile à rechercher, analyser et présenter;
- La mise à jour des données est plus facile et rapide; et
- Les données cartographiques peuvent être intégrées à travers l'organisation.

Par ailleurs, comme les défis liés à l'introduction des SIG sont plus institutionnels et organisationnels que techniques, il importe aux décideurs de mobiliser toutes les parties prenantes afin qu'elles participent aux différentes étapes de la mise en place du SIG.

4.2 Analyse des besoins des utilisateurs

Les SIG n'ont de l'importance que lorsqu'ils peuvent répondre aux besoins des utilisateurs. Ainsi, la planification et la mise en œuvre des SIG requièrent une compréhension de la nature des produits escomptés du système et des intrants requis pour y arriver. Il importe donc d'identifier tous les usagers et de mener une analyse des besoins des utilisateurs pour les opérations existantes et futures. Cela devrait être complété par une définition des besoins du système et de ses capacités fonctionnelles. Cette analyse des besoins des utilisateurs devrait, entre autres, constituer la fondation de l'évaluation des différents logiciels qui seront utilisés dans la mise en œuvre du SIG.

Pour les INS, il est aussi important de considérer qu'une analyse des besoins devrait tenir compte des besoins en information, des stratégies nationales

de développement de la statistique (SNDS) ainsi que la place du SIG dans la mise en œuvre de ces dernières.

4.3 Évaluation des logiciels et du matériel informatique

L'évaluation des logiciels et du matériel informatique peut se résumer en un inventaire des équipements et des logiciels, nécessaire pour satisfaire les besoins identifiés des utilisateurs. Un des problèmes majeurs fréquemment rencontrés lors de la mise en œuvre d'un SIG est l'incapacité de mettre en place une capacité suffisante pour répondre aux besoins des utilisateurs. Les coûts parfois élevés des logiciels des SIG nécessitent que les besoins des utilisateurs soient bien connus avant l'évaluation de l'équipement et du logiciel.

L'évaluation des logiciels peut se faire en tenant compte des besoins les plus pressants des utilisateurs. Néanmoins, l'évaluation doit aussi considérer certains facteurs techniques secondaires tels que la convivialité, la documentation, la formation, le système de gestion et de sécurité... De plus, elle devra aussi considérer les caractéristiques du système d'opération, le système de gestion des bases des données relationnel (SGBDR), l'environnement, les licences pour les logiciels et la modularité, les interfaces de programmation et les supports des structures des données.

4.4 Le développement d'un plan de mise en œuvre

Un plan détaillé de mise en œuvre pour éclairer le processus d'acquisition, de démarrage et des phases opérationnelles de mise en œuvre doit être préparé. Un tel plan doit comporter une stratégie visant à prendre en compte des éléments tels que la conception de la base des données, la conversion des données et la définition des objectifs réalistes et un calendrier, les contraintes, risques, hypothèses ou suppositions importantes. Le plan de mise en œuvre est essentiel pour le succès de la mise en œuvre du SIG.

4.5 La formation du personnel

La formation est un aspect important de la mise en œuvre d'un SIG. Elle est, en effet, requise à plusieurs niveaux avec différents objectifs et différentes durées. De plus la formation devrait être organisée pour les utilisateurs dans le secteur gouvernemental, le secteur privé, les organisations non gouvernementales (ONG) sur les potentiels de la nouvelle technologie. De la formation à court terme peut être organisée pour les activités

internes aux INS en combinaison avec la formation en milieu de travail. L'INS peut aussi recourir aux services d'un centre de formation ou d'une université.

5. Résultats des enquêtes sur l'utilisation des SIG dans les INS africains

Les INS africains ont été enquêtés en 2002 et 2005 dans le but de collecter de l'information sur l'utilisation des cartes et des applications des SIG dans leurs organisations respectives. Le questionnaire comportait 11 questions réparties comme suit. Les quatre premières portaient sur l'utilisation des cartes et leurs sources alors que les questions restantes portaient sur l'utilisation des SIG, la planification et les capacités institutionnelles des SIG.

Parmi les 53 pays africains, 28 ont répondu au questionnaire pour un taux de réponse de 53 pour cent. Les résultats présentés ci-bas ne se rapportent qu'aux 28 pays ayant répondu au questionnaire.

5.1 Utilisation et disponibilité des cartes pour les activités statistiques

Tous les 28 pays qui ont répondu au questionnaire ont déclaré avoir utilisé des cartes principalement dans la planification des recensements et des enquêtes incluant la présentation des données statistiques.

Quinze pays (54%) ont utilisé des cartes topographiques et des cartes thématiques alors que cinq pays (18%) ont déclaré n'avoir utilisé que les cartes topographiques.

Les sujets les plus utilisés dans les cartes thématiques sont:

- Les cartes des unités administratives;
- Les cartes des aires d'énumération;
- Les cartes de recensement;
- Les cartes OrthoPhoto; et
- Les cartes d'orientation des aires d'échantillonnage statistiques à l'aide des photographies aériennes.

En termes de couverture des pays par les cartes des INS, toutes les zones urbaines et rurales ont été couvertes par les cartes de 22 pays (79%). Pour les six autres pays la couverture se limitait à certaines zones urbaines

seulement (1 pays), quelques zones urbaines et quelques zones rurales (2 pays), toutes les zones urbaines et quelques rurales (1 pays), quelques zones urbaines et toutes rurales (1 pays) et toutes zones urbaines (1 pays).

Les données utilisées pour la cartographie sont collectées via une combinaison du travail sur le terrain par les équipes des recenseurs ou enquêteurs des INS, soit par les photographies aériennes et l'imagerie par satellite. La plupart des INS collaborent avec leurs agences nationales de cartographie et d'enquêtes ainsi que d'autres agences du secteur public. Vingt trois INS (83%) préparent les cartes au sein de leurs instituts avec la collaboration des agences nationales de cartographie et d'enquêtes pour 19 d'entre eux. Cinq INS ont leurs cartes préparées exclusivement par les agences nationales de cartographie et d'enquêtes ou d'autres agences nationales ou des sources extérieures. Seize pays (70%) parmi les répondants maintiennent un inventaire des cartes des pays dans leurs bureaux.

5.2 Statut des SIG dans les INS

L'étude a révélé que dix-huit (67%) des INS utilisent un SIG et huit (29%) comptent en introduire un dans 2 ans en moyenne. Les principales raisons pour lesquelles ils veulent développer et mettre en oeuvre un SIG varient et comprennent entre autres :

- Le désir d'améliorer le traitement de l'information;
- L'amélioration de la qualité des données traitées;
- Les besoins exprimés par les utilisateurs des données; et
- Dans certains INS, le SIG a été introduit dans le cadre de l'assistance technique sous forme d'équipement et de logiciel.

L'étude a révélé aussi que les nombres moyens de mois requis par un INS pour planifier, analyser et mettre en oeuvre un SIG sont respectivement 11.8, 8.5 et 15.4. Ce qui représente en moyenne, environ trois ans pour la mise en place effective d'un SIG dans un bureau statistique.

5.3 Problèmes majeurs rencontrés dans l'utilisation des SIG

L'enquête a révélé les problèmes suivants dans l'utilisation des SIG:

Problèmes organisationnels:

- Manque de connaissance sur la valeur et le potentiel de ces nouvelles technologies;

- Pénurie de travailleurs qualifiés ou insuffisance de formation du personnel; et
- Manque de ressources financières pour mener des activités de cartographie.

Problèmes techniques:

- Fiabilité de l'équipement et compatibilité des logiciels;
- Limitations dans l'échange des logiciels dues aux restrictions liées aux licences; et
- Coûts élevés de la collecte et de la saisie des données, du niveau de détail géographique auquel les données doivent être collectées ainsi que le manque de comparabilité des ensembles des données.

6. Conclusions et recommandations

De nos jours, les SIG sont utilisés dans plusieurs domaines incluant celui de la production et de l'utilisation des statistiques. L'intégration des données de diverses sources et la visualisation en relations causales, un des avantages offerts par les SIG, contribuent à l'amélioration de la qualité de l'analyse et la compréhension des ensembles des données et d'autres phénomènes complexes. La prise de décision est ainsi rendue plus facile et plus précise.

La cartographie constitue un outil fondamental dans la conduite des recensements et des enquêtes. Les cartes sont devenues des outils importants pour le développement des politiques effectives notamment dans la réduction de la pauvreté, la lutte contre les épidémies et la sécheresse, dans l'évaluation de la vulnérabilité de la situation alimentaire dans les pays et l'élaboration et la mise en œuvre des stratégies visant à atteindre les plus démunis de la société. Ainsi, les INS en tant que fournisseurs de choix des données socio-économiques devraient renforcer leurs capacités en SIG afin de faciliter l'analyse basée sur les cartes.

Au vu des énormes potentialités offertes par les SIG en termes de collecte, d'analyse et de diffusion des données, les INS devraient être encouragés dans leur mise en œuvre et/ou l'intensification de leur utilisation. Ceci devrait être précédé par une analyse des besoins des utilisateurs et une évaluation des logiciels et des équipements nécessaires à leur mise en place. L'utilisation des SIG est susceptible de contribuer à la mise en œuvre efficace de programmes tels que les recensements de la population et de l'habitat, les recensements agricoles ainsi que les autres enquêtes telles que les enquêtes sur la santé et la démographie.

Il est nécessaire que les responsables au plus haut niveau soient sensibilisés sur les avantages potentiels de l'utilisation des SIG dans leurs opérations quotidiennes. Les applications de base des technologies de l'information et de la communication (TIC) telles que le traitement des données, la gestion des données, les tableurs et le courrier électronique sont maintenant bien établies dans les INS de nombre des pays africains. Les SIG devraient faire partie intégrante des TIC en support aux différentes activités des INS.

Le personnel impliqué dans les SIG devrait rester aux faits des nouvelles avancées dans le domaine. Tout effort visant à établir un SIG dans un INS devrait donc être accompagné des fonds suffisants pour former de manière continue le personnel comme partie intégrante du budget annuel d'opération.

Le développement d'un plan national de développement des TIC devrait donner une place de choix aux SIG du fait de leur importance dans l'élaboration, la mise en œuvre et le suivi des politiques économiques et sociales ciblées d'une part et du rôle que pourrait jouer cette nouvelle technologie dans la diffusion ou l'accès à l'information statistique.

Références

Bernhardsen, T., (1992). Geographic Information Systems. VIAK IT and Norwegian Mapping Authority, Arendal, Norway.

Booman, M, D. N. Durrheim, K. La Grange, C. Martin, A. M. Mabuza, A. Zitha, F. M. Mbokazi, C. Fraser et B. L. Sharp, (2000). Un Système d'information géographique au service de la lutte antipaludique en Afrique du Sud, Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé, 78 (12) : 1438-1444.

Campell, H., Masser, I. (1995). GIS and Organizations. Taylor & Francis, London (UK).

Cassettari, S., (1993). Introduction to Integrated Geo-Information Management. Chapman & Hall, London (UK).

Clarke, K., (1999). Getting Started with Geographic Information Systems, Second Edition, Prentice Hall Series in Geographic Information Science. Prentice Hall, New Jersey (USA).

Hassan, A. (1991). Census mapping in Ethiopia, Symposium on Global Review of 2000 Round of Population and Housing Census, Mid-Decade Assessment and Future Prospects, DESA, Statistics Division. United Nations, New York (USA).

Korte, B., (1992). The GIS Book, A Practitioner's Guide, Second Edition. OnWord Press, Santa Fe (USA).

Norbert Henninger and Mathilde Snel (2002): Where are the poor, Experiences with the Development and Use of Poverty Maps.

Suharto, S., Vu, D.M., (1996). Computerized Cartography Work for Census and Surveys, paper presented at the Expert Group Meeting on Innovative Techniques for Population Census and large Scale Demographic Surveys, Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute (NIDI), The Hague, 22-26 April 1996.

Tripathi, Raj R., (2001). Mapping for the 2000 Round of Census: Issues and Possible Solutions, Symposium on Global Review of 2000 Round of Population and Housing Census, Mid-Decade Assessment and Future Prospects, DESA, Statistics Division. United Nations, New York (USA).

United Nations (2005). The Use of GIS for data collection and poverty mapping. Economic Commission for Africa, Economic and Social Policy Division, United Nations, Addis Ababa, (Ethiopia).

United Nations (2000). Handbook on Geographic Information Systems and Digital Mapping. Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division, Series F. No. 79, ST/ESA/STAT/SER.F/79. United Nations, New York (USA).

United Nations (1997). Geographical Information Systems for Population Statistics. Department of Economic and Social Information (DESA), Statistics Division, Series F, No.68. United Nations, New York (USA).

Worboys, M.F (1995). GIS: A Computing Perspective. Taylor & Francis, London (UK).

Banque Mondiale (1994). Systèmes d'information sur l'environnement en Afrique Sub-Saharienne: Investir dans le futur, Findings, Région Afrique, numéro 24.

Annexe 1: Utilisation et plans d'introduction des SIG dans les INS

Pays	Utilisant un SIG présentement	Planifient d'introduire un SIG	Logiciel de SIG utilisé ou planifie d'en utiliser un	Couverture du pays par les cartes par zone
Botswana	Oui		ESRI Products, ArcGIS 9	Toutes urbaines et toutes rurales
Benin	Non	Oui	...	...
Burundi	Non	Oui	...	...
Cameroun	Non	Oui	...	...
Cape Verde	Non	Oui	...	...
Tchad	Oui		ESRI Products and MapInfo	Toutes urbaines et toutes rurales
Congo	Oui		Pop Map	Toutes urbaines et toutes rurales
Egypte	Oui		ESRI products and MapInfo	Toutes urbaines et quelques rurales
Ethiopie	Oui		ESRI products	Toutes urbaines et toutes rurales
Gabon	Non	Oui	...	...
Gambia	Oui		ESRI Products, Map-Info and Pop Map	Toutes urbaines et toutes rurales
Ghana	Oui		ESRI products	Quelques urbaines et toutes rurales
Kenya	Oui		ESRI products	Toutes urbaines et toutes rurales
Liberia	Oui		ESRI products	Toutes urbaines et toutes rurales
Madagascar	Oui		Pop Map	Quelques urbaines et quelques rurales
Maurice	Oui		MapInfo	Toutes urbaines et toutes rurales
Maroc	Oui		ESRI products, Micro station and SYGER (Système de Gestion des Ressources)	Toutes urbaines et toutes rurales
Nigeria	Non	Oui	...	...
Senegal	Non	Oui	...	...

Pays	Utilisant un SIG présentement	Planifient d'introduire un SIG	Logiciel de SIG utilisé ou planifie d'en utiliser un	Couverture du pays par les cartes par zone
Seychelles	Oui		ESRI products	Toutes urbaines et toutes rurales
Sierra Leone	Oui		ESRI products	Toutes urbaines et toutes rurales
Afrique du Sud	Oui		ESRI products	Toutes urbaines et toutes rurales
Swaziland	...	...	...	Toutes urbaines et toutes rurales
Tanzanie	Non	Non	...	...
Tunisie	Oui		ESRI products	Toutes urbaines et toutes rurales
Uganda	Oui		ESRI products and WGEO for image rectifications	Toutes urbaines
Zambie	Oui		ESRI products, AtlasGIS and MapInfo	Toutes urbaines et toutes rurales
Zimbabwe	Non	Oui	...	...

Source: Enquêtes CEA, 2002 et 2005