

Les systèmes d'information géographique au service des aménagements villageois

(Cartographie et suivi des exploitations forestières
dans les formations naturelles au sud du Niger)

C. BERNARD¹, A. BOUREIMA², N. FAUVET¹, R. PELTIER¹, O. YAYE²

¹ CIRAD-Forêt, France .

² Projet Énergie II, Niamey, Niger.

Résumé

Au sud du Niger, se pose le problème de surexploitation de certaines formations naturelles, mais on estime qu'une bonne gestion de celles-ci pourrait couvrir les besoins en bois-énergie de la ville de Niamey. Les méthodes d'aménagement préconisées jusqu'alors étaient beaucoup trop lourdes et coûteuses. Dans le cadre du Projet Énergie II, on a cherché à développer des techniques plus simples et rapidement utilisables à grande échelle. Les efforts ont porté, entre autre, sur les méthodes de délimitation des forêts villageoises, des parcelles de coupe et des nombreux points de repère des villageois (mares, sentiers, grands arbres, anciens villages) à l'aide d'un GPS (Global Positioning System).

Les cartes résultantes, réalisées sur un SIG (Système d'Information Géographique) ont permis d'engager des discussions entre les villageois afin qu'ils se mettent d'accord sur les limites respectives de leurs forêts et la délimitation de parcelles de coupe à l'intérieur de celles-ci. Il a ensuite été possible d'éditer des cartes consensuelles utilisables pendant au moins une rotation de coupe. Par la suite, au fur et à mesure que le projet avancera, des données seront récoltées sur les volumes de bois extraits chaque année au niveau de chaque forêt. En utilisant la fonction thématique du SIG, il sera possible d'obtenir différentes cartes pour visualiser au niveau de plusieurs marchés ruraux, la répartition des différentes productions pour un meilleur suivi de l'exploitation forestière, et un ajustement des quotas d'exploitation.

Introduction

La plupart des pays africains de la zone sahélo-soudanienne utilisent le bois comme principale ressource énergétique. Du fait d'une augmentation rapide de la population des villes, ces pays doivent répondre à une demande urbaine croissante en bois-énergie. En particulier, au Niger, la ville de Niamey dépend à 95% du bois pour son approvisionnement en énergie domestique. Mais la production des formations naturelles, évaluée autour de cette ville, pourrait suffire à assurer les besoins annuels urbains et ruraux si les pressions de coupe étaient mieux réparties (Peltier *et al.*, 1994). La mise en place de marchés ruraux, dans le cadre du Projet Énergie II, a pour objectif d'assurer un approvisionnement en combustibles domestiques des populations urbaines et de garantir une satisfaction durable d'un point de vue social, économique et écologique (Montagne *et al.*, 1994).

Les opérations pilotes d'aménagements démarrées dans les années 1984-1985 ont utilisé des méthodes de gestion et des techniques d'aménagement dont les coûts trop élevés ne permettaient pas de les étendre sur des surfaces plus importantes. Il s'agit donc pour le Projet Énergie II, de préconiser des techniques plus simples, moins coûteuses et qui permettent d'impliquer directement les acteurs locaux (Bertrand, 1994).

Les plans d'aménagement portent sur des espaces d'environ 1 500 hectares, situés à proximité de chaque village. Les villageois gèrent ces forêts aménagées sur lesquelles ils peuvent exercer un droit de coupe. Après une entente nécessaire avec les villages voisins et les autorités traditionnelles, les limites de ces forêts villageoises sont levées et cartographiées.

Le GPS (*Global Positioning System*), déterminant la position géographique précise de tout point, a permis d'apporter des améliorations aux méthodes de délimitation de ces forêts villageoises. Dans le souci d'alléger la phase de report cartographique de ces données, un Système d'Information Géographique (SIG) s'est avéré être un bon moyen pour cartographier facilement ces forêts et restituer rapidement des plans d'aménagement servant de support aux discussions avec les villageois. Mais plus qu'un simple outil de cartographie, le SIG servira à l'avenir d'outil de gestion pour permettre un suivi dans l'espace et dans le temps des productions et des exploitations en bois énergie aussi bien à l'échelle d'une forêt que de toute une zone d'implantation de marchés ruraux.

Délimitation des forêts villageoises

Premiers essais

Les premiers levés des limites des forêts villageoises se sont avérés longs et fastidieux. On avait tout d'abord noté sur photographies aériennes les limites des zones forestières, à l'intérieur desquelles des forêts d'exploitations villageoises pouvaient être délimitées. Les levés topographiques avaient été effectués à l'aide de boussoles et de topofil, puis reportés manuellement sur des fonds de carte IGN agrandis.

Par ailleurs, le manque de concertation entre les villages riverains avait entraîné de nombreux conflits, les uns cherchant à s'accaparer la plus grande surface possible aux

dépens de leurs voisins, sans tenir compte des différentes limites traditionnelles. Ces problèmes fonciers ont pu être résolus à l'amiable, mais toutes ces négociations ont nécessité de nombreux déplacements de la part des agents du projet. Les relevés ont dû être maintes fois recommencés.

Cette technique s'est révélée trop lourde pour délimiter de nombreuses forêts couvrant plusieurs milliers d'hectares. Par la suite, avant d'effectuer un quelconque levé, il a été demandé aux différents villages de se concerter entre eux pour trouver les limites facilement repérables de leurs forêts et de réduire ainsi les multiples retours sur le terrain.

A l'aide d'un appareil GPS, les coordonnées géographiques des différents points remarquables des forêts villageoises ont été relevées.

Un GPS est un outil calculant la latitude et la longitude de tout point de la terre et à tout moment. Cet appareil récepteur, facile d'utilisation et peu encombrant, est relié directement à une constellation de 24 satellites balayant la surface de la terre. Sa précision est variable selon le type d'appareil et le mode de mesure. En général, on obtient une précision de ± 100 mètres en mode absolu (un seul récepteur), ce qui est acceptable dans la mesure où les forêts délimitées ont une superficie d'environ 1 500 hectares, pour une restitution cartographique au 1/200 000^e - 1/100 000^e.

Le contour des zones aménagées se fait en général à pied, en compagnie des différents acteurs et représentants villageois qui indiquent aux agents du projet les points naturels de leur forêt ainsi que les limites souhaitées. Pour chaque point levé, le nom local est noté pour se repérer plus facilement, qu'il s'agisse d'une mare, d'un talweg ou d'un croisement de chemins. Au fur et à mesure de ce travail topographique, un plan sommaire est effectué pour faciliter la saisie cartographique. Pour une forêt donnée, lorsqu'une concertation villageoise a eu lieu au préalable, ce travail de levé est réalisable dans la journée.

Le coût minimal d'achat d'un simple récepteur GPS, en constante diminution, est de 4 000 à 5 000 francs français (en 1995) pour une précision qui varie entre 30 et 100 mètres (voire plus !). Il existe des appareils GPS qui permettent d'atteindre des précisions de l'ordre du centimètre, mais les coûts de ces récepteurs sont liés à la qualité des mesures (Freycon, 1995).

Restitution cartographique aux villageois

Ces différents points GPS sont ensuite intégrés dans un Système d'Information Géographique pour une restitution cartographique simple et rapide.

Qu'est-ce qu'un SIG ?

Le SIG est à la base, un logiciel de cartographie manipulant de l'information géographique soit sous forme de points (mares, puits), de lignes (routes, chemins, limites) ou de régions (forêts, parcelles de coupe). Mais plus que de la simple cartographie, le SIG permet aussi de gérer les informations, qu'elles soient qualitatives ou quantitatives, renseignant ces différentes entités géographiques. Il combine donc des informations géographiques auxquelles on peut attribuer des données descriptives appartenant à une base de données en vue de réaliser des cartes thématiques.

Le logiciel utilisé dans le cadre du Projet Énergie II est ATLAS-GIS, travaillant en mode vecteur. Deux techniciens nigériens du Projet Énergie II ont suivi une formation de quinze jours au CIRAD-Forêt à Nogent et sont actuellement autonomes sur ce logiciel.

Il faut noter que le coût d'investissement pour acquérir le logiciel et les matériaux périphériques s'élève au minimum à 50 000 F en 1995 (Tableau I).

Tableau I. Coût d'investissement pour du matériel SIG.

MATÉRIEL	COUT (en francs français HT)
Micro-ordinateur	10 000
Logiciel ATLAS-GIS	8 000
Table à digitaliser (format A1)	15 000
Imprimante couleur (sortie A4 et A3)	15 000
Fournitures diverses (encre, papier...)	2 000
TOTAL	50 000

L'acquisition des données géographiques en vue de réaliser la cartographie au service de l'aménagement des forêts villageoises se fait en deux temps.

Digitalisation d'un fond cartographique

Les informations géographiques concernant la région aménagée (route, piste, cours d'eau, localisation des villages) ont été numérisées manuellement d'après une carte IGN au 1/200 000^e avec le logiciel ATLAS-GIS, à l'aide d'une table à digitaliser.

Cette opération permet de créer un fond de carte sur lequel les points GPS seront reportés. Il est alors plus facile de se repérer et de replacer les zones délimitées par rapport à la topologie de la région. Cela permet de corriger les éventuelles erreurs de levés commises.

Importation des points GPS

Les coordonnées géographiques des points GPS peuvent être saisies directement avec le logiciel ATLAS-GIS ou sur une base de données dont le fichier sera importé par la suite.

Chaque point est accompagné de son nom local constituant son identifiant.

Le SIG permet de créer une surface à partir de plusieurs points sélectionnés. Ainsi, tous les points remarquables d'une forêt sont reliés entre eux pour constituer une zone dont la surface est calculée automatiquement.

Restitution des cartes

La Figure 1 montre les limites de la forêt villageoise de Tientiergou, avec le positionnement des différents points GPS levés sur le terrain et leurs noms locaux sur le fond de carte IGN digitalisé. La surface de cette forêt, calculée par le logiciel ATLAS, est de 1 400 ha, à l'intérieur desquels sont délimitées des parcelles de coupe annuelle. Dans le plan d'aména

gement forestier, une rotation de six ans a été retenue, si bien qu'il aurait fallu délimiter six parcelles. Cependant dans un premier temps, il semble préférable de ne délimiter qu'une ou deux parcelles de coupe d'une superficie égale à environ un sixième de la superficie totale. En effet, les villageois doivent tout d'abord bien comprendre ce que signifie un parcellaire et évaluer leur capacité de coupe annuelle.

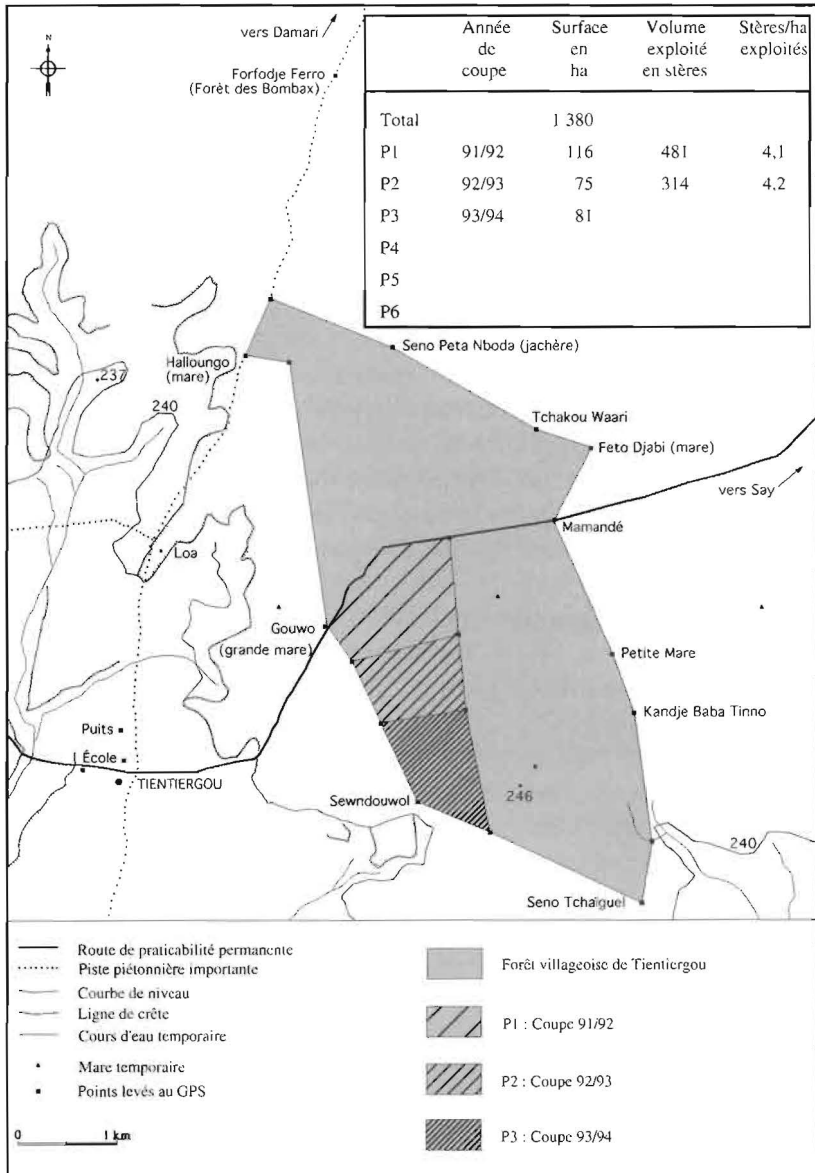


Figure 1. Carte de la forêt villageoise de Tientiergou.

Ce travail de cartographie nécessite tout au plus une journée de travail pour la saisie, la mise en page et le tirage sur papier.

Au bout de deux jours, les agents du projet peuvent donc présenter ce plan aux villageois et leur demander s'ils sont en accord sur les limites choisies. Le premier rôle de ces cartes est de servir d'outil de discussions. Si les groupements de bûcherons souhaitent modifier les limites de leur forêt en fonction des négociations entre les villages, des levés de nouveaux points GPS pourront être effectués lors d'une nouvelle campagne de terrain, demandant une journée supplémentaire de travail. Le SIG, par sa souplesse d'utilisation, permet de modifier rapidement l'information géographique.

Extension à une région

Cette méthode de délimitation, réalisable en 2-3 jours pour une forêt, peut être étendue à toute une zone couvrant plusieurs marchés ruraux. Différentes forêts villageoises, ainsi que les parcelles de coupes annuelles ont été levées dans la zone de Say (Figure 2). Cette cartographie permet de visualiser les limites intervillageoises et les zones qui sont revendiquées en même temps par deux villages voisins.

On note par exemple une superposition de la forêt de Tientergou avec les forêts de Feto Banoye et Bango, de même qu'entre la forêt de Tchiro Fandou et celle de Feto Banoye. Les villageois ne s'étant pas entendus sur leurs limites respectives, un retour sur le terrain sera nécessaire pour organiser des réunions intervillageoises.

Pour les autres villages, les concertations préalables ont bien fonctionné et les habitants ont réussi à se mettre d'accord sur les limites respectives de leurs forêts.

Suivi du plan d'aménagement

Constitution d'une base de données

Au fur et à mesure de l'avancement du projet, il sera nécessaire d'observer comment évolue la gestion de l'exploitation faite au sein des différentes forêts villageoises et de transposer les résultats au niveau des différents marchés ruraux mis en place.

Les données concernant les zones aménagées pourront être saisies et stockées sur une base de données. Celle-ci ainsi constituée pourra être mise en relation, sous SIG, avec les différentes parcelles de coupe et les forêts villageoises.

Il sera alors possible d'éditer différentes cartes thématiques pour visualiser de manière spatiale les informations à l'échelle d'une forêt ou de tout un massif. Le SIG aura alors comme deuxième fonction de gérer les informations à des échelles différentes, pour définir la productivité et la dynamique de ces forêts.

Suivi de l'exploitation

Chaque année, en fonction des nouvelles informations récoltées sur le terrain, on pourra compléter et mettre à jour les données, pour visualiser l'évolution de l'exploitation forestière. Chaque parcelle sera caractérisée par l'année de son passage en coupe, le volume

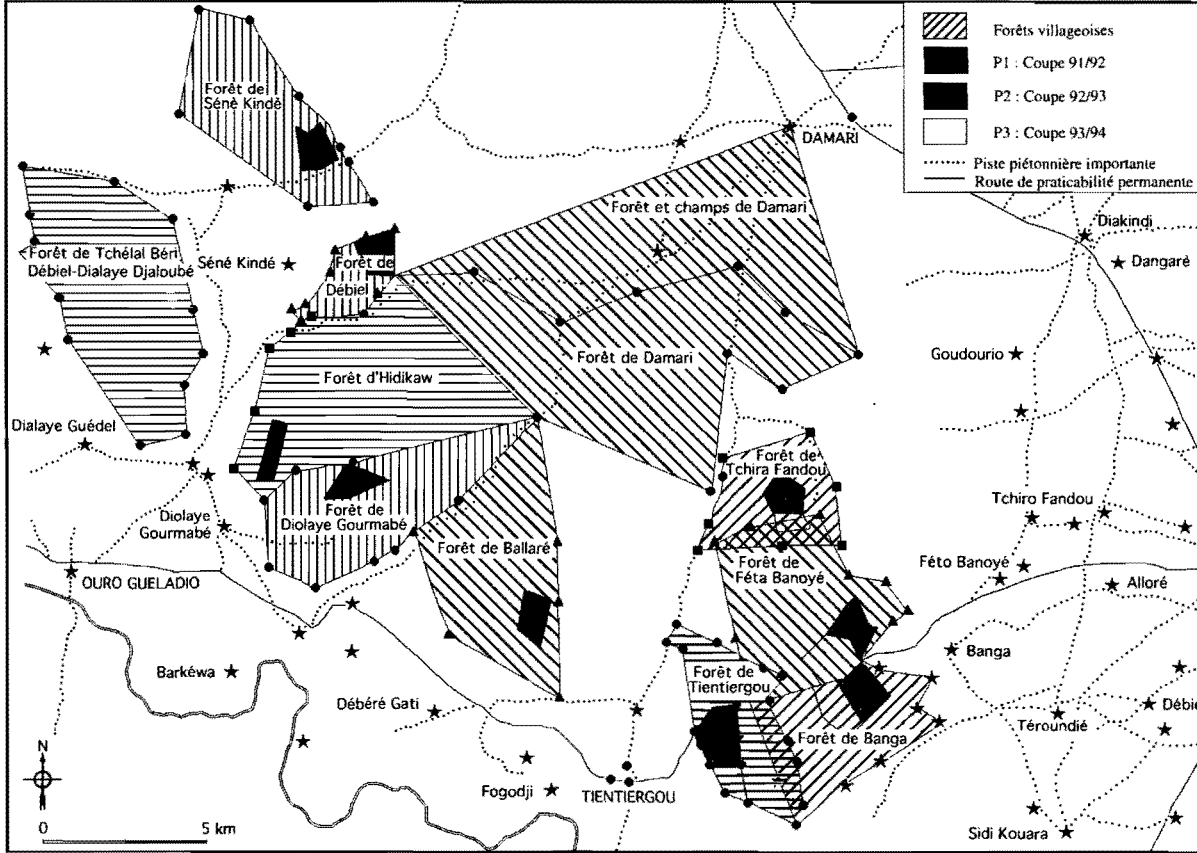


Figure 2. Carte de la zone de Say.

de bois sur pied estimé, la quantité de stères extraites et la régénération de ces formations forestières. Des cartes seront éditées pour montrer, par exemple, toutes les parcelles exploitées au cours d'une année n.

Après une rotation complète (en principe six ans), il conviendra de déterminer s'il est souhaitable de modifier les limites de la forêt et/ou des parcelles, en fonction des besoins des différents groupements villageois. Le plan d'aménagement forestier pourra alors être réorienté afin de redéfinir de nouvelles limites, améliorer ou changer les techniques sylvicoles et modifier les quotas d'exploitation.

Le SIG permettant de manipuler aisément l'information géographique, une nouvelle cartographie pourra alors être réalisée rapidement. Avec une gestion correcte du SIG, il sera possible de regrouper ces données au niveau de tout un massif et de comparer l'exploitation entre différents villages et d'effectuer un bilan de ces forêts à un niveau régional.

On comprend donc qu'il est nécessaire d'avoir des outils très souples et peu coûteux pour pouvoir suivre ces évolutions.

Suivi de la productivité en bois des parcelles

Il est essentiel pour le Service de l'Environnement d'aider les villageois à déterminer si leurs méthodes réelles d'exploitation peuvent être considérées comme durables.

Pour cela, le suivi de petites parcelles ne semble pas suffisant en raison de l'hétérogénéité du milieu et des prélèvements.

Il convient donc de faire un suivi des volumes exploités au niveau des forêts villageoises et de déterminer si la productivité d'une zone donnée va en augmentant (sous-exploitation souvent souhaitable pour reconstituer le capital sur pieds) ou en diminuant (ce qui serait un indicateur inquiétant de sur-exploitation).

Or, les observations faites en 1995 par le Projet Énergie II, montrent que les bûcherons ne coupent pas en général toute une parcelle en année n : ils finissent tout d'abord la parcelle prévue pour l'année n-1 et coupent ensuite sur la parcelle prévue pour l'année n en fonction de leurs possibilités de travail.

Le suivi de la production par hectare est donc assez compliqué et nécessite que soit chaque fois relevée la taille de la parcelle réellement exploitée en année n, de façon à mettre en rapport sa surface et le nombre de stères vendus.

Sur un certain nombre de villages, il sera donc souhaitable de faire un suivi fin des zones exploitées annuellement et de la provenance réelle du bois. Pour cela également, l'utilisation du GPS et du SIG se révèlera très certainement indispensable.

Conclusion et discussion

Les systèmes d'information géographique au service des aménagements villageois ont montré leur intérêt dans la réalisation d'une cartographie rapide et facilement modifiable. Ils permettent de suivre le rythme des changements des limites d'exploitation au fil des discussions villageoises, et de s'adapter aux besoins de la population ainsi qu'aux contraintes du milieu.

Dans le cadre du Projet Énergie II, le SIG a été avant tout un outil de cartographie, où la manipulation de l'information géographique s'est avérée très souple, surtout lorsque l'on travaille en milieu traditionnel à une échelle régionale.

Il est vrai que le SIG n'est pas seulement un outil de cartographie, mais a, comme autre atout, la possibilité de gérer des bases de données directement en liaison avec de l'information géographique.

La gestion de données sur SIG pour le suivi de l'évolution des marchés ruraux sur toute une région serait souhaitable dans la mesure où, sur le terrain, on a la possibilité de maîtriser toutes les entrées et les sorties du bois exploité pour telle ou telle forêt villageoise sur tel marché rural. Mais, à l'échelle de tout un massif, cela est difficilement réalisable, du moins actuellement, les marchés ruraux se mettant progressivement en place.

En revanche, il sera possible de cibler certaines zones, par exemple en fonction de la distance à la ville de Niamey, pour un suivi plus précis des flux de bois et observer comment évoluent la production et l'exploitation de ces forêts aménagées.

Dans un premier temps, le SIG, dans sa fonction de simple cartographie, est très adapté aux exigences de terrain dans le cadre d'un projet de développement.

Par la suite, dans sa fonction thématique en gérant une base de données, il trouvera petit à petit sa place, dans la mesure où l'on ne voudra pas surestimer les capacités de l'outil par rapport aux évaluations de terrain.

Références

Bertrand A., 1994. *Les marchés ruraux de bois de feu au Niger et l'autogestion locale des ressources naturelles. La problématique et les leçons de l'expérience*. Projet Énergie II-Énergie domestique/ SEED/CIRAD-Forêt, Niamey, Niger.

Freycon V., 1995. *Les GPS*. Doc. tech., CIRAD-Forêt, Nogent-sur-Marne, France.

Montagne P., Housseini M., Sanda L.O., 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger : le mode de développement. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 169-184.

Peltier R., Mahamane L.E., Montagne P., 1994. Aménagement villageois des brousses tachetées au Niger. Le milieu : potentiel et contraintes. *Bois et Forêts des Tropiques*, 242 : 59-76.