Dugué P., Jouve Ph., (éds.), 2003. Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux. Actes du colloque, 25-27 février 2003, Montpellier, France. Umr Sagert, Cnearc, XXX p.

Applications du SIG et de la télédétection à l'Institut de recherche agronomique de Guinée

Aboubacar Ahmadou CAMARA*, Philippe MORANT**

*IRAG BP 1523 Conakry, République de Guinée, **CIRAD TERA BP 570 Conakry, République de Guinée

Résumé — Applications du SIG et de la télédétection à l'institut de recherche agronomique de Guinée. L'Institut de recherche agronomique de Guinée, dans son mandat de recherche au service du développement agricole de la Guinée, a développé des outils d'analyse spatiale et quatre unités de systèmes d'information géographique ont été installées dans les centres régionaux de recherche agronomique. Ces outils, maîtrisés par les chercheurs dans les centres régionaux de recherche ont pour objectif d'appuyer l'IRAG dans son intervention en milieu rural et d'élaborer des outils d'aide à la décision sous forme de produits cartographiques pour les partenaires du développement. Les chercheurs de l'IRAG développent une nouvelle démarche d'intervention de la recherche en milieu réel, dans des dispositifs « villages d'étude ». Pour tenir compte de la diversité des situations rencontrées en Guinée, le zonage des problématiques agricoles et l'étude de dynamiques d'évolution ont été réalisés sur plusieurs régions ; des sites ont été retenus dans les principales unités. Dans le cade des actions menées pour la gestion rationnelle des ressources naturelles des territoires villageois, des produits cartographiques représentant les unités du territoire à différentes époques sont utilisés dans les séances de restitution avec les producteurs. Dans le cadre des projets de développement mis en œuvre en Guinée, l'IRAG apporte un appui dans l'analyse du milieu et de ses changements. A l'aide de données photographiques et satellitales ainsi que de relevés sur le terrain, les chercheurs élaborent des cartes d'occupation des sols et conduisent des études sur les dynamiques régionales (évolution des systèmes de production et des modes de gestion des ressources naturelles). Les perspectives de diffusion de ces technologies sont actuellement prises en compte dans les projets d'observatoires régionaux, et dans la formation des partenaires à l'utilisation de ces outils.

Abstract — GIS and remote sensing applications in a research institute in Guinea IRAG (Institut de recherche agronomique de Guinée). IRAG, implied in the agricultural development of Guinea, developed tools of spatial analysis and four units of geographic information system were installed in 4 regional agronomic research centers. These tools, mastered by the researchers in the regional centres allowed IRAG to support the new "on-farm research" method of IRAG and to elaborate tools of decision maker with cartographic products for the partners of the development. The researchers of IRAG develop a new method of intervention in real environment, in many "study villages". To take into account the variability of situations met in Guinea, the zoning of the agricultural problems and the study of dynamics of evolution were realized for several regions; sites were retained in the main units. In the actions drived for the rational management of the natural resources in the villages, cartographic products representing the various units of the territory at different periods are used in the sessions of discussion with the farmers. In the projects of development implemented in Guinea, IRAG brings a support in the analysis of the environment and of the changes. With photographic and satellite datas completed with inquiries and measures in the villages, the researchers elaborate land use maps and studies on regional dynamics (evolution of the farming systems and types of management of the natural resources). The perspectives of extension for these technologies are very important and must be integrated in the regional surveillance services like new initiative named "observatoire regional du développement rural" and in training programs for of the partners.

Introduction

Ces dernières décennies sont marquées par une évolution très rapide des moyens basés sur la technologie numérique, nous obligeant constamment à resituer la pertinence de ces nouvelles techniques par rapport à nos besoins.

La télédétection et le Système d'information géographique (SIG), par leur forte capacité d'acquisition, de gestion, de traitement, d'analyse et de représentation des données spatialisées, représentent aujourd'hui des outils, des techniques, des méthodes dans les domaines aussi variés que l'aménagement du territoire, la recherche, l'agriculture, l'environnement, le développement rural, la cartographie numérique, la gestion des ressources naturelles, gestion des collectivités territoriales…

L'Institut de recherche agronomique de Guinée

L'institut de recherche agronomique de Guinée (IRAG), pour mieux répondre à sa vocation qui est de promouvoir une recherche adaptée aux besoins opérationnels des partenaires (paysans, groupement de producteurs, ONG, projets, services administratifs, institutions internationales…), pour assurer un développement durable, développe une approche spatiale basée sur l'utilisation des techniques du SIG, de la télédétection, de la photo-interprétation assistée par ordinateur. Cela lui a permis de constituer des bases de données géographiques régionales (cartes sur le milieu physique et socio-économique, découpages administratifs, images satellites, photographies aériennes, statistiques…) et de réaliser plusieurs travaux en appui à des opérations de développement (cartographie thématique, zonage des problématiques agricoles, cartographie des terroirs villageois, cartographie de l'occupation du sol, évaluation de l'impact environnemental dans les zones d'accueil des populations réfugiées…).

L'institut dispose de quatre unités de système d'information géographique et télédétection réparties dans les quatre centres de recherche régionaux que sont :
– le CRA de Bareng pour la Moyenne Guinée (région du Fouta Djalon) ;
– le CRA de Bordo pour la Haute Guinée ;
– le CRA de Foulaya pour la Guinée maritime ;
– le CRA de Sérédou pour la Guinée forestière.

A partir des données collectées dans les quatre régions naturelles du pays, les chercheurs ont constitué des bases de données régionales. En fonction des demandes des partenaires (administration, projets de développement, organisation de producteurs, ONG…), ils complètent ces bases de données et réalisent des documents cartographiques de synthèse et des produits d'aide à la décision.

Nous ne présenterons ici que quelques applications du système d'information géographique et de la télédétection réalisées dans le cadre des activités de recherche-développement ; les données, les produits cartographiques et les documents de synthèse sont disponibles à l'IRAG.

Les applications pour le développement

Base de données régionales et zonage

A partir d'informations et de statistiques recueillies dans les régions et au niveau national. Quatre bases de données régionales ont été élaborées et complétées par des cartes thématiques existantes numérisées.

L'analyse croisée de ses informations et la hiérarchisation des critères (caractéristiques du milieu physique, facteurs socio-économiques et systèmes de production) a permis de dégager des zones homogènes avec des problématiques agro-pastorales communes. Pour chaque région naturelle, un zonage a été matérialisé, cartographié à l'échelle des sous-préfectures et diffusé sous forme de plaquettes et notices explicatives.

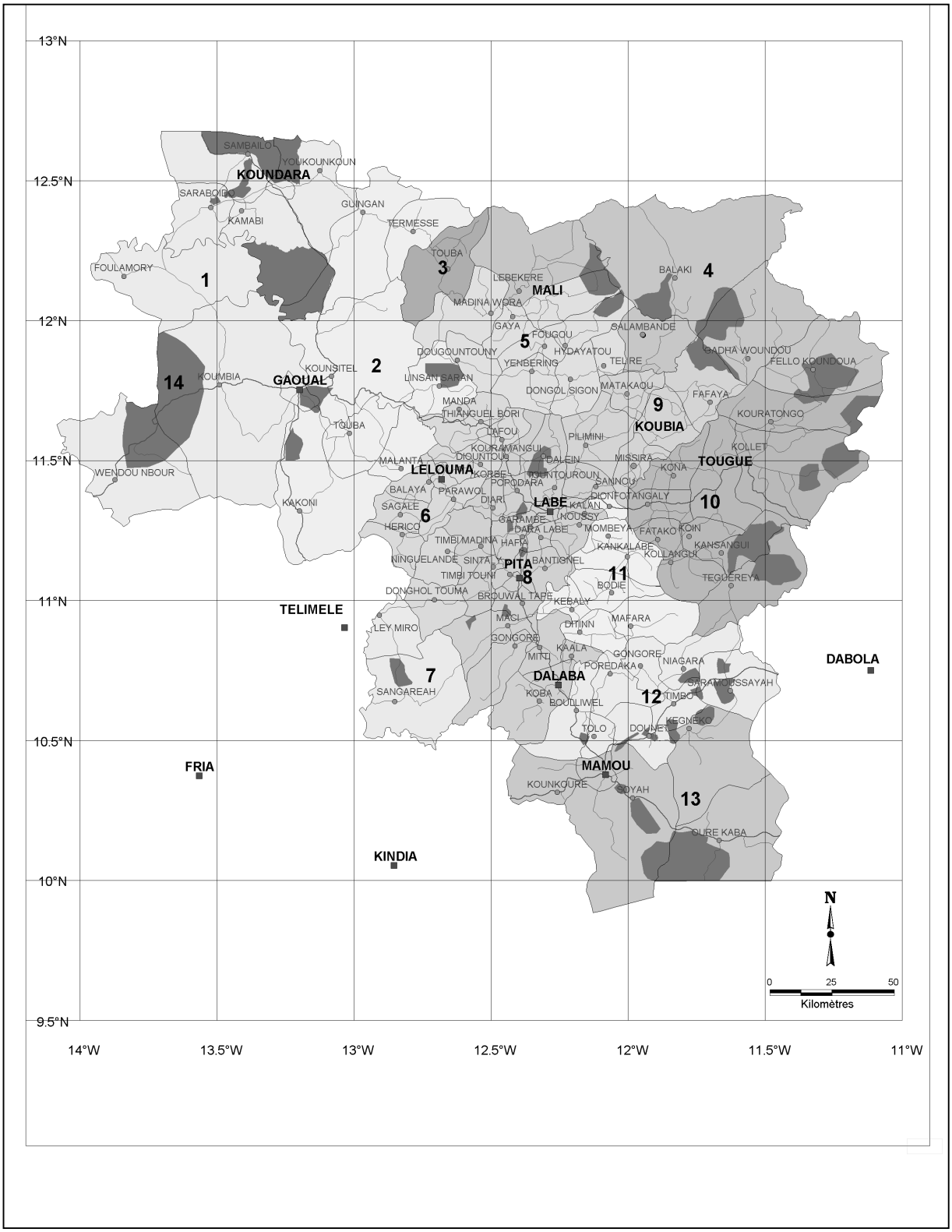

Figure 1. Carte du zonage des problématiques agricoles de la Moyenne Guinée.

Tableau I : Problématiques des zones identifiées

Zones	Problématiques
1	Faible pluviométrie, savanisation, présence de *bowé* (gisements de bauxite) , importants domaines classés (Badiar….), faible densité de population, grandes plaines sableuses et inondables, association agriculture/élevage (forte production céréalière et animale), manque de pâturage en saison sèche, pratique de la transhumance vers les régions côtières (Boffa…), longue période de disette ; culture cotonnière.
2	*Bowés*, affleurement gréseux, faible pluviométrie au nord, présence des forêts, faible densité de population, grande disponibilité en terres cultivable, faible pression sur le milieu, feux de brousse, manque de pâturage en saison sèche, pratique de la transhumance vers les régions côtières (Boffa…), pâturage productif pendant 5 mois sur 12 ; culture cotonnière.
3	Vastes plaines non aménagées, intégration agriculture-élevage, possibilité de la traction animale ; sols fertiles (vertisol) ; enclavement en saison des pluies ; importance du peuplement Diallonké.
4	Zone de *bowé,* faible pluviométrie, importance des forêts classées, faible densité de population, feux de brousse, potentiel important en plaines (non encore aménagées), enclavement.
5	Zone très accidentée avec la présence de sommets (Mont Loura), de dépressions profondes à fortes pentes ; présence de *bowé* par endroits, déboisement important ; enclavement empêchant le développement du maraîchage et la mise en place des circuits de commercialisation pour les produits agricoles.
6	Relief accidenté et montagneux, présence de *bowé*, (gisements de bauxite), rareté des terres cultivables, déboisement et savanisation ; grand marché de bétail (Thianguel Bori). Manque de main d'œuvre agricole en raison d'un exode rural important
7	Importance considérable de l'élevage ; intégration agriculture-élevage.
8	Grande production maraîchère et de pommes de terre favorisée par la présence de grandes plaines *(timbi)* et de bas-fonds aménagés, importante pression foncière avec une forte densité de population, existence de grands marchés collecteurs et distributeurs (Labé, Pita…), organisation des producteurs (Fédération des producteurs du Fouta), baisse de fertilité des terres, intégration agriculture/élevage, flux migratoires.
9	Sols gravillonnaires (*dantari),* forêt sèche et jachères arborées, infestation des cours d'eau par les glossines, faible densité de population, enclavement, marché de bétail (Matakaou), réduction des temps de jachère (3 à 7 ans après 3 ans de culture).
10	Immense étendue de *bowé*; champs extérieurs moins étendus qu'ailleurs (insuffisance de terres cultivables), souvent dans le prolongement des tapades au niveau des vallées ; présences de grands domaines de plaines inondables (Milipan, Kansangui, Kollangui) ; maraîchage (oignon…) ; manque de pâturage en saison sèche.
11	Grande production de riz et de manioc ; plaines aménagées pour la culture de la pomme de terre, oignon et riz.
12	Pression sur le milieu, déboisement, risque d'érosion ; forte présence des bas-fonds et plaines alluviales rizicultivable non aménagées ; production de la pomme de la terre et du maïs dans la plaine aménagée de Soumbalako.
13	Importance des forêts classées ; diminution du temps de jachère ; disparition des tapades, importance des plaines non aménagées (contrairement aux autres zones), au profit des champs de case.
14	Problématique environnementale : parc national (Badiar), forêts classées : protection, reboisement, conservation de la biodiversité ; braconnage, cueillette, feux de brousse.

Des ateliers régionaux ont permis de restitué ces résultats auprès des utilisateurs que sont les responsables du développement régional : administration, projets, producteurs, ONG, planificateurs.

Cartographie des terroirs et des CRD

Depuis 1999, l'IRAG a modifié ses modes d'intervention et a amorcé une nouvelle démarche participative avec les producteurs pour :
– identifier leurs besoins ;
– tester en partenariat les innovations ;
– évaluer l'adoption des technologies ;
– mesurer leur impact sur la production et le fonctionnement des exploitations agricoles.

En fonction des moyens de l'IRAG et prenant en compte les résultats des zonages, un dispositif avec des « villages d'étude » a été implanté dans les quatre régions naturelles de Guinée. Il forme la base des réseaux de paysans expérimentateurs chez lesquels les chercheurs mettent en place la démarche (diagnostic, expérimentation, évaluation).

Dans ces villages d'études, les chercheurs ont réalisé des cartographies à grande échelle à partir de photos aériennes, d'images satellites et de relevés GPS pour représenter les différentes unités d'occupation du sol.

Des cartes d'occupation du sol du territoire villageois à différentes périodes ont pu ainsi être dressées et restituées aux habitants. Les séances de discussion ont permis d'aborder avec les populations l'état actuel du patrimoine, son évolution récente et les perspectives de mise en valeur dans le cadre d'une gestion rationnelle des ressources naturelles.

Ce sont les outils indispensables pour programmer un développement durable à l'échelle des villages. En Guinée Maritime, dans la région de Kindia, le village de Touguikhouré est un site d'intervention depuis 1999. Des cartes ont été élaborées par l'IRAG à l'échelle du 1/50.000.

Tableau II. Superficies des unités du territoire du village de Touguikhouré (Préfecture de Kindia)

Types d'occupation	Superficie (ha)		%	
	1979	2001	1979	2001
Villages	35,49	45,45	2,80	3,58
Bas fonds	149,81	141,41	11,82	11,16
Cultures annuelles	161,03	317,70	12,70	25,07
Forêts protégées	18,00	22,39	1,42	1,76
Jachère arbustive	242,51	121,71	19,14	9,60
Jachère arborée	347,44	339,13	27,42	26,76
Jachère herbeuse	103,48	112,92	8,16	8,91
Zone non cultivable	158,93	157,00	12,54	12,39
Fruitiers	50,00	8,55	3,94	0,67
Total	1 267,00	1 267,00	100,00	100,00

La population du village est passée de 642 habitants en 1979 à 1 267 habitants en 1999 soit un taux d'accroissement annuel d'environ 3 %. Les simulations d'accroissement de population (essen-tiellement agricoles) faites sur 2020 tout en conservant les systèmes de culture actuellement prati-qués mettent en évidence la disparition progressive des jachères de régénération pour les cultures de plateau. L'alternative proposée est la mise en valeur et l'intensification des bas-fonds, la réduc-tion des durées de culture à 3 ans au lieu de 5 ans sur le plateau et la mise en place de méthode de lutte anti-érosive (reboisements).

Un comité villageois a été instauré et il définit les règles à observer par l'ensemble des producteurs. Les chercheurs interviennent en appui technique à ce comité.

Des travaux similaires ont débuté à l'échelle des CRD (Communautés rurales de développement) dans le cadre des interventions du projet PACV (Programme d'appui aux communautés villageoises).

Occupation du sol Guinée forestière

La Guinée forestière est une région de Guinée en pleine transformation en raison de dynamiques de population (migrations, plusieurs vagues de réfugiés sierra léonais et libériens) et des transformations au

niveau des systèmes de production. La baisse du cours du café et les problèmes de fertilité sur les coteaux ont entraîné des modifications dans la gestion du foncier (mise en valeur des bas-fonds avec la riziculture, plantations de palmiers à huile) et dans les activités agricoles rémunératrices pour les producteurs.

A partir de photos aériennes anciennes (1979) qui ont été scannées, les chercheurs de l'IRAG ont établi une carte d'occupation des sols au 1/50 000 avec les différentes unités de végétation naturelle et de mise en valeur (cultures et jachères, bas-fonds, agro-foresterie). Une couverture satellitaire LANDSAT 7 de 1999 traitée avec un logiciel de traitement numérique, a permis de dresser la carte d'occupation du sol actualisée.

Ces produits sont disponibles sous forme numérique (format vecteur et raster) et sont déjà utilisés dans différentes applications pour le développement :
– potentiel en bas-fonds ;
– recensement de plantations de palmier à huile ;
– suivi des domaines protégés (forêts classées) ;
– analyse diachronique de l'occupation du sol des CRD pilotes.

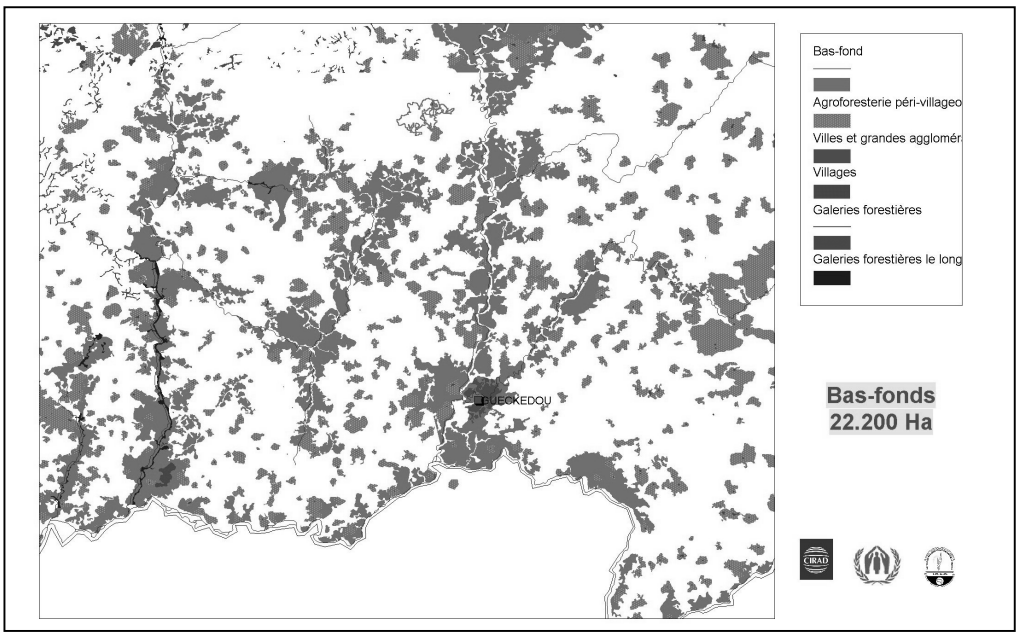

Figure 2. Potentiel de bas-fond autour de Guékédou.

Evaluation de l'impact environnemental des réfugiés en Guinée forestière

A partir de 1989, la guerre civile au Libéria qui s'est prolongée en Sierra Leone en 1992, a entraîné des migrations importantes de populations fuyant la guerre vers la Guinée.

Cet afflux massif et la concentration des centaines de milliers de populations réfugiées (environ 600 000), depuis plus d'une décennie peut avoir des conséquences sérieuses sur l'environnement et la vie socio-économique de la région d'accueil, la Guinée forestière.

Cette région est riche en ressources naturelles (premier massif forestier du pays, réserve de biosphère, terre de culture, climat sub-équatorial…), mais elle repose sur des équilibres fragiles et les impacts de l'afflux des réfugiés sont importantes sur l'environnement : déforestation, perte de biodiversité, pression foncière, érosion, pollution…

L'IRAG, en partenariat avec le CIRAD et l'IRD a participé à un projet destiné à développer des procédures, des outils méthodologiques pour le diagnostic, le suivi et l'évaluation environnementale, afin de minimiser les impacts négatifs de la présence des réfugiés sur les zones d'accueil. En détail, les actions suivantes ont été mises en œuvre :
– caractériser la situation de l'environnement pendant ou avant l'installation des réfugiés ;–– diagnostiquer l'ampleur et les processus de dégradation de l'environnement ;– développer des outils

d'aide à la décision pour améliorer la gestion environnementale des régions d'accueil de réfugiés ;— proposer des méthodes adaptées aux différentes phases d'action.La méthodologie utilisée est l'analyse spatiale avec l'utilisation des techniques de la télédétection et du système d'information géographique, pour faire émerger les principales dynamiques physiques et socio-économiques.

Cette approche considère l'espace comme objet et support de l'analyse pour mieux cerner la diversité des situations, passant d'un paysage de savane arbustive au nord à des forêts denses primaires au sud, en passant par des formations de forêts secondaires et des jachères, pour l'évaluation et le suivi des impacts environnementaux.

Une situation de réfugiés peut donc être considérée comme un événement spatial, dont l'apparition vient perturber et modifier l'organisation initiale du territoire concerné. Il importe alors de s'intéresser aux changements survenus dans la répartition spatiale de l'occupation du sol. Dans ce contexte, l'utilisation des données de la télédétection peut fournir un cadre méthodologique pertinent pour la caractérisation, l'évaluation et le suivi des changements environnementaux dans l'espace et dans le temps.

Ainsi l'acquisition et le traitement de données satellite et de photos aériennes ont permis de réaliser une cartographie des changements d'occupation du sol (déforestation, mise en culture, régénération forestière…). Les résultats de ces traitements permettront au HCR et à ses partenaires de mesurer l'ampleur des changements sur l'environnement et de mettre en place les opérations de réhabilitation et de développement.

Cartographie des plaines alluviales en Haute Guinée

Dans le cadre d'une étude sur la diversité régionale des modes d'exploitation des plaines alluviales de Haute Guinée, des produits cartographiques ont été élaborés afin de compléter les observations et les données d'enquête obtenues auprès des agriculteurs.

L'occupation du sol avec les principales unités (cours d'eau, mares, sols nus, forêt galerie, forêt, jachère ligneuse, jachère herbeuse, plateau cultivé, plaines, villages) a été cartographiée après interprétation de données LANDSAT de mars 2000 sur plusieurs sites retenus. Les principaux résultats statistiques de superficie mettent en évidence des situations variées de disponibilité en plaines pour les villages et des degrés d'intensification (aménagement, mise en culture…) différents.

La disponibilité de photos aériennes anciennes (1979) a permis de cartographié les phénomènes de mise en culture et de couvert végétal une vingtaine d'années auparavant. La comparaison de ces données permet d'alimenter les discussions avec les villageois sur l'évolution de leur système de production et d'aborder l'étude des dynamiques d'occupation des plaines.

Formation des partenaires

L'apparition de ces nouveaux outils est utile pour le développement agricole de la Guinée. La représentation spatiale des phénomènes agropastoraux intéresse de nombreux projets et initiatives.

Afin de vulgariser les outils SIG et télédétection, l'IRAG a organisé plusieurs modules de formation pour ses partenaires. Une quinzaine de cadres des projets de développement, ONG et institutions internationales ont ainsi été initiés à ces outils et peuvent créer et gérer les bases de données géographiques nécessaires dans la réalisation de leurs activités.

Perspectives

Les perspectives pour le développement des applications du SIG et de la télédétection pour l'IRAG et ses partenaires concernent en premier lieu la mise en place d'observatoires régionaux. Les réflexions sont avancées et les projets d'observatoires en Guinée forestière et en Haute Guinée sont en cours d'instruction auprès des bailleurs de fonds.

Ces observatoires seront les lieux de capitalisation des informations régionales et mobiliseront les multiples partenaires intervenant dans la zone. Des analyses et prospectives permettront de mettre au point des outils d'aide à la décision pour les différents échelons du développement (administration, projets, CRD, organisations de producteurs).

L'IRAG travaille actuellement sur la démarche « gestion de terroir » avec l'élaboration de produits cartographiques à l'échelle des territoires villageois et des CRD (communautés rurales de développement, dont le découpage est voisin de celui des sous-préfectures). Ces produits sont destinés aux populations pour les aider à mieux apprécier les ressources naturelles dont ils ont la responsabilité, à évaluer leur répartition spatiale et à préparer des plans de gestion rationnelle pour l'avenir. Cette démarche est en cours de diffusion au sein de projets de développement en Haute Guinée (PDHG) et en Guinée forestière (PDPEF).

Conclusion

Pour faire face aux défis du développement durable et de la réduction de la pauvreté, l'institut de recherche agronomique de Guinée a saisi l'opportunité de mettre en place en son sein des équipes qui se sont familiarisées avec les nouveaux outils des systèmes d'information géographique et de la télédétection.

L'apprentissage progressif de ces nouvelles techniques depuis 1999 et la mise à disposition de nouveaux types de données (photos aériennes scannées, images satellites à très haute résolution) a permis de réaliser des études et analyses pour le développement de haute précision et multi-temporelles.

Ces outils sont actuellement en voie de vulgarisation auprès des partenaires et l'IRAG assure des sessions de formation pour développer des réseaux d'utilisateurs. Les chercheurs de l'IRAG doivent bénéficier de formation continue, car de nouvelles technologies apparaissent tous les jours et il est important de rester à niveau.

L'utilisation des produits élaborés au sein de l'Institut a permis aux chercheurs de tous les programmes de l'IRAG de mieux apprécier les situations régionales et leur diversité, et d'adapter leur travail de recherche aux différentes problématiques identifiées.

La diffusion des produits et l'apprentissage des outils pour les partenaires ont permis à l'IRAG de renforcer son rôle dans la recherche-développement et d'apporter sa contribution au développement dans les différentes régions de la Guinée.

Bibliographie

KONOMOU M.F., 2002. Occupation des sols en Guinée forestière. M.F. Konomou. IRAG Septembre 2002. 11 p. et carte au 1/50.000 de la Guinée forestière.

MORANT P., CAMARA A.A., BEAVOGUI L., DIALLO A., DIALLO M., CHALOUB Y., BARRY B., DOUMBOUYA N., DIAKITE M., ZOUMANIGUIN K., KONOMOU M.M.F., 2001. L'analyse des problématiques agricoles des 4 régions naturelles de la Guinée. IRAG, Conakry, Guinée 4 plaquettes (cartes, tableaux, photos et notice explicative).

STOOP W., BEAVOGUI S., MORANT P., 2001. A reflexion on a comprehensive approach towards on-farm research and its linkage to extension and development organisations in Guinea (West Africa). ODI AgREN Newsletter 42, p. 11-13.

MORANT P., CAMARA K., 1997. Etude de l'opportunité de la mise en place d'un Système d'information géographique (SIG) au sein de l'Institut de recherche agronomique de Guinée (IRAG). Paris, France, Ministère de la Coopération, 51 p..