

# Analyse cartographique et caractérisation des parcs à *Faidherbia albida* de Dossi et de Watinoma (Burkina Faso) par photographie aérienne, télédétection et SIG

Denis DEPOMMIER<sup>1</sup>, Christelle BERNARD<sup>2</sup>, Ouaro SANE<sup>3</sup>

1. IRBET/CIRAD-Forêt, 01 BP 1759, Ouagadougou 01, Burkina Faso.

2. CIRAD-Forêt, 45 bis av. de la Belle Gabrielle, 94736 Nogent-sur-Marne Cedex, France.

3. CRAF-INERA, 01 BP 476, Ouagadougou 01, Burkina Faso.

## Résumé

Le parc à *Faidherbia albida* (Del). A. Chev. est un des systèmes agroforestiers traditionnels les mieux représentés des régions centre-nord et ouest du Burkina Faso. Il est l'objet de recherches menées depuis quatre ans par le CIRAD-Forêt et l'IRBET sur son fonctionnement et sa dynamique à travers les terroirs de Watinoma et de Dossi.

L'analyse comparative de ces parcs a été réalisée sur la base de données socio-agronomiques et biophysiques — principalement par enquêtes et inventaires — et de données cartographiques. L'interprétation de ces dernières a été faite à partir de photographies aériennes basse altitude, en couleur, à l'échelle du 1/4 200. Une telle résolution s'est avérée nécessaire pour positionner et différencier les espèces, délimiter les unités morphopédologiques et le micro-parcellaire de ces parcs et enregistrer toute information géographique utile à l'analyse cartographique faite, en une seconde étape, sur SIG par le logiciel ATLAS-GIS. L'acquisition des données géographiques a été faite par digitalisation, ces données étant couplées aux données d'inventaire importées à partir de fichiers de base de données.

Aussi, on a enregistré un nombre considérable d'informations géographiques, dendrométriques et agroforestières pour, les restituer sous différentes formes cartographiques. On a ainsi caractérisé la composition floristique et la structure des parcs à *Faidherbia albida*, la distribution des arbres et des cultures associées en fonction des facteurs écologiques et socio-agronomiques prévalant sur les différents sites étudiés.

**Mots-clés** : *Faidherbia albida*, parc agroforestier, photographie aérienne, image satellitaire, SIG, analyse cartographique, caractérisation.

## 1. Cadre et objectifs de l'étude

Les parcs agroforestiers, et tout particulièrement les parcs à *Faidherbia albida*, sont assez bien représentés au centre nord et à l'ouest du pays. Ils contribuent pour une large part au maintien des productivités agricoles, à la diversité des productions et à la conservation des ressources naturelles. L'importance de ces systèmes traditionnels reste cependant mal évaluée.

Aussi, depuis 1990, l'IRBET et le CIRAD-Forêt ont fait des parcs agroforestiers l'un des objets majeurs de la recherche forestière, par l'étude de leur fonctionnement et de leur dynamique.

Sur le terrain, l'étude des parcs à *Faidherbia albida* s'est faite à travers deux terroirs écologiquement et sociologiquement distincts : Watinoma village mossi situé en zone subsaharienne, à 80 km au nord de Ouagadougou et, Dossi, village bwa en zone nord soudanienne, à 150 km au nord-est de Bobo-Dioulasso.

L'objectif général visé étant de caractériser les parcs des différents sites identifiés, on a sérié les facteurs biophysiques et socio-économiques les plus déterminants pour différencier la composition, la structure, le fonctionnement et l'aménagement des parcs. Ils ont été l'objet de suivis comparatifs sur plusieurs années, à l'aide d'inventaires et d'enquêtes.

Dans ce contexte, l'analyse cartographique appliquée au traitement de l'information géographique et des nombreuses données agroforestières acquises est apparue comme un outil de première importance dans la caractérisation des parcs.

Successivement, la couverture aérienne au 1/50 000, l'image satellitaire SPOT disponible pour la région de Dossi, et surtout la photographie aérienne à basse altitude, doublée de levés parcellaires, ont constitué la base de l'information cartographique, ultérieurement traitée sur SIG.

## 2. Dossi et Watinoma, des terroirs contrastés

Les deux terroirs identifiés pour l'étude des parcs à *Faidherbia albida*, Dossi et Watinoma, sont représentatifs des régions dites de l'Ouest et du Plateau central auxquelles ils appartiennent. Ils se différencient en particulier sur certains points.

### 2.1. Le climat et les sols

Il pleut en moyenne 621 mm par an à Watinoma contre 924 à Dossi (1981-1990) ; les saisons sèches y ont une durée respective de 8 mois et 6 à 7 mois.

La morphopédologie, tant à Dossi qu'à Watinoma, est variée et complexe.

A Dossi, le parc à *Faidherbia albida* forme une vaste auréole autour du village. Il occupe des positions topographiques variées : les sols sont bruns eutrophes, plus ou moins hydromorphes, en aval, et ferrugineux tropicaux lessivés indurés ou peu évolués sur les versants. A Watinoma, les parcs occupent distinctement, autour au village, les hauts de versants, sur sols ferrugineux tropicaux lessivés gravillonnaires et à quelques kilomètres en aval, les bas de versant et bordures de bas-fonds sur sols hydromorphes.

Les sols de ces parcs ont une fertilité très inégale d'un site à l'autre, en partie liée au substratum, chimiquement plus riche à Dossi qu'à Watinoma, et à l'effet améliorateur des faidherbias très significatif à Watinoma (DEPOMMIER et al., 1991). Cet effet est vraisemblablement lié aux apports de fumier sous l'arbre par le bétail.

## **2.2. Les hommes et leurs systèmes de production : des parcs agroforestiers**

La pression démographique varie de 1 à 10 entre Dossi et Watinoma, ce dernier terroir étant 23 fois plus petit que le premier.

Dossi qui couvre plus de 250 km<sup>2</sup> pour seulement 3 500 habitants dispose encore d'importantes réserves foncières. Aux « champ de brousse », succèdent les jachères longues qui sont la base du système de cultures — principalement coton, maïs, sorgho rouge — réalisées sous parc à karités (*Butyrospermum paradoxum*).

Le parc à *Faidherbia albida* couvre près de 350 hectares de cultures quasi-permanentes. *Faidherbia albida* qui domine l'effectif ligneux à plus de 70 % apparaît régulièrement distribué dans la partie centrale du parc où le peuplement est presque monospécifique. On y cultive principalement le maïs et le sorgho rouge les sols sont généralement labourés à la charrue attelée aux boeufs et fumés.

A Watinoma, le parc à *Faidherbia albida* ne forme pas une entité territoriale comme à Dossi. Fractionné en plusieurs peuplements le long des toposéquences, il apparaît très composite, dominant à peine les autres espèces ligneuses. Il varie aussi beaucoup dans sa structure et sa dynamique d'un site à l'autre.

Le parc de Watinoma est jeune, plus de la moitié de l'effectif en faidherbias ayant été estimé entre 10 et 30 ans contre le double à Dossi (DEPOMMIER et DETIENNE, 1995).

A Watinoma, presque tous les faidherbias adultes sont chaque année fortement émondés par les agriculteurs mossis et par les éleveurs peuls du terroir qui résident à proximité des parcs de bas-fonds. Ces parcs de bas-fonds et leurs bordures constituent la zone cultivée la plus importante du terroir. Le sorgho y donne des rendements bien meilleurs que ceux obtenus sur hauts de versants. Malgré les apports en fumure organique et la présence de *Faidherbia albida*, le rendement en mil et sorgho est en moyenne, de 500 à 700 kg/an, soit 2 à 3 fois moins qu'à Dossi.

Finalement, le parc à *Faidherbia albida* de Watinoma, caractérisé par la discontinuité de son étendue et de ses effectifs ne constitue qu'un des multiples faciès des parcs agroforestiers du terroir, qui occupent plus de la moitié de sa superficie.

Sur les deux terroirs, le microparcellaire est une caractéristique commune des systèmes de culture sous parcs à *Faidherbia albida* avec des variantes observées en fonction de l'éloignement et de la durée d'exploitation, le caractère de pérennité de l'exploitation ayant lui-même des effets induits sur le nombre et la gestion des arbres.

Cette analyse globale résultant des premières enquêtes et inventaires de terrain a conduit à sérier et mettre en relation à différents niveaux d'échelles, les facteurs et faits observés. L'étude a pu être structurée et approfondie dès lors que l'information géographique combinée aux données agroforestières était cartographiée et interprétée selon la méthodologie qui suit.

### **3. Méthodologie**

Chronologiquement, ont été réalisées les étapes suivantes, complémentaires :

#### **3.1. L'interprétation des couvertures photographiques aériennes des terroirs de Dossi et de Watinoma au 1/50 000**

L'interprétation des clichés de l'IGB (Institut Géographique du Burkina Faso), en noir et blanc, pris en 1982, à Dossi, et 1981, à Watinoma, avait pour principal objectif de délimiter les terroirs et leurs unités morphopédologiques. Une attention particulière était accordée à la place des parcs, à leur distribution spatiale et, aux différences observables entre les clichés et les réalités du terrain 10 à 12 ans plus tard.

#### **3.2. L'interprétation d'un agrandissement au 1/10 000 de la couverture aérienne de Watinoma**

L'agrandissement centré sur les parcs a été réalisé afin de préciser les effectifs en ligneux, certaines délimitations ou variations (chemins, parcellaire, topographie).

#### **3.3. L'interprétation d'une image satellitaire SPOT de la région de Houndé, intégrant le terroir de Dossi**

L'image SPOT d'une résolution de 20 m, a été prise en mode multispectral à la mi-octobre 1988, à une période où *Faidherbia albida* se refeuille. Elle a tout d'abord été analysée pour discriminer la réponse spectrale de l'activité chlorophyllienne des faidherbias de celle d'autres espèces ou formations végétales. L'interprétation de l'image devait par ailleurs compléter celle du terroir et de ses différentes unités faites sur photographies aériennes.

L'image acquise sous forme de disquette a été traitée numériquement avec le logiciel MULTISCOPE. Le traitement appliqué sur un extrait de 1000 x 1200 pixels (soit 20 x 25 km, correspondant à l'étendue du terroir) a permis de délimiter des zones-test présentant les phénomènes caractéristiques de chaque couleur. La vérification des correspondances avec le terrain s'est faite par le biais de corrélations établies entre les gammes de couleur de la visualisation, de sa texture et de sa structure et de leur réelle signification. Une classification a été réalisée et l'image interprétée.

### **3.4. L'interprétation des couvertures photographiques aériennes à basse altitude du terroir de Watinoma et du parc à *faidherbia* de Dossi**

Elle ont été prises en septembre 1993 à Watinoma, et début novembre 1993 à Dossi, en couleur, et tirées au 1/4 200.

Une telle couverture devait permettre :

- par la haute résolution des clichés, mis en relief par stéréoscopie, de dénombrer et cartographier pratiquement tous les arbres et arbustes des parcs étudiés, ligneux par définition espacés et donc bien identifiables ;
- d'enregistrer toute information géographique ou agroforestière dont le parcellaire et les variations de parcs liées à des facteurs biotiques ou d'aménagement ;
- par la couleur et la période du vol — réalisé en début de saison sèche —, d'identifier les cultures dominantes (dont la récolte était alors commencée) et les différentes espèces ligneuses, en particulier *Faidherbia albida*, en pleine refeuillaison.

### **3.5. Des mesures d'inventaires et des relevés de terrain**

L'interprétation de la photographie aérienne basse altitude a été doublée :

- d'un inventaire en plein de tout ligneux de circonférence > 10 cm. Pour l'ensemble des individus et des espèces, une codification était attribuée et un fichier de données dendrométriques constitué. Circonférence, hauteur, surface du houppier (assimilé à une ellipse de rayon nord-sud et est-ouest) mais aussi, pour tout *faidherbia*, état sanitaire, émondage et écorçage étaient mesurés ;
- d'un levé parcellaire, en plein à Watinoma sur les 4 parcs identifiés et sur 4 transects à Dossi, le long des principales toposéquences du parc et à différentes distances du village.
- d'un inventaire des cultures et de données d'enquêtes sur le mode et la durée d'exploitation mais aussi sur le foncier ;
- d'une délimitation des unités morphopédologiques du parc de Dossi.

A Watinoma, les parcs délimités sur hauts et bas de versant en unités bien distinctes n'imposaient pas de délimitation semblable à celle de Dossi.

### 3.6. L'enregistrement et l'analyse des données géographiques et d'inventaires sur SIG par le logiciel ATLAS-GIS

Un SIG (Système d'Informations Géographiques) est « un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace » (Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection, 1989).

Cet outil apparaissait tout à fait approprié pour cartographier et analyser les parcs à *Faidherbia albida* étudiés du fait du grand nombre d'informations à sérier et mettre en relation et de la nécessité de suivre les peuplements inventoriés.

Aussi, on a, dans un premier temps, numérisé les fonds de carte des différents parcs établis d'après photographies aériennes à l'aide d'une table à digitaliser, Microgrid III, de format A0 (fonction de dessin assisté par ordinateur).

Toutes les entités géographiques référencées, représentées dans un plan ou dans l'espace par des points (arbres), des lignes (chemin, délimitations, cours d'eau) et des surfaces (parcelles cultivées, unités...), sont enregistrées en mode vecteur, c'est-à-dire fixées dans un plan de coordonnées x,y.

Ces données sont enregistrées en fichiers géographiques les contenant en différentes couches de lignes ou de points que l'on superpose en fonction de ce que l'on veut faire apparaître et analyser (par exemple la couche des points figurant les faidherbias avec celle délimitant les unités morphopédologiques du parc de Dossi).

Parallèlement, les fichiers de base de données, concernant des entités descriptives telles que les mesures des ligneux ou des parcelles, sont importées sur ATLAS-GIS dans un fichier "attribution" possédant un identifiant unique pour chaque entité géographique (par exemple, les caractéristiques de chaque arbre sont mis en parallèle avec son identifiant géographique représenté par un point).

Schématiquement, la manipulation et l'analyse des données sont exécutées :

- à un niveau géométrique : pour la restitution ou l'affichage des données géographiques de base, sans interprétation ;

- à un niveau topologique, qui définit les rapports entre les surfaces et l'analyse mathématique telle que la superposition ou la mitoyenneté de deux détails topographiques, entre des surfaces, entre ligne et surface ou entre points et surface, pour mettre en évidence les parcs et leurs unités ;

- à un niveau descriptif : qui permet d'aller de l'attribut position à la description et réciproquement, afin de connaître la valeur d'une entité géographique précise dans le premier cas, et localiser une valeur recherchée (positionnement d'un arbre, par exemple), dans le second.

La restitution de données est faite par des fichiers (*mapfiles*) qui constituent la base des cartes thématiques à élaborer. ATLAS-SIG permet de choisir au plus deux variables ce qui nécessite éventuellement des prétraitements si d'autres variables doivent être intégrées à la thématique recherchée.

## 4. Résultats

### 4.1. La photographie aérienne au 1/50 000 : pour une analyse cartographique des terroirs et positionner les parcs

L'interprétation des photographies aériennes au 1/50 000 a permis de dresser pour chaque terroir, une carte des unités morphologiques et de l'occupation du sol (Carte 1).

Les délimitations, et les surfaces calculées ont conduit à relativiser, à l'échelle du terroir, l'importance des parcs agroforestiers et, tout particulièrement celle des parcs à *Faidherbia albida*.

A Dossi, les surfaces cultivées couvrent à peine 13 % du terroir, composées de 10 à 11 % de parcs à karités (*Butyrospermum paradoxum*) et un peu plus de 2 % en deux parcs à faidherbias.

Le principal parc à *Faidherbia albida* apparaît bien circonscrit, centré sur le village entre l'axe nord-sud des collines birrimiennes à l'ouest et un plateau cuirassé à l'est, à la différence du moins étendu, quelques kilomètres plus au sud, en grande partie gagné par les jachères.

Sur près de 80 % du terroir, identifiés en savane arborée ou arbustive claire à très claire (avec quelques zones dénudées), on peut considérer que 50 % constituent des réserves foncières exploitables pour l'agriculture (en position de bas-glacis et à l'aval des croupes et buttes rocheuses ou cuirassées). Ces surfaces sont pour la plupart assimilables à des jachères plus ou moins longues qui défrichées constituent les parcs à karités.

Pour une analyse plus fine du parc à *Faidherbia albida*, le cliché étant de médiocre qualité, il n'a pas été possible de dénombrer les arbres du parc, ni d'apprécier différentes plages de densité.

A Watinoma, l'interprétation des photographies aériennes conduit à des résultats très différents quant à la place des parcs. Le taux d'occupation agraire atteint 55 % s'agissant là aussi, en quasi-totalité, de parcs agroforestiers, distribués en hauts de versants (15 %) et bas de versants et bas-fonds (40 %).

Les formations arborées ou arbustives couvrent environ un quart du terroir mais sur le terrain celles-ci apparaissent très dégradées et on peut considérer la plupart de ces terres comme marginales pour l'agriculture. Par ailleurs, les surfaces dénudées couvrent ici 15 % du terroir.

On peut estimer à 30 % du terroir la surface occupée par les parcs à faidherbias à Watinoma, s'agissant de parcs souvent très composites alors que la dominance de l'espèce n'est effective que sur 10 à 15 % de la surface du terroir. Ces parcs occupent principalement le bord des bas-fonds et l'espèce est absente de la partie ouest du terroir.

En définitive, la photographie aérienne au 1/50 000 permet au mieux de circonscrire les parcs à *Faidherbia albida*.





L'agrandissement de la photographie aérienne de Watinoma au 1/10 000 et les correspondances faites sur le terrain ont permis de préciser les contours des parcs à *Faidherbia albida*, parfois l'espèce par la forme caractéristique de son houppier et le dénombrement des plus petits arbres.

#### **4.2. L'image satellitaire de Dossi : un complément à l'analyse cartographique du terroir par photographie aérienne**

Le traitement numérique de l'image SPOT et son interprétation ont abouti à une image classée assortie d'une légende résultant en une carte d'occupation des sols du terroir.

Cette seconde interprétation du terroir, complétant celle acquise par photographie aérienne avec un décalage de 6 ans, révèle les points suivants (KILLIAN, 1993) :

- les surfaces en savanes arborées denses (incluant ici les galeries forestières) et arbustives dont font partie les jachères longues couvrent plus de 50 % de la surface du terroir). Le capital foncier reste très peu entamé à Dossi ;

- corollairement, les surfaces cultivées occupent peu d'espace mais il n'a pas été possible dans l'interprétation de les dissocier des jachères les plus récentes (herbeuses, non distinctes des cultures). L'ensemble couvre 11 à 12 % du terroir correspondant aux parcs à *Faidherbia albida* et à karité (*Butyrospermum paradoxum*), non différenciables ;

- de la même façon, on n'a pu distinguer quelques espaces récoltés (sans arbre) de l'espace des sols dénudés incluant le village, en terre, et les pistes. Le tout couvre près de 14 % du terroir ;

- en revanche, la surface en cuirasses et affleurements rocheux, mal appréhendée dans l'interprétation de la photographie aérienne a pu être précisée : elle couvre 21 % du terroir en surfaces pour la plupart incultes ;

- dans la mesure où une correspondance totale n'a pu être établie entre les unités d'utilisation des sols identifiées sur la photographie aérienne et l'image satellitaire, il est difficile d'apprécier la dynamique des cultures et des parcs agroforestiers entre 1982 et 1988. La juxtaposition des deux cartes tend à montrer une extension des surfaces cultivées surtout dans le sud-ouest du terroir. Ailleurs, s'agissant de cultures de brousse itinérantes, une modification de la distribution spatiale des cultures et jachères récentes est observable.

#### **4.3. La photographie aérienne basse altitude : l'adéquate échelle du parc**

Les clichés en couleur, tirés à l'échelle du 1/4 200 pour les deux terroirs, ont tout d'abord permis d'actualiser les interprétations des photographies aériennes de 1981 ou 1982 et par là d'évaluer la dynamique des peuplements étudiés, dans leur étendue et leur densité.

La haute résolution des clichés, associée à la couleur et à la faculté d'interpréter les scènes en stéréoscopie ont permis de dénombrer les plus petits arbres ou arbustes, sinon de les supposer et confirmer leur présence sur le terrain.

- Deux contraintes sont apparues pour identifier *Faidherbia albida* :
  - les plus petits individus mais aussi certains arbres émondés ou défeuillés apparaissaient mal au sein des cultures non récoltées les dominant parfois ;
  - bien que la quasi-totalité des faidherbias d'un parc soit dispersés et donc localisables, des regroupements existent. Il est alors très difficile de dénombrer les arbres et à plus forte raison les plus jeunes aux houppiers contigus. Le dénombrement ne peut être validé que sur le terrain.

La qualité de la couverture aérienne basse altitude a toutefois permis :

- de différencier les espèces : d'une part, entre *Faidherbia albida* au houppier irrégulier et vert tendre, et toutes les autres espèces, et, d'autre part, des espèces entre elles comme le manguier au houppier vert sombre et sphérique, différent de celui du néré (*Parkia biglobosa*), au feuillage plus aérien, moins régulier et d'un vert plus clair ;
- de tracer les chemins d'accès à travers le parcellaire indispensables au zonage de l'espace et aux suivis de terrain ;
- d'enregistrer un grand nombre de détails caractéristiques du milieu et de son aménagement : puits, cordons pierreux ou terrasses, variations topographiques, etc. ;
- de délimiter le parcellaire (au moins les plus grands blocs) et d'identifier certaines cultures. Les associations de cultures, fréquentes, n'ont pu être déterminées que sur le terrain avec l'aide des exploitants car au cours du temps écoulé entre la prise des clichés et le retour au terrain, beaucoup de récoltes avaient été faites.

Pour chaque parc étudié une esquisse cartographique a été levée. Toutes les espèces ont été codifiées et les individus enregistrés tant sur les cartes que sur les fichiers de bases de données constituées. Les mesures dendrométriques y ont été reportées et ont permis à ce stade là, dans la limite des parcs reconnue, d'évaluer globalement :

- la composition floristique en fonction des différents sites,
- la structure, la densité, les dimensions et la distribution des effectifs inventoriés.

Ce sont ainsi plus de 3 000 arbres à Dossi et près de 1 000 à Watinoma, qui ont été enregistrés.

A Dossi, grâce à cette première carte des parcs, on a pu très précisément, à l'arbre près, délimiter les unités morphopédologiques du parc.

#### **4.4. Levé du parcellaire : un complément indispensable à l'analyse des parcs**

Le microparcellaire est une caractéristique commune aux parcs à faidherbias. C'est aussi à son échelle que se différencient les aménagements et précisément les choix et contraintes des exploitants. Nombre, composition floristique, arrangement spatial et gestion des arbres en résultent pour beaucoup.

Si la photographie aérienne basse altitude a permis de « caler » le parcellaire des parcs et de délimiter les unités les plus grandes ou les plus visibles, elle ne pouvait révéler celles indifférenciables, par la taille ou par une même culture affectant un ensemble de parcelles aux limites indistinctes.

En conséquence, le parcellaire, s'appuyant sur les délimitations révélées par la photographie aérienne, a du être complété par un levé à la boussole et au double décamètre (Fig. 1).

Puis, les parcellaires, en plein de Watinoma et sur transects de Dossi, ont été reportés sur l'esquisse cartographique associant donc le levé des ligneux. Sur bases de données, les inventaires dendrométriques et d'aménagement des arbres ont été ordonnés selon le parcellaire pour lequel des données complémentaires ont été acquises auprès des exploitants : caractéristiques sociologiques, modes de culture et d'aménagement du sol, durées d'exploitation et cultures dont les associations ont été codifiées. Ces données ont été enregistrées pour trois saisons de cultures successives.

L'acquisition de données d'inventaire et d'enquêtes et les esquisses cartographiques réalisées aux échelles du terroir, du parc et du parcellaire ont alors, en dernière étape, été mises en relation sur SIG pour analyse et restitutions thématiques.

#### **4.5. Analyse sur SIG et restitutions thématiques**

L'analyse sur SIG a permis de calculer les surfaces parcellaires (près de 600) et celles d'unités de site auxquelles toutes les données agroforestières ont été intégrées afin d'obtenir des cartes descriptives et thématiques, parmi lesquelles :

##### **4.5.1. Densité de *Faidherbia albida* en fonction des unités morphopédologiques**

Les statistiques et la carte obtenues sur la distribution des densités de *Faidherbia albida*, à Dossi, en fonction des 8 unités morphopédologiques identifiées à Dossi font ressortir les points suivants (Carte 2) :

- l'étendue des sols bruns eutrophes. Ils couvrent les deux tiers de la superficie du parc sur une large amplitude topographique : des sols bruns eutrophes vertiques, les plus saturés en eau, aux sols bruns peu évolués, les moins profonds ;

- une corrélation étroite sur ces sols bruns eutrophes entre la densité en faidherbias et l'hydromorphie. En aval, les moins bien drainés (vertiques) portent les densités les plus faibles (3 faidherbias/ha) ; en amont, sur le versant ouest, totalement aménagé en terrasses, les densités sont 2 à 3 fois plus élevées ;

- en haut de versant, sur les sols les plus superficiels, les densités diffèrent en fonction de la nature du substrat et de l'aménagement des sols : à l'est, sur sols indurés et à cuirasse affleurante, les faidherbias s'éclaircissent (< 5 pieds/ha) ; à l'ouest, au sein des collines birrimiennes, le parc à *Faidherbia albida* constitue un parc « perché », aménagé sur des terrasses étroites et bien entretenues. Les densités en faidherbias dépassent 7 pieds/ha ;

- les densités les plus élevées (10 faidherbias/ha) et les plus régulières sont en bas du versant est qui domine de quelques mètres les sols hydromorphes de la dépression périphérique.

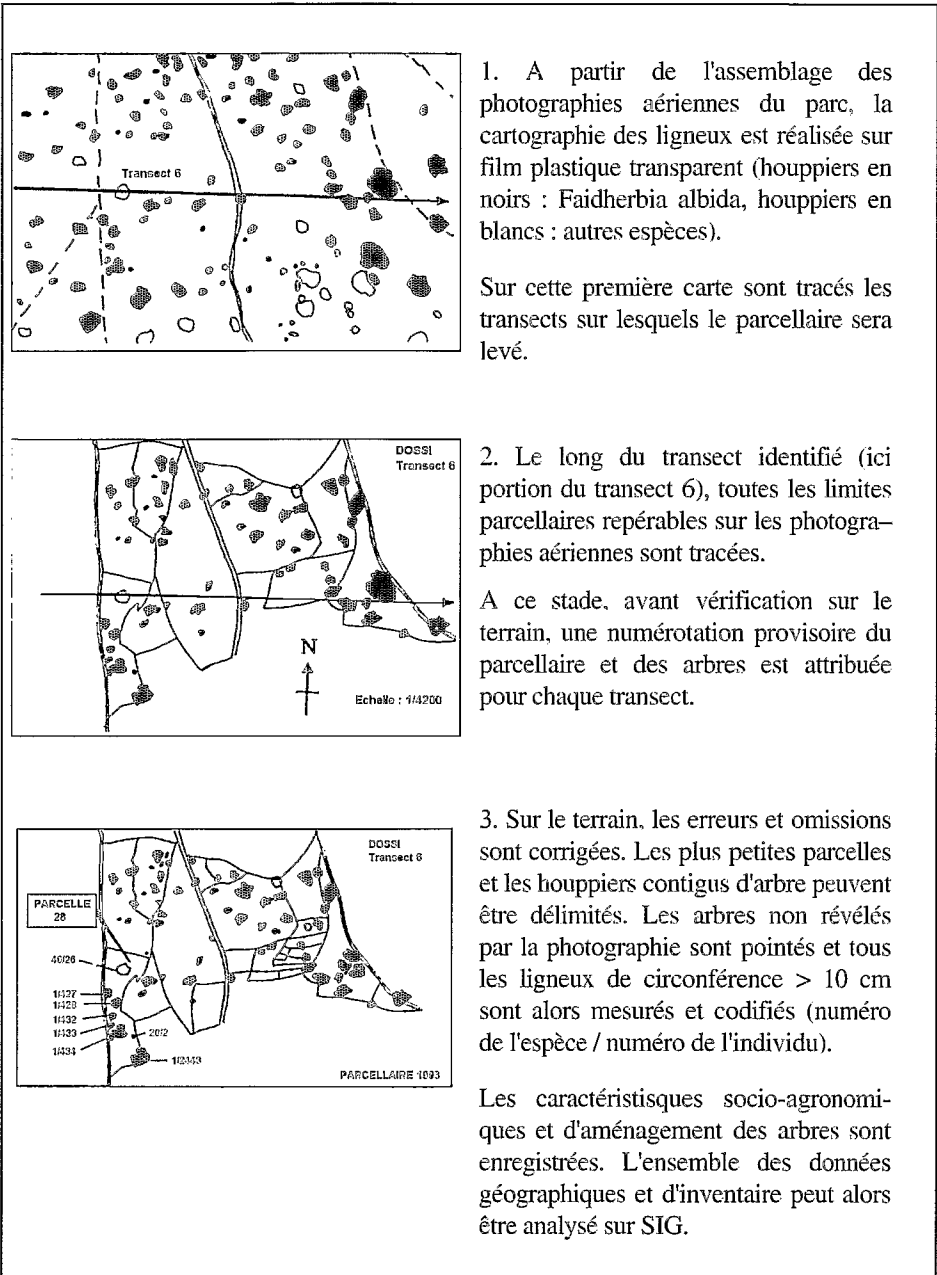
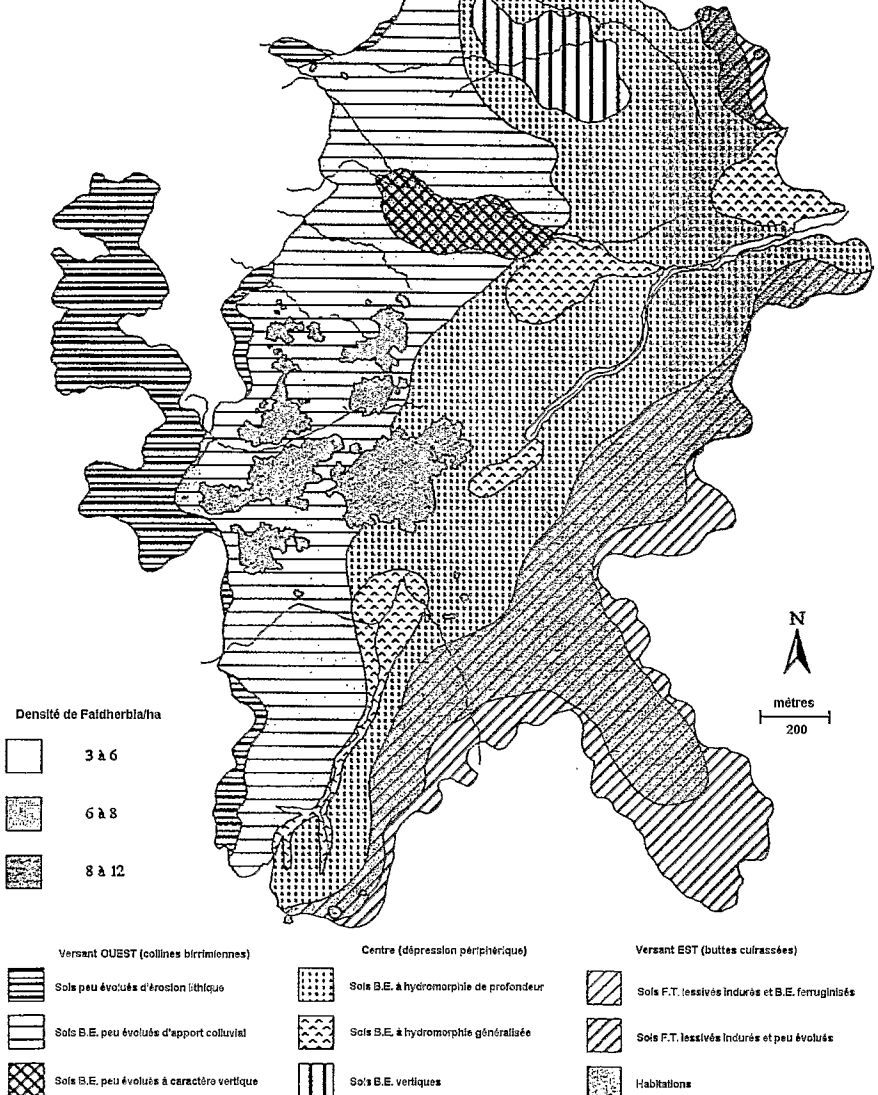


Figure 1. Etapes interprétatives de la photographie aérienne basse altitude appliquée au parc à *Faidherbia albida* de Dossi.

TERROIR VILLAGEOIS DE DOSSI

CARTE 2

DENSITE DE FAIDHERBIA ALBIDA  
SELON LES UNITES GEOMORPHOLOGIQUES



B.E. : Brune Eutrophes F.T. : Ferrugineux Tropicux

#### **4.5.2. Répartition des cultures des parcs dans l'espace et le temps**

La distribution des cultures d'un parc à l'autre et selon les sites montre :

- la dominance des céréales, pures ou associées entre elles, à Dossi (60 % à base de maïs et sorgho) et à Watinoma (46 % à base de sorgho et de mil) ;
- l'importance des associations céréales-légumineuses à Watinoma (45 % à base de niébé), qui dominent les sites de hauts de versants, les plus secs ;
- une répartition similaire des cultures à Dossi où les céréales occupent les sols les plus humifères et alimentés en eau dans la partie centrale du parc alors que les légumineuses, pures ou associées aux céréales, sont situées en périphérie sur les sols moins profonds et micux drainés des versants ;
- la très faible occurrence des jachères à Watinoma (2 à 3 % des surfaces) alors qu'à Dossi elles couvrent près de 20 %, pour la plupart en périphérie du parc (champ les plus éloignés et de moindre aptitude agronomique) ;
- la très petite dimension des parcelles, en moyenne un quart d'hectare à Watinoma comme à Dossi. A Watinoma, les plus petites sont les plus proches du village : 1 650 m<sup>2</sup> en champs de case, sur haut de versants contre 5 500 m<sup>2</sup> sur bas de versants, en champs de village. A Dossi, l'analyse parcellaire sur transects reflète la même situation : 1 600 m<sup>2</sup> pour les parcelles les plus proches du village (et souvent moins de 500 m<sup>2</sup> pour les champs de tabac et de légumes) pour près du double en périphérie.

L'évolution des surfaces cultivées de 1992 à 1994 à Dossi, révèle :

- une très grande stabilité du parcellaire, quasi-inchangé en 3 ans ;
- une très faible pratique des rotations culturales : les mêmes céréales se succèdent sur la plupart des surfaces et l'association à des légumineuses reste très localisée et faible (4 à 14 %).

#### **4.5.3. Répartition du parcellaire par sexe et par lignage à Dossi**

L'analyse fait ressortir l'inégale répartition du parcellaire par sexe : 86 % des parcelles sont exploitées par les hommes ou mentionnées comme tel bien que les femmes soient généralement associées à cette exploitation.

En fait, les 14 % de parcelles exploitées par les femmes correspondent à des champs individuels. Ceux-ci ont une très petite surface, en moyenne 1 000 m<sup>2</sup>, soit 2 à 3 fois moins que les champs exploités par les hommes.

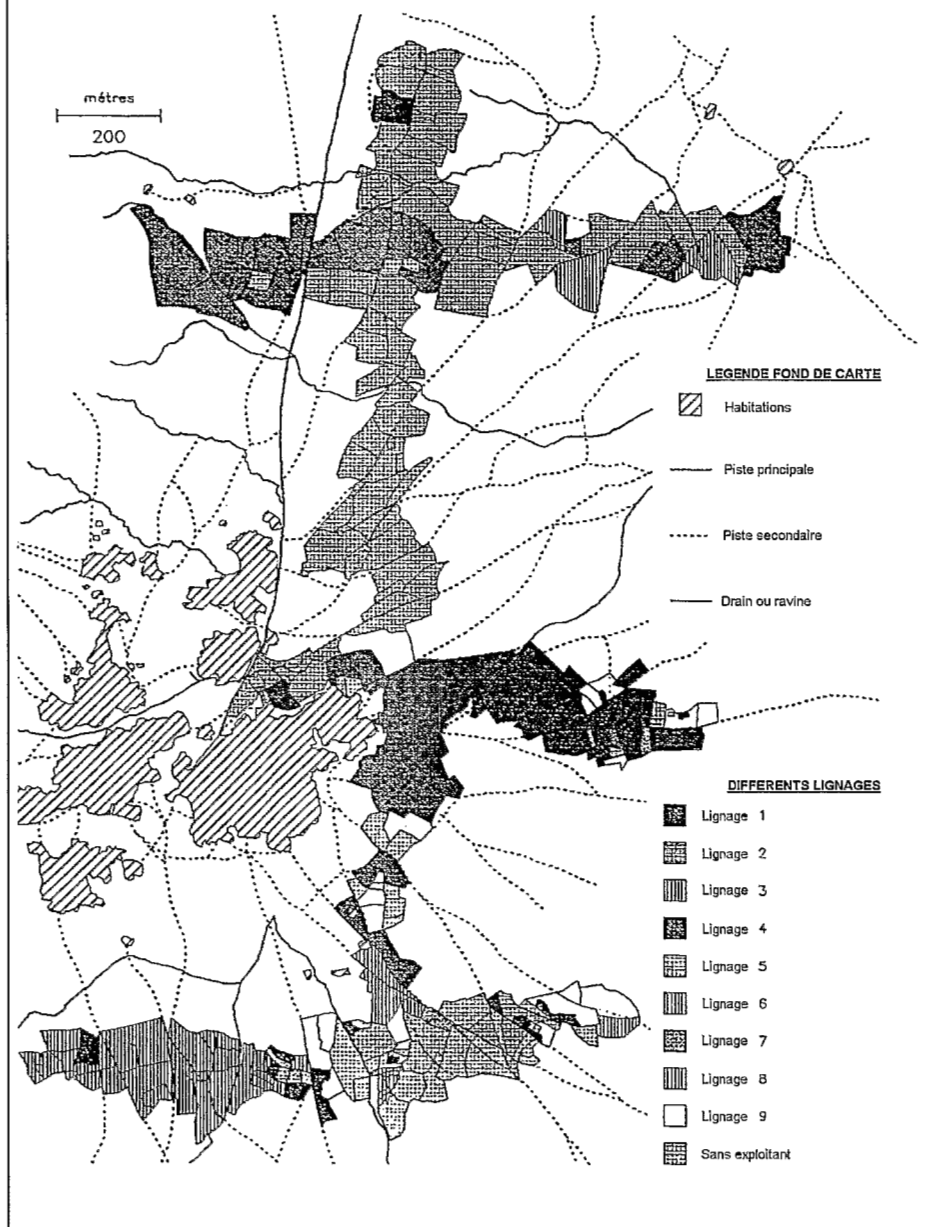
Ces champs sont situés pour la plupart en périphérie du parc sur ses versants et sont surtout cultivés en arachide et pois de terre.

La distribution spatiale du parcellaire en fonction des lignages et familles alliées de Dossi montre que l'allocation foncière du parc ne doit rien au hasard (Carte 3).

Près de la moitié du parcellaire est exploité par deux lignages : les Kobié qui occupent la partie centre-nord du parc et les Lowa et alliés, au centre-est, deux lignages démographiquement les plus importants et de vieille installation à Dossi.

CARTE 3

TRANSECTS DOSSI 1993  
REPARTITION DES PARCELLES SELON LES DIFFERENTS LIGNAGES



REPARTITION DU FAIDHERBIA ALBIDA





#### 4.5.4. Répartition spatiale de *Faidherbia albida* à Watinoma

La répartition de tous les ligneux de circonférences > 10 cm sur les parcs de haut et de bas de versant à Watinoma relativise l'importance du *Faidherbia* et montre ses variations d'un site à l'autre et d'une parcelle à l'autre.

A la différence de Dossi, les parcs de Watinoma apparaissent très hétérogènes : populations ligneuses composites, distributions spatiales irrégulières et dominance très localisée de *Faidherbia albida*.

Sur haut de versant (parc 1, Carte 4), l'arrangement spatial des ligneux suit deux modes : le parc proprement dit, composé d'arbres et parfois d'arbustes plus ou moins régulièrement dispersés et l'alignement d'arbustes, et parfois d'arbres, en délimitation parcellaire (8 à 9 *faidherbias/ha* et 47 pieds/ha toutes espèces confondues).

Sur bas de versant (parc 3), on retrouve certains ligneux en limite parcellaire et l'irrégulière répartition de *Faidherbia albida* qui représente moins de 20 % de l'effectif total, pour une densité de 2 à 3 pieds/ha.

Plus que l'effet du site, le nombre et la répartition des *faidherbias* résultent du choix des exploitants à conserver l'espèce qui sur certaines parcelles a des densités de 30 à 40 pieds/ha.

## Conclusion

Les différents outils utilisés pour cartographier et caractériser les parcs à *Faidherbia albida* de Dossi et de Watinoma sont apparus complémentaires. On a ainsi pu relativiser la place de ces parcs aux échelles terroir, parc et parcelle.

Cependant les limitations suivantes ont été relevées :

- en photographie aérienne, l'échelle du 1/50 000 pour une analyse fine des parcs, est inappropriée. L'agrandissement n'apporte guère plus d'informations. De plus, la médiocre qualité de certains clichés et le fait qu'ils soient datés rend difficile l'interprétation des parcs ;

- l'image satellitaire n'a pas apporté de précisions supplémentaires quant à la délimitation et au contenu des parcs à *Faidherbia albida*. L'image traitée n'a pas permis de différencier ces parcs des parcs à karité et, dans une certaine mesure, les jachères récentes. Il est possible qu'un cliché pris à une période de l'année plus appropriée en termes de phénologie de l'espèce permettrait de la différencier des autres espèces ;

- la photographie aérienne en couleur, et à basse altitude, a été réalisée à une échelle qui devait permettre d'identifier et de compter tout « événement » agroforestier (arbres, parcellaire, cultures, chemins, etc.). Si le tirage au 1/4 200 s'avère approprié pour cela, par contre la date de prise de vue pose un problème d'interprétation : en saison de végétation des cultures, les *faidherbias* défeuillés sont médiocrement visibles ; en début de saison sèche les *faidherbias* se refeuillent mais les cultures sont récoltées ou en voie de l'être, mal différenciées.

Les relevés de terrain restent indispensables pour identifier les autres espèces et délimiter le microparcellaire qui caractérise ces parcs.

Le Système d'Informations Géographiques (SIG) tel qu'il a été appliqué à la cartographie des parcs et à leur restitution descriptive ou thématique nécessite un temps considérable de travail. Le seul pointage des quelques 4 000 arbres, avec codification des espèces et des individus, nécessite au préalable le levé de fonds de carte et la constitution de fichiers de données complets et correspondant.

L'outil SIG n'avait d'application pour notre étude que par l'interprétation d'une image précise, la photographie au 1/4 200.

Les premières cartes obtenues ici présentées, montrent l'intérêt du SIG pour caractériser des parcs agroforestiers. Leur diversité et complexité résultent de multiples facteurs qu'une cartographie ordinaire restituerait difficilement en raison de la masse de données brutes à traiter, de celles issues de la combinaison de facteurs et de l'analyse multifactorielle qui en résulte.

Sur ce dernier point, le SIG apparaît particulièrement performant et adéquat pour suivre l'évolution dans le temps de ces parcs agroforestiers et véritablement suivre la dynamique de *Faidherbia albida*.

## Bibliographie

- DEPOMMIER D., JANODET E., OLIVER R. (1992). « *Faidherbia* parks and their influence on soils and crops at Watinoma, Burkina Faso », In « *Faidherbia* in the West african semi-arid tropics », Proc. of a workshop, Niamey, 22-26 Apr., 1991 : 111-115.
- DEPOMMIER D., NOUVELLET Y. (1992). Rapport annuel d'activités 1991-1992. IRBET/CIRAD-Forêt, Ouagadougou 132 p. + annexes.
- DEPOMMIER D. (1993). « Production fruitière et devenir des semences de *Faidherbia albida*. La part des insectes spermatophages et du bétail dans la régénération de l'espèce sur le parc de Watinoma, Burkina Faso », Com. faite au Symp. Inter. ICRAF/IRBET/CILSS/LTC sur les « Parcs agroforestiers des zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest », 25-27 oct. 93, 20 p.
- DEPOMMIER D., DETIENNE P. (1995). « Croissance et détermination de l'âge de *Faidherbia albida* des parcs de Dossi et de Watinoma. Burkina Faso », 19 p. (à paraître dans les Cah. Scient. du CIRAD-Forêt).
- KILLIAN A. (1993). « Analyse des parcs arborés dans le terroir de Dossi, à l'aide de données satellitaires », Rapport stage ISTOM, INERA, Ouagadougou. 47 p.
- OUEDRAOGO S. (1994). *Dynamique et fonctionnement des parcs agroforestiers traditionnels du Plateau central burkinabé. Influence des facteurs biophysiques et anthropiques sur la composante arborée*. Thèse Paris 6, 222 p.