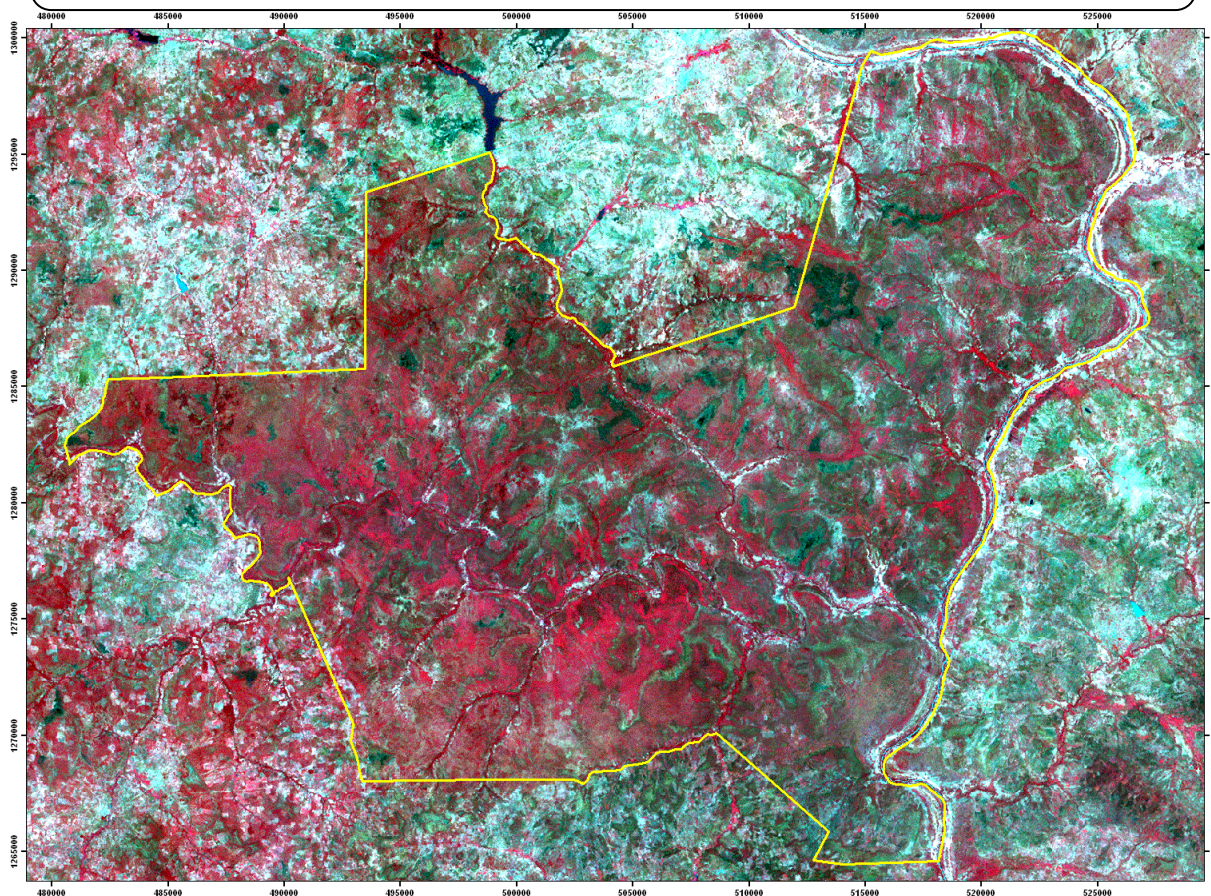


Mémoire
Pour l'obtention du Diplôme de Master Spécialisé
en Gestion des Aires Protégées (GAP)

Thème

Cartographie du milieu biophysique du Parc National des Deux Balé,
Provinces des Balé et de Tuy - Burkina Faso



Directeur de Mémoire :
Dr. Moumouni OUEDRAOGO

Présenté par :
Esso-Wazina COZI ADOM

Maître de stage :
M. Pierre KAFANDO

Ouagadougou, septembre 2009

Dédicace

A

Ta mémoire feu ma douce et tendre grand-mère Maman MAMOTOU !

Sans toi, ce travail n'aurait point vu le jour. Tu as été la première à croire ; et tu l'as soutenu de toutes tes forces, tu l'as nourri à chaque fois de tes sages conseils, tu l'as béni d'une divine espérance.

Tu avais foi en son succès et ton enthousiasme brûlait comme un feu rayonnant. En te quittant pour cette formation, tu ne cessais de me le répéter : « Mon fiston seul le travail, le travail bien fait libère ; le reste n'est que vanité de l'espèce humaine. »

Tu attendais avec foi et ferveur ce jour de sa finition et de sa soutenance ; tu croyais en ce jour et en toutes ses liesses de joie. Et voici, tu t'es éteinte et tu as disparu au moment où on l'attendait le moins.

Mais, si mes regards ne peuvent plus t'atteindre, mes oreilles t'entendre et écouter tes milliers de sages conseils, ma boucher te parler, et mes mains t'embrasser, je te sais plus vivante que jamais !

Alors, si quelque chose de moi devait survivre parmi mes frères, dans ce monde des illusions et des réalités éphémères où tout ne fait que passer sans jamais revenir, je voudrais que ce soit ce mémoire, témoignage d'une foi conquise et partagée ; et pour dire à tes arrières petits fils que la fondation est posée, le mûr reste à élever.

Je te dédie donc ce mémoire, Maman, afin qu'il propage ton amour et prolonge tant soit peu ta vie...

Remerciements

D'abord, nous tenons à rendre hommage à **l'UICN et ses Partenaires** en particulier le **FFEM** pour la concrétisation de ce projet de formation des cadres africains spécialistes des problèmes de gestion des aires protégées par le biais de **2iE** qui a voulu bien l'accepter.

Nous nous empressons, ensuite, de remercier très sincèrement les Professeurs internes et/ou externes à l'institut qui ont consenti dans un amour profond à nous donner une formation appréciable en dépit de leurs nombreuses sollicitudes. Nous quittons le 2iE en gardant à l'esprit la qualité de l'enseignement, la rigueur et le dévouement dans le travail qu'ils nous ont légués.

Nos remerciements vont également au Directeur Général de l'OFINAP et à tout son personnel qui n'a ménagé aucun effort pour nous faciliter ce travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude au Docteur Ouédraogo M. qui, malgré ses nombreuses occupations, a bien voulu accepter de diriger ce travail. Nous formulons le vœu que ce travail puisse mériter la confiance qu'il a voulu placer en nous, et répondre à son sens et amour du travail bien fait.

Egalement, nos remerciements vont à Monsieur Pierre KAFANDO, notre encadreur technique pour sa lucidité, ses qualités d'analyse et son sens de travail bien fait. Qu'il trouve ici toute notre gratitude.

Enfin, notre formation et recherche n'auront pas été possibles sans le concours de certaines personnes dont nous tenons à exprimer nos vifs remerciements en l'occurrence :

- El-Hadj OURO-DJERI Essowê, Directeur de Cabinet du MERF, et M. SAMA Boundjouw, Directeur des Eaux et Forêts, qui ont facilité notre formation ;
- MM. KOURKOU Gbati ; AKIBODE A. Nelson ; KOMBATE J. ; DOUTI P. Félix ; ANKOU V. ; et BAGNADI pour leur soutien et assistance multiformes ;
- MM. YAOU A., et HEMOU C. pour leur hospitalité ;
- Et MM. Hugues A. ; ATSRI ; BAYALA et ADOUABOU pour leur appui technique.

Nous ne saurons terminer cette page sans dire merci à mademoiselle SIMPORE Edith, à la famille COZI en particulier COZI A. Biyaou, aux familles WAGBE, NANWOUN, LANTAM, KOURKOU, et à nos compagnons de lutte : A. ISSIFOU, Alain Charles

KAKUNZE, Modou S. SARR et Anne-Sophie qui nous ont nourri chacun en ce qui le concerne, d'utiles conseils.

Résumé

La présente étude s'inscrit dans le contexte général de formation des cadres de gestion des aires protégées en Afrique Centrale et de l'Ouest du projet PAPACO de l'UICN, d'une part, et dans le cadre global des études devant conduire à l'élaboration du plan d'aménagement du PNDB au Burkina Faso, d'autre part. Spécifiquement, elle a pour objet d'apprécier la composante biophysique du parc par une analyse cartographique à partir d'une image Landsat TM de 2002.

Au plan méthodologique, après qu'un état des lieux ait été fait sur les différentes études antérieures sur la zone d'étude, l'on a procédé à une analyse exploratoire de l'image Landsat TM (traitement préliminaire, classification et analyse de l'image, filtrage et vectorisation) à l'aide des logiciels des SIG et Télédétection pour déterminer les différentes composantes du milieu susceptibles de favoriser la réalisation de la cartographie actualisée de l'occupation des terres du parc.

Ainsi, les résultats de l'analyse révèlent que l'habitat faunique est très peu altéré par les activités agro pastorales qui s'y déroulent ces dernières années. En effet, les principales unités de végétation identifiées sur l'ensemble du parc à savoir les savanes (arborées, arbustives et herbeuses) et les forêts et galeries forestières, restent encore intactes. Cependant, de ce travail, il est ressorti que les limites du parc et partant ses ressources sont menacées par les activités anthropiques de la périphérie du fait de l'inexistence de la zone tampon.

Tenant compte de ces résultats et pour une gestion efficace de l'aire, des recommandations ont été faites. Celles-ci vont dans le sens de réalisation d'un plan d'aménagement du parc en commençant par la sensibilisation et une communication active avec les riverains, et à la précision du statut du parc.

Abstract

This study in first part, subscribe with the main goal of protected area managing in Central and West Africa PAPACO project supported by UICN. In the second part, it includes the global studies giving management plan of natural PNDB area in Burkina Faso. Specifically, his regard subject's the biophysical map analysis of the 2002 year Landsat TM.

The methodology plan had inventoried and used the results of various previous area studies. We proceeded also an exploratory technical analysis of Landsat TM (preliminary processing, classification and analysis of image, filtering and vectorization) using GIS software to get different components of the area which can easily allow achieve mapping in update of land cover in the park.

Results of that analysis show that wildlife habitat is not so degraded these last years by the cropping and breeding activities. Indeed, the main vegetation units identified throughout the park such as the savannas areas (tree, shrub and grasslands), forests and gallery forests are still intact. However, from this work, it emerged that park resources are threatened by human activities in the periphery because of buffer zone's absence.

To prevent the PNDB Park that study recommends to achieve the management plan which is starts with local residents' awareness, active communication and his status accurate.

Table des matières

Dédicace	i
Remerciements	ii
Résumé	iii
Liste des Figures	viii
Liste des Tableaux	viii
Sigles et abréviations utilisés dans le document	ix
Introduction	1
I- Présentation générale de la structure d'accueil et du milieu d'étude	4
1-1- Structure d'accueil	5
1-2- Localisation et historique du parc.....	7
1-2-1- Localisation	7
1-2-2- Historique du parc	7
1-3- Le milieu naturel.....	9
1-3-1- Topographie et relief du parc.....	9
1-3-2- L'hydrologie.....	10
1-3-3- La géomorphologie et géologie	12
1-3-4- Les sols.....	14
1-3-5- Le climat	16
1-3-6- La faune et la végétation.....	16
1-4- Le milieu humain	18
1-4-1- Histoire du peuplement et les grands groupes sociaux	18
1-4-2- Les activités socio-économiques.....	19
II- Cadre conceptuel et méthodologique.....	21
2- 1- Cadre conceptuel	22
2-1-1- Problématique.....	22
2-1-2- Hypothèses de travail	23
2-1-3- Objectifs	23
2-1-4- Intérêt scientifique du sujet.....	24
2-2-Travaux antérieurs	24

2-2-1- <i>La cartographie et occupation des terres</i>	24
2-2- 3- <i>Cartographie, Télédétection et potentialités écologiques du parc</i>	25
2-3- <i>Méthodologie de la recherche</i>	25
2-3-1- <i>Définition des concepts</i>	25
2-3-2- <i>Collecte des données</i>	26
2-3-3- <i>Traitement des données de télédétection</i>	27
2-3-4- <i>Enquêtes phytosociologiques</i>	31
2-3-5- <i>Cartographie et réalité du terrain</i>	32
2-3-6- <i>Matériel de collecte des données sur le terrain</i>	33
2-3-7- <i>Matériel de traitement des données</i>	33
2-4- <i>Difficultés rencontrées</i>	33
2-4-1- <i>Collecte des données existantes</i>	34
2-4-2- <i>Déplacement sur le terrain</i>	34
2-4-3- <i>Traitement des données</i>	34
III- <i>Synthèse des résultats</i>	35
3-1- <i>Résultats globaux</i>	36
3-1-1- <i>les principales unités de végétation</i>	36
3-1-2- <i>Le spectre des types biologique</i>	37
3-3 <i>La typologie des savanes</i>	38
3-3-1- <i>La savane herbeuse</i>	39
3-3-2- <i>La savane arbustive</i>	39
3-3-3- <i>La savane arborée</i>	40
3-3-4- <i>Les jachères</i>	40
3-4- <i>Les forêts et galeries forestières</i>	41
3-4-1- <i>Les galeries forestières</i>	41
3-4-2- <i>Les forêts denses sèches</i>	41
3-4-3- <i>Les forêts claires</i>	42
3-5- <i>Essai de calcul de la régénération naturelle</i>	42
IV- <i>Discussion</i>	45
4-1- <i>Gestion des limites du parc</i>	46
4-2- <i>L'occupation des terres</i>	47
4-2-1- <i>L'aire réellement affectée par les activités agropastorales</i>	47

<i>4-2-2-Les formes d'accès aux ressources du parc</i>	48
<i>4-2-3-Equipements et infrastructures touristiques</i>	49
<i>4-2-4-Les points d'eau et salines</i>	50
4-3- Les unités écologique et l'habitat faunique	51
V- Orientations d'aménagement et recommandations	54
5-1-Orientations d'aménagement	55
5-2- Recommandations	56
Conclusion	57
Références bibliographiques	59
Articles et publications	60
Pages web	62
Autres	62
Annexes	63

Liste des Figures

TABLE DES MATIERES	V
FIGURE 1: LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE	3
FIGURE 2: ORGANIGRAMME DE L'OFINAP	6
FIGURE 3: SITUATION ADMINISTRATIVE DU PARC NATIONAL DES DEUX BALE	9
FIGURE 4: TOPOGRAPHIE ET LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE DES PARC NATIONAL DES DEUX BALE	11
FIGURE 5: LA GEOLOGIE DU PARC NATIONAL DES DEUX BALE	13
FIGURE 6: LES SOLS DU PARC NATIONAL DES DEUX BALE	15
FIGURE 7 : SIGNATURE SPECTRALES DE LA VEGETATION ET DE L'EAU	29
FIGURE 8 : RESULTATS DE LA CLASSIFICATION SUPERVISEE	37
FIGURE 9 : SPECTRE DES TYPES BIOLOGIQUES	37
FIGURE 10 : ANALYSE DE LA REGENERATION NATURELLE	44
FIGURE 11: OCCUPATION DES TERRES DU PNDB EN 2009	48
FIGURE 12 : PISTES DU PARC NATIONAL DES DEUX BALE	50
FIGURE 13 : OCCUPATION DES TERRES AUTOUR DU PARC EN 2002	53

Liste des Tableaux

TABLEAU I: LIMITES ADMINISTRATIVES DU PARC NATIONAL DES DEUX BALE -----	7
TABLEAU II: EVOLUTION DE LA POPULATION DES PROVINCES RIVERAINES DU PNDB SELON LE RGPH DE 1996 ET DE 2006 -----	19
TABLEAU III : CARACTERISTIQUES SPECTRALES ET DOMAINE D'APPLICATION EN BANDE TM DES IMAGES LANDSAT -----	28
TABLEAU IV : OCCUPATION DE LA TERRE DANS LE PARC ISSUE DE LA CLASSIFICATION -----	36

Sigles et abréviations utilisés dans le document

2iE : Institut International de l'Ingénierie de l'Eau de l'Environnement

APRESS- Faso :

AP : Aire Protégée

BIG : Bulletin de l'Information Géographique appliquée aux activités de recherche-développement

ESRI: Environmental Systems Research Institute (Institut de Recherche en Environnement)

GPS : Global Positionning System (Système de Projection Géographique)

FFEM : Fonds Français pour l'Environnement Mondial

INSD : Institut National des Statistiques et de la Démographie

MAB : Man And the Biosphere

MECV : Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie

MERF : Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières

OFINAP : Office National des Aires Protégées

PACO : Programme Afrique Centrale et de l'Ouest

PAPACO : Programme Aires Protégées de l'Afrique Centrale et de l'Ouest

PNDB : Parc National des Deux Balé

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

SIG : Système d'Information Géographique

SPOT : Système Pour l'Observation de la Terre

TM : Thematic Mapper

UCF : Unité de Conservation de la Faune

UGAP : Unité de Gestion de l'Aire Protégée

UGPNDB ; Unité de Gestion du Parc National des Deux Balé

UICN : Union International pour la Conservation de la Nature

UNESCO : Organisation des Nations-Unies pour l'Education, la Science et la Culture

Introduction

Les parcs nationaux sont importants pour la sauvegarde du patrimoine d'un pays, pour la conservation des ressources génétiques, et pour des raisons scientifiques, esthétiques, récréatives et éducatives. Ainsi, le Congrès Mondial des Parcs Nationaux de Bali (Indonésie) en 1982, a insisté sur leur création avant l'envahissement total des espaces vacants par l'activité humaine.

En effet, l'exploitation rationnelle des ressources naturelles devient une préoccupation majeure à l'échelle du continent africain. Alors, il faut trouver le juste équilibre entre les préoccupations de survie des populations à la base et la nécessité de conservation et de préservation des ressources par les administrations. De là naît le besoin de convenir sur les différentes zones d'une aire protégée. Le Burkina Faso a compris tôt cette nécessité et se donne les moyens et les outils adéquats pour protéger son environnement et sa faune. Plusieurs instruments juridiques et institutionnels ont été mis en place afin d'optimiser la gestion du domaine public de l'état.

Ainsi, la création du PNDB (**Figure 1**) vient de ce souci de disposer d'un complexe écologique soumis à une réglementation commune par la fusion de deux forêts classées dans les provinces des Bale et de Tuy. Pour atteindre cet objectif, un plan d'aménagement s'avère indispensable afin de distinguer des zones choisies comme inviolables et des zones de planification et d'occupation contrôlée.

La réalisation et la mise en place d'un tel plan d'aménagement du parc passent par une étude devant permettre la collecte des informations géographiques (caractéristiques du milieu physique, cartographie de l'espace protégé etc.) ; écologiques (évaluation du potentiel de la faune et flore) ; socio économiques du milieu (démographie, organisation sociale et administrative, cadre législatif et juridique, les activités économiques etc.).

Le présent travail de recherche est l'étape cartographique de l'étude. Il s'inscrit dans l'ensemble des travaux devant conduire à la réalisation du plan d'aménagement des Deux Balé. Il s'articule autour de l'analyse des points fondamentaux suivants: la présentation générale du milieu d'étude, l'exposé du cadre conceptuel et méthodologie, la synthèse des résultats, la discussion, orientations et recommandations, enfin une conclusion.

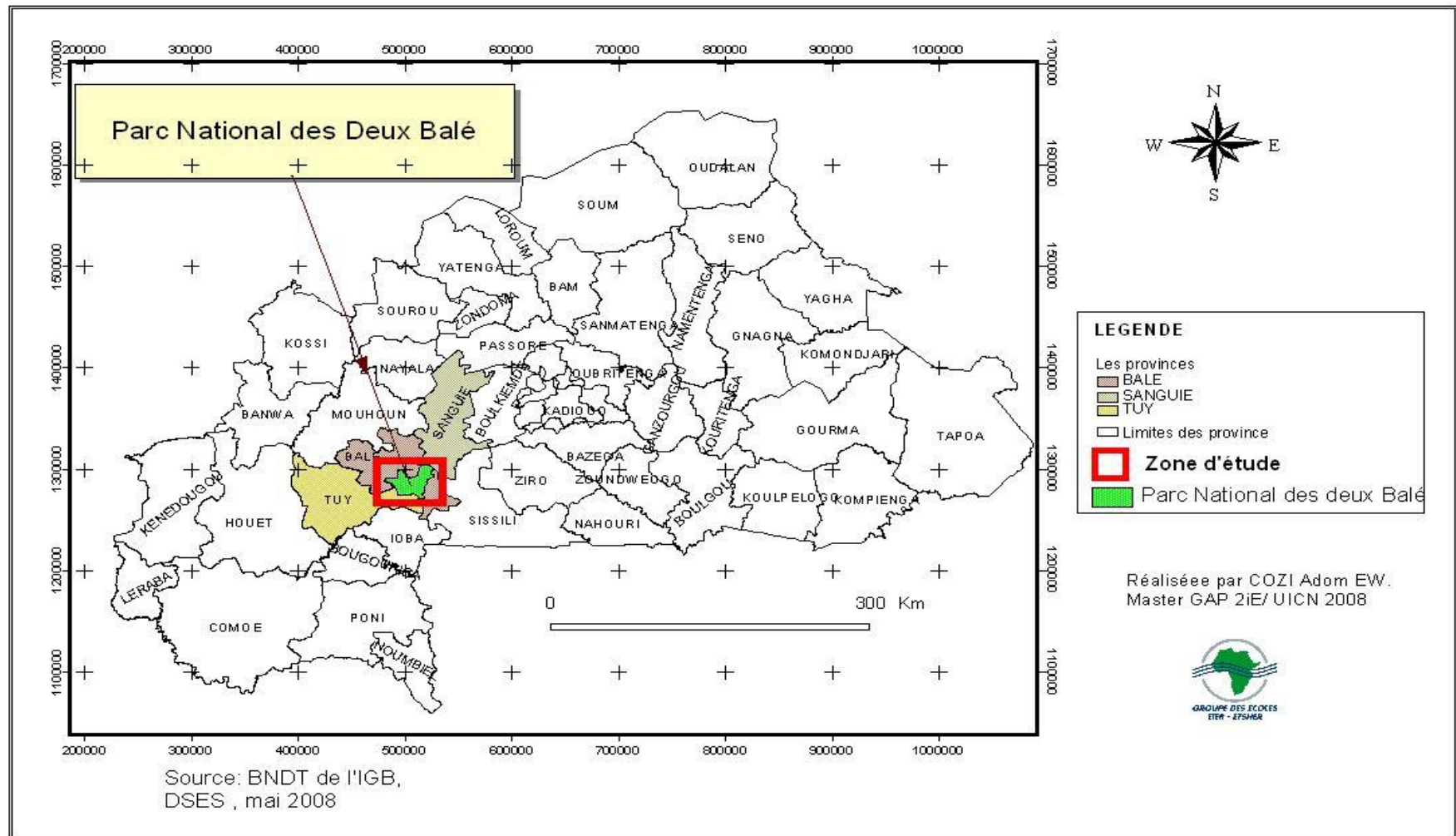


Figure 1: Localisation de la zone d'étude

I- Présentation générale de la structure d'accueil et du milieu d'étude

Il s'agit dans cette partie de faire un aperçu sur la structure au sein de laquelle cette recherche a lieu en l'occurrence sur sa création, ses objectifs, ses attributions et son organisation. Egalement, il sera question de présenter la géographie de la zone d'étude à savoir la localisation, l'historique, et le milieu naturel, biologique et humain.

1-1- Structure d'accueil

Notre structure d'accueil est l'OFINAP (Office National des Aires Protégées du Burkina Faso). Créé par le décret n°2008-171/PRES/PM/MEF/MECV/MAHRH du 16 avril 2008, l'OFINAP se veut une structure publique de coordination de l'action gouvernementale en matière de la gestion des aires protégées. Ainsi, placée sous la tutelle technique du Ministère en charge des aires protégées, les objectifs fondamentaux de l'office sont:

- Assurer la gestion durable des forêts (qu'elles soient étatiques ou des collectivités territoriales) ;
- Développer le partenariat multipartite (Etat, Secteur privé, Collectivités territoriales, Société Civile), et renforcer la gestion participative des ressources naturelles et fauniques ;
- Promouvoir les activités génératrices de revenus pour lutter efficacement contre la pauvreté à partir de la gestion durable des ressources naturelles et fauniques ;
- Enfin mettre en place le système de financement durable des aires protégées.

Les motivations de création de l'OFINAP connotent donc la nécessité d'une gestion efficace et durable des ressources naturelles, et de la conciliation des aires protégées avec les milieux qui les environnent. C'est pourquoi, il est doté d'une administration conséquente.

En effet, l'OFINAP est administré par un Conseil d'Administration (CA) de neuf membres représentant les ministères impliqués dans la gestion des ressources naturelles notamment les ministères de l'environnement, des finances, de l'administration territoriale, du tourisme, des ressources animales, de l'agriculture, et de la recherche scientifique. Ce conseil veille à la régularité et à la moralité de la gestion de l'office.

L'OFINAP est dirigé par un Directeur Général (DG) qui détient les pouvoirs les plus étendus pour agir au nom du CA. Il est assisté dans ses tâches par un Coordonnateur Technique ou de Directeurs Techniques, et au niveau déconcentré de Chefs d'Unité de Gestion ou de Cellules

Techniques qui sont au rang de chef de service. En outre, la comptabilité de l'office est assurée par un agent comptable avec rang de Directeur (**Figure 2**).

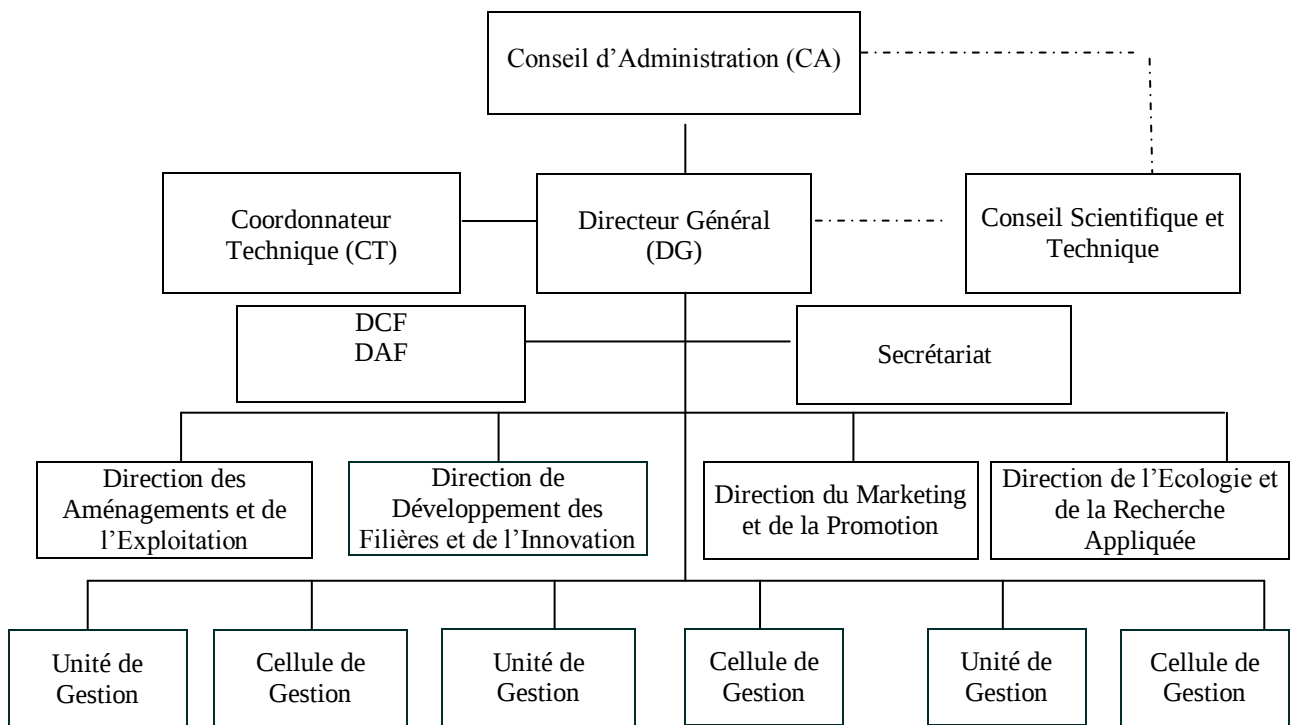


Figure 2: Organigramme de l'OFINAP

L'Unité de Gestion du Parc National des Deux Balé (UGPNDB) est évidemment organisée suivant un schéma type de l'OFINAP. Elle a pour mission fondamentale la réhabilitation et la gestion efficace du PNDB. A sa tête, il y a un Chef d'Unité qui représente l'administration de l'office. Il est assisté d'un agent comptable chargé de la comptabilité. Egalement, il a à sa disposition un secrétariat, une équipe de Lutte Anti-Braconnage (LAB), un chauffeur-coursier et un gardien. L'UGPNDB dispose comme équipements et matériels de travail : un bâtiment qui abrite le bureau, un véhicule, sept vélos, quatre GPS, deux ordinateurs (un de bureau et un portable), des armes et munitions.

Bref, l'UGPNDB dispose de moyens nécessaires pour atteindre les objectifs qui lui sont assignés. Toutefois ces moyens restent encore dérisoires au regard de l'intensité de la pression anthropique qui s'exerce sur le parc.

1-2- Localisation et historique du parc

1-2-1- Localisation

En degré géographique, le PNDB s'étend entre 11°25' et 11°36' de latitude Nord et entre 2°45' et 3°12' de longitude Ouest (**Figure 3**). Il couvre une superficie de 80 600 hectares. Cette superficie résulte de la fusion des forêts classées des Deux Balé (56 600 ha) et de Dibon (24 000 ha) et ce, après plusieurs délimitations pour satisfaire les besoins des populations riveraines.

Le PNDB se situe dans la région du Boucle de Mouhoun (**Tableau I**). Il se partage entre les provinces des Deux Balé et de Tuy. Le parc est compris entre les Départements de Boromo, de Bagassi et de Zawara au Nord, de Koti au Sud, de Poura et de Fara à l'Est où le fleuve constitue sa limite naturelle, et de Pa et Fouzan à l'Ouest. Cette situation n'est pas sans difficulté sur la gestion du parc. En effet, quand bien même qu'il existe des politiques régionales communes, chaque département élabore son plan communal de développement. Il n'en demeure pas moins que les priorités au niveau des périphéries ne soient pas divergentes. En outre, la forêt classée de Dibon entièrement située dans la province de Tuy (région des Hauts Bassins) est sous la surveillance des agents forestiers relevant de la Direction des Eaux et Forêts.

Tableau I: Limites administratives du Parc National des Deux Balé

	Départements	Provinces	Région
Est	Fara	Balé	Boucle du Mouhoun
	Poura	Balé	Boucle du Mouhoun
Ouest	Fouzan	Tuy	Hauts Bassins
	Pa	Balé	Boucle du Mouhoun
Nord	Bagassi	Balé	Boucle du Mouhoun
	Boromo	Balé	Boucle du Mouhoun
	Zawara	Sanguié	Centre-Ouest
Sud	Koti	Tuy	Hauts Bassins

Source : Travaux de terrain, mai -juin 2009

1-2-2- Historique du parc

Comme un peu partout en Afrique subsaharienne, l'histoire de la création des aires protégées ne peut pas être dissociée de celle de la colonisation. En effet, les premières aires protégées ont été créées par les colonisateurs comme des 'Parcs refuges'.

Au Burkina Faso, cette histoire a commencé sous la colonisation française en 1926 avec la création de cinq parcs couvrant une superficie de 7 577 km², qui seront transformées en forêts classées entre 1936 et 1937 (Berlin, 2002). Dans les années 1950, d'autres territoires seront classés pour agrandir ces surfaces protégées. Après l'indépendance du pays, certaines forêts seront aménagées en parcs nationaux mais sans véritable statut légal. C'est le cas de la forêt classée des Deux Balé et de celle de Dibon. En effet, les Deux Balé sont créées par Arrêté n° 1639 S.E. du 19 juin 1937 pour une superficie de 115 000 hectares et celle de Dibon (24000 hectares) créée par Arrêté n° 4637 S.E. du 24 juin 1954.

Mais très tôt avec l'augmentation de la population riveraine, autour et à l'intérieur de la forêt des Deux Balé notamment dans les environs des villages de Soumbou et Ouroubonon, deux enclaves ont été créées au profit des populations agricoles. La pression humaine autour de Boromo a poussée les autorités administratives en charge de la gestion des aires protégées à revoir les limites de la forêt classée des Deux Bale. Ainsi une superficie de 4.760 hectares a été concédée à la population riveraine de Viron et d'Ouroubonon (**Figure 3**). Ce réaménagement permet de définir et de sécuriser l'ensemble qui était érigé en Parc National des Deux Balé en 1988 par le Zatu n° AN VII/FP/PRES/MET couvrant ainsi une superficie de 80 600 ha (KAFANDO, 2003).

A partir de 1997, certaines aires protégées du pays seront regroupées pour former des Unités de Conservation de la Faune (UCF). Le PNDB appartient à l'UCF de Boromo composée des forêts classées des Deux Balé, de Dibon, de Pa, de Laba, de Baporo, et de Sorobouli. L'UCF, en accord avec les entités écologiques, est à cheval sur trois provinces : les Balé (Deux Balé, Sorobouly, Pâ), le Sanguié (Baporo, Laba) et le Tuy (Dibon). Avec la création de l'OFINAP, l'UFC est rebaptisée l'UGAP : Unité de Gestion de l'Aire Protégée avec pratiquement les mêmes objectifs.

Mais, les mesures de privatisation de la gestion des ressources naturelles qui ont fait suite à l'évolution récente de la législation au Burkina n'ont pas permis au PNDB de s'épanouir et de se positionner comme moteur de développement local. Hormis le projet de financement « Sauvegarde des Eléphants » (1991-1992) qui a permis le renforcement en équipement et autres matériels roulant, le PNDB ne bénéficie d'aucune subvention conséquente pour son redressement. Ni la concession de 1996 à l'ONG APRESS-FASO ni le jumelage du parc avec

celui de « De Hoge Veluwe » (Pays-Bas) depuis 1989 n'ont permis de faire du PNDB le modèle de gestion de la faune escomptée. Aujourd'hui on se trouve face à un vide juridique, qui est une source de conflits et qui pourrait rendre la gestion de la zone difficile.

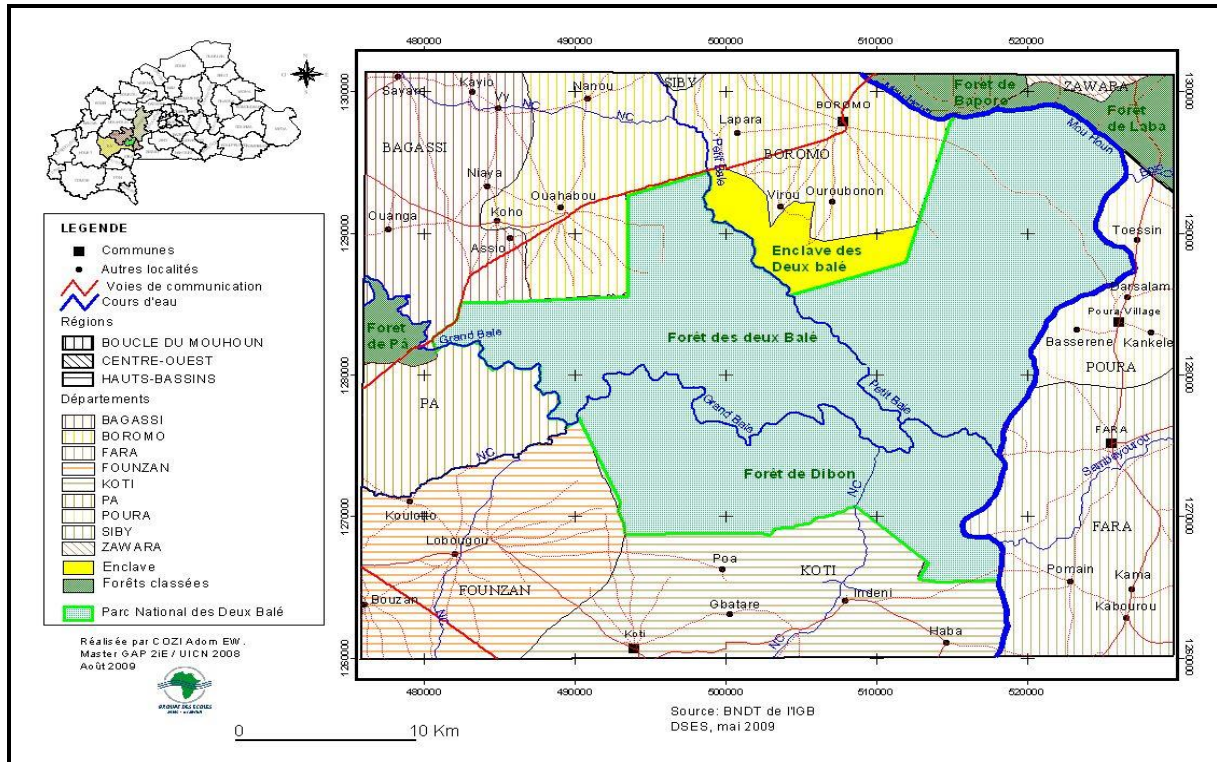


Figure 3: Situation administrative du Parc National des Deux Balé

1-3- Le milieu naturel

1-3-1- Topographie et relief du parc

Le territoire du Burkina se caractérise par son uniformité et sa planéité. Plus de 98 % du pays se situe entre 160 et 480 m d'altitude. Les trois quarts du pays se présentent comme vaste pénéplaine où se distinguent deux types de morphologie: des buttes tabulaires cuirassées dominant de longs glacis ; et des croupes molles à versants convexes et de talwegs plus marqués et plus nombreux. (<http://aochycos.abn.ne/HTMLF/ident/fasoident.htm#physique>)

Le PNDB s'étend sur une pénéplaine ondulée avec des altitudes faibles (240 à 320 m). Les points élevés se situent dans la partie centre nord où se dressent quelques collines birimiennes d'affleurement latéritiques de l'ordre de 320 m (**Figure 4**).

1-3-2- L'hydrologie

Le potentiel hydrographique de surface dans le PNDB, est constitué d'une multitude de rivières dont la plupart sont temporaires (**Figure 4**). On peut citer comme cours d'eau permanents le fleuve Mouhoun (ex Volta Noire) qui est le plus important cours d'eau du Burkina. Cette permanence d'eau en toute saison, fait de lui le point d'attraction de la faune sauvage, par conséquent site privilégié du braconnage. On retient également la rivière du Grand Bale qui par endroits garde de l'eau en saison sèche. Le reste des cours d'eau tels le Petit Bale, les rivières Bissegny, Bokotou et Couleba, les marres de Soumbou et de Casa tarissent facilement en saison sèche.

Selon les travaux antérieurs, deux grandes unités hydrogéologiques se distinguent au PNDB : la zone du socle des roches magmatiques et la zone des roches sédimentaires. Dans les deux zones se distinguent des aquifères des zones altérées et des milieux fissurés. Sur la zone du socle, l'aquifère de la zone altérée joue le rôle du milieu emmagasinant et l'aquifère des milieux fissurés joue le rôle de drain, par lequel le captage est rendu plus aisé. Par contre dans la zone sédimentaire, les aquifères de la zone altérée sont plus uniformes et plus continus que ceux du socle. En général la perméabilité est plus élevée dans la zone d'altération située au dessus de la roche.

Dans ces conditions, l'aménagement et le curage si possible des marres de Soumbou et de Casa s'impose pour une uniformisation de la répartition des animaux dans le parc. Situées dans des bas-fonds, ces marres bénéficient d'une recharge non négligeable de leur nappe suite aux infiltrations directes et indirectes.

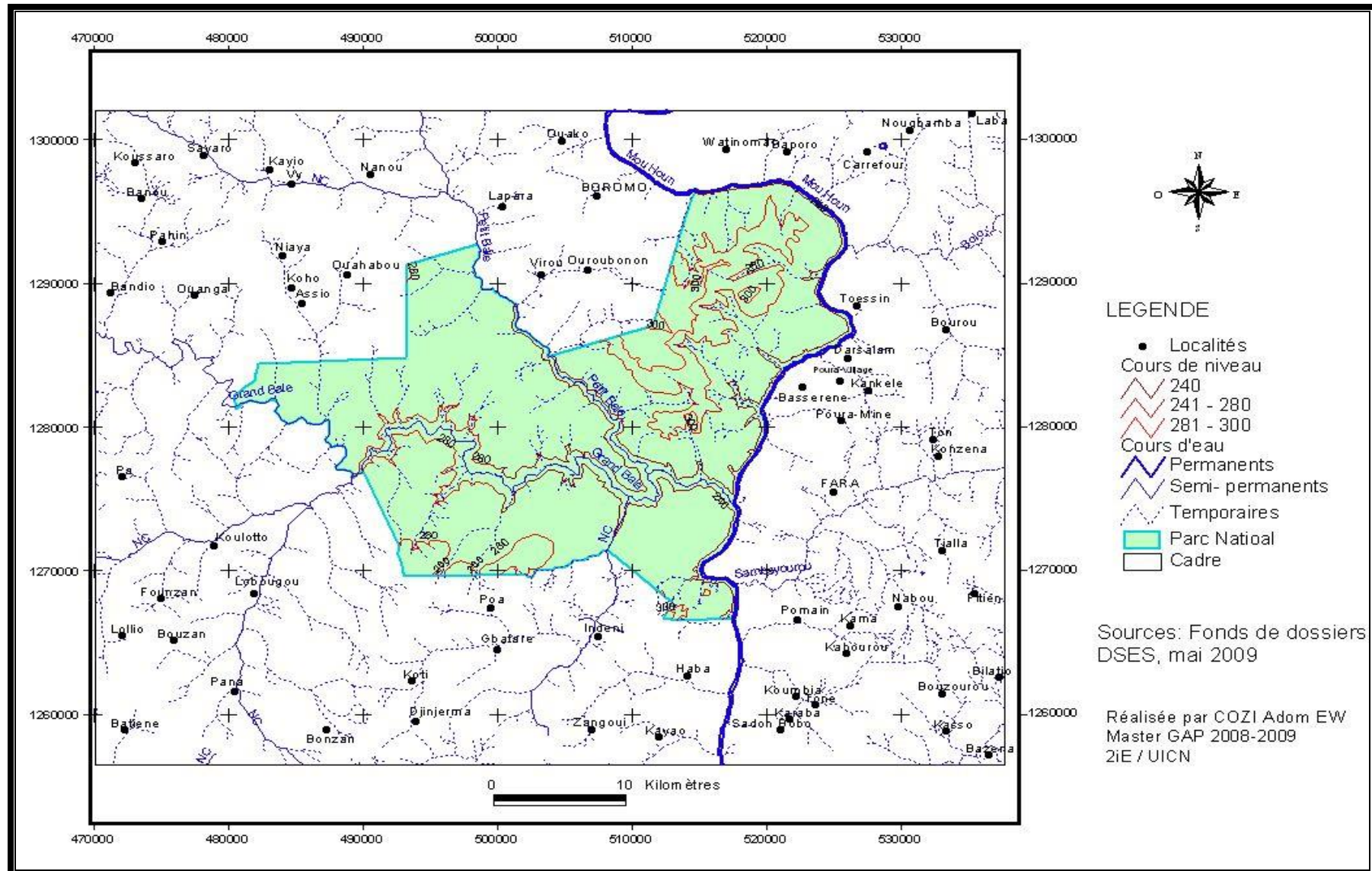


Figure 4: Topographie et le réseau hydrographique des Parc National des Deux Balé

1-3-3- La géomorphologie et géologie

La superficie du Burkina est couverte par un bloc de formations cristallines du Précambrien C et D (Birimien et Antébirimien) de plus 80 %. Ce bloc est recouvert par les sédiments du Précambrien A du bassin de Taoundéni au Nord et du bassin voltaïen au Sud Ouest et au Sud où elles intègrent les systèmes birimien et antébirimien du Ghana, de la Côte d'Ivoire et du Libéria.

Le socle du PNDB fait partie de cet ensemble cristallin du précambrien. Il est partagé à part presque égale entre les roches cristallines du précambrien C à l'Est et celles du type D à l'Ouest (**Figure 5**). D'une façon générale, le socle précambrien D est constitué des granitoïdes (granites et migmatites) indifférenciés riches en pyroxènes, biotite et amphibolites. Ce sont des formations plissées et métamorphisées avec possibilité de failles.

Par contre, le socle birimien (Précambrien C) représente les parties non érodées du remplissage de sillons utracratoniques. Ce remplissage est d'origine volcanique, pyroclastique et sédimentaire. Ces roches pendant leur mise en place ont subi plusieurs transformations rendant ainsi très complexes leurs compositions physico-chimiques d'où l'appellation volcano-sédimentaire. (<http://www.primature.gov.bf/burkina/cartepostale/fdgeologie.htm>).

Cette série englobe un grand nombre de formations rocheuses parmi lesquelles, on distingue des roches volcaniques (tuffs, laves et sédiments associés, etc.) et des roches intrusives (granodiorites, granites, migmatites etc.) (**Figure 5**).

Bref, l'histoire géologique du PNDB comme celle du Burkina Faso, commence avec la formation du craton Ouest-africain, vaste noyau stable dans lequel on distingue les formations antébirrimiennes, essentiellement granito-magmatiques et les formations birrimiennes comprenant des roches métamorphisées d'origine volcanique ou sédimentaire et des granites syntectoniques. Les formations birimienne connaissent des intrusions granitiques post-tectoniques (<http://aochycos.abn.ne/HTMLF/ident/fasoident.htm#physique>). Ce socle géologique du parc n'offre pas assez d'opportunité de nappes aquifères du fait de l'absence des fissures souterraines évidentes.

A côté de ces roches se développe le gisement d'or dans les volcano-sédiments de l'est. Après une exploitation industrielle des années 1990, l'exploitation artisanale se poursuit.

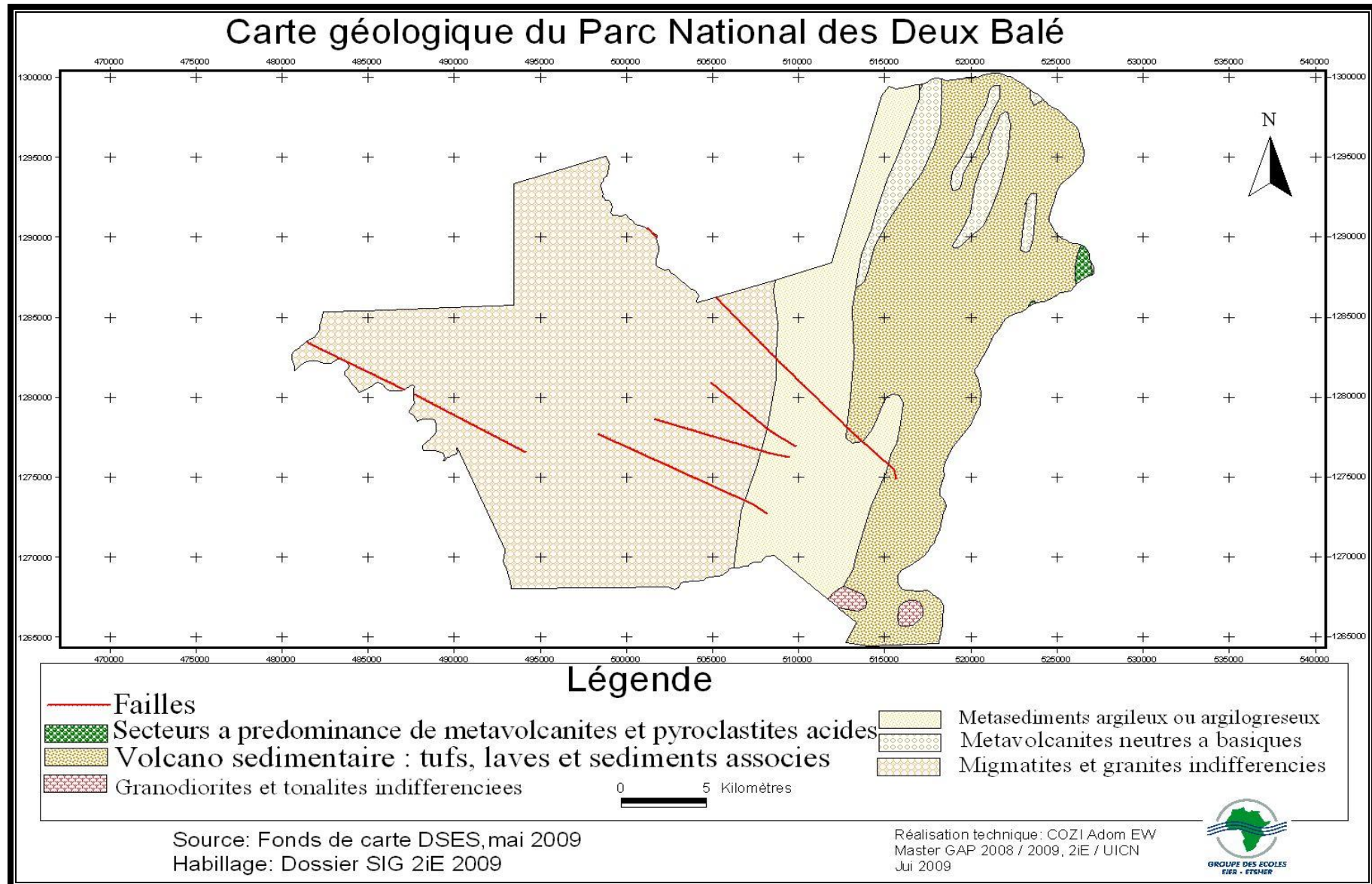


Figure 5: La géologie du Parc National des Deux Balé

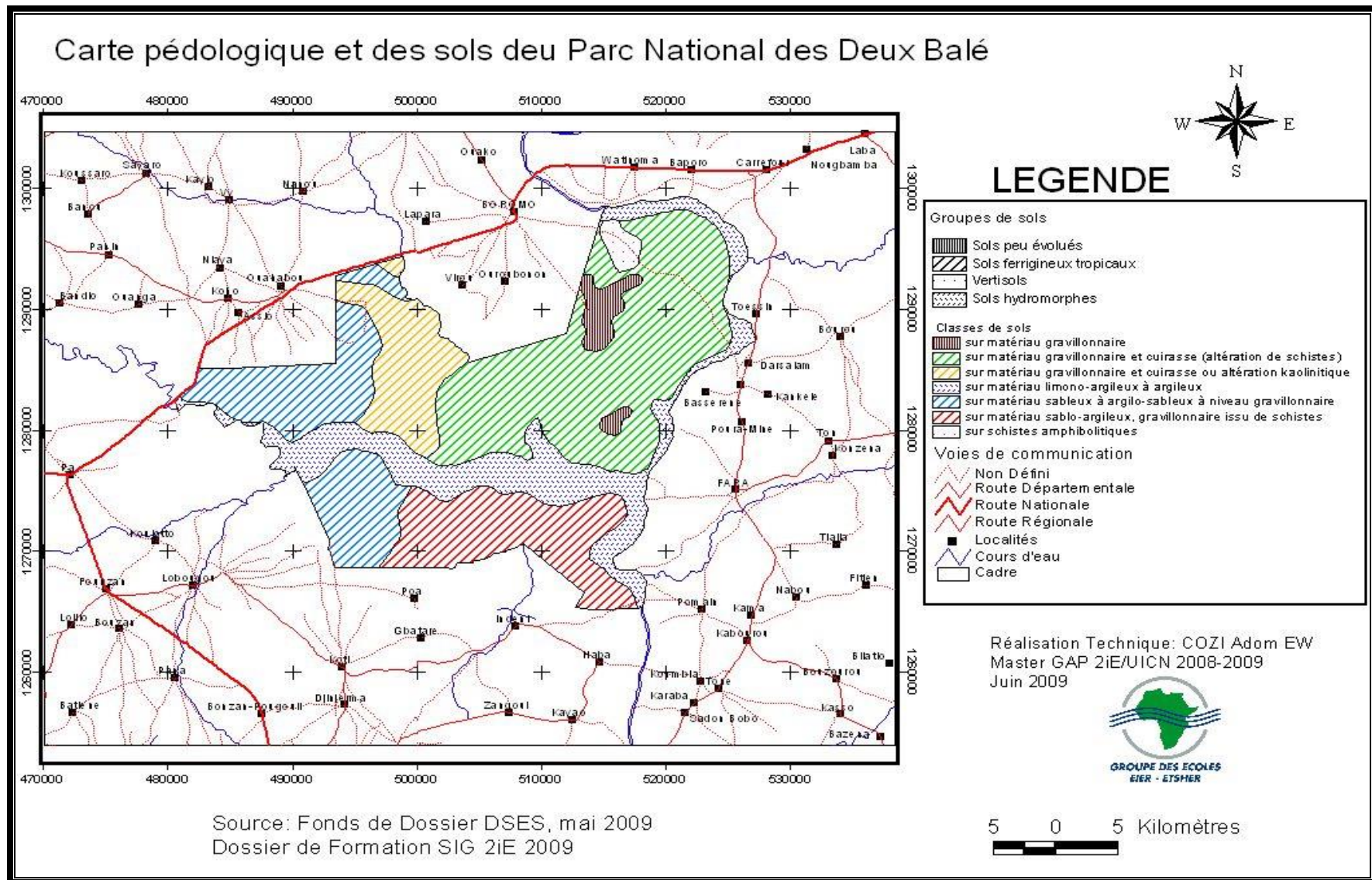
1-3-4- Les sols

Les différents phénomènes géomorphologiques ont conduit à la formation d'une multitude de matériaux organiques et non organiques sur lesquels se développent les différents sols du parc (**Figure 6**). De façon générale, on distingue deux types de sols dans le parc : les sols ferrugineux tropicaux peu évolués se développant sur les cuirasses et les matériaux sablo argileux et limono argileux (sols hydro morphes), et des vertisols qui se développent sur les schistes amphibolitiques.

Les sols ferrugineux tropicaux qui couvrent plus de la moitié du parc, ont une forte rétention de l'eau et un potentiel agricole médiocre. Ce sont généralement des sols à sesquioxydes qui ont une structure massive de profondeur limitée par l'induration.

A côté se développent les sols peu évolués d'érosion sur matériaux gravillonnaires (peu profonds et peu fertiles), et sur roches basiques présentant généralement une richesse minérale élevée en calcium et magnésium. Les sols hydro morphes qui occupent les rives du Mouhoun et du Grand Balé sont des sols de caractères physiques défavorables à cause de l'hydromorphie.

Par contre, les vertisols sont des sols à fertilité potentielle élevée. Ils sont difficiles à travailler avec les moyens traditionnels car trop lourds à l'état humide, durs à l'état sec. Outre ces contraintes physiques, ils présentent une déficience azotée, phosphorique et potassique. Mais, ils ont une bonne capacité de rétention en eau et une richesse minérale élevée.



1-3-5- Le climat

De par sa situation en latitude, le Burkina Faso est sous le climat tropical de type soudanien marqué par l'alternance de deux saisons inégales : une longue saison sèche (octobre à avril), due aux effets asséchants des Alizés du Nord-Est (Harmattan) issus des hautes pressions sahariennes, suivie d'une courte saison humide (mai à septembre) sous l'effet du flux d'air humide océanique (Mousson) des hautes pressions océaniques de l'hémisphère sud qui déclenche la saison des pluies

(<http://aochycos.abn.ne/HTMLF/ident/fasoident.htm#physique>).

La durée de la saison des pluies et la pluviométrie totale annuelle permettent de distinguer quatre grandes zones climatiques : - zone sahélienne 400 à 600 mm de pluie par an (3 à 4 mois de pluies) située au Nord du 14^e parallèle - La zone sub-sahélienne 600 à 750 mm (4 mois de pluies) située au nord du plateau mossi entre le 13^e et le 14^e - La zone nord-soudanienne 750 et 1 000 mm (4 à 5 mois) s'étendant entre 11°30' et 11°34' Nord. - La zone sud-soudanienne 1 000 et 1 300 mm (au moins 5 mois) située au sud du 11°30' nord (<http://aochycos.abn.ne/HTMLF/ident/fasoident.htm#physique>)

De façon générale, le PNDB se trouve dans la zone de couverture climatique comprise entre les isohyètes 750 au nord et 1000 mm au sud. C'est la zone prolifique en pluies. De nos jours la tendance à la baisse des volumes pluviométrique est perceptible. Ainsi au delà de l'irrégularité, on note une faible quantité de pluies chaque année. Les températures moyennes se situent autour de 28 degrés Celsius avec des amplitudes de l'ordre de 7 degrés.

1-3-6- La faune et la végétation

La disposition géographique du parc NNDB en zone soudano-sahélienne-guinéenne offre au milieu un paysage varié en savanes arborées et arbustives, et en galeries forestières. La flore est riche et variée. Elle est caractéristique du milieu sur lequel elle se développe.

Le long des cours d'eau et des bas-fonds sur des sols hydromorphes se développent une galerie forestière où dominent *Mitragina inermis*, *Anogeissus leiocarpus*, *Ficus sp*, *Nauclea latifolia*, *Berlinia grandiflora* etc.

Par contre le reste des terres du parc est couvert par une savane où la prédominance des formations végétales à couvert peu fermé et l'existence d'une strate herbacée sur l'ensemble du territoire. On y trouve les espèces comme le *Burkea africana*, le *Khaya senegalensis*, le

Daniellia oliveri, le *Detarium microcarpum*, le *piliostigma thonningii*, les *Combretum spp*, les *Acacia spp*, le *Lannea acida*, le *Tamaindus indica*, le *balanités aethiopica* etc.

Les zones de transition entre la savane et la galerie forestière sont souvent occupées par l'*Anogeissus leiocarpus*. Et les sols fortement perturbés par les cultures sont couverts d'une strate arborée dominée par les *Acacia albida*, *Acacia siberiana*, *Prosopis africana*, le *Vitellaria paradoxa*, le *Parkia biglobosa*, et le *Bombax costatum*.

La strate herbacée est représentée entre autres par des *Andropogon spp*, de *vitiveria nigritana*, *Diheteropogon spp*, *Hypharrhenia subplomosa* etc. L'ensemble des écosystèmes est donc faiblement impacté, et les possibilités de développement de la faune restent encore possibles.

L'histoire récente du parc montre qu'il est un habitat favorable aux grands mammifères. Les inventaires de 1974 faits par John Shivonen, révèlent l'existence dans le parc d'environ 37 espèces de mammifères dont le *Loxodonta africana*, *hypotragus equirus*, *Erythrocebus patas*, *Papio anubio* sont les plus rencontrées. Il n'en demeure pas moins que d'autres espèces y existent notamment les *Alcelaphus buselaphus*, *Sylpicapra grimmia*, *Edmea redumea*.

Les inventaires aériens réalisés dans les années 1991-1992 par le projet Eléphant donnaient une diversité estimée à une quarantaine de mammifères dont l'Eléphant (*Loxodonta africana*), l'Hippotrague (*Hippotragus equins*), le Guib harnaché (*Tragelaphus scriptus scriptus*), le Bubale (*Alcelaphus buselaphus major*), le Céphalophe à flancs roux (*Céphalaphus rufilarus*), le Céphalophe de Grimm (*Sylvicapra grimmia*), l'Ourebi (*Ourebia ourebi*), le Patas (*Erythrocebus patas*) (ILBOUDO, 2001). A ces espèces il faudrait ajouter certaines espèces inféodées au milieu aquatique que l'on peut rencontrer : les Hippopotames (*Hippopotamus amphibius*), les crocodiles (*Crocodylus niloticus*), les Varans (*Varanus niloticus*), les Tortues. (BERLIN, 2002)

Les inventaires aériens de 2002 révèlent l'existence de cinq à six mammifères selon la synthèse des résultats de BELEMSOBGO. Même si les deux méthodes conduisent à des résultats peu comparables, il convient de souligner qu'il y a perte de la faune sauvage. En effet, hormis les mécanismes naturels notamment la sécheresse des années 70 et 80 qui auront participé à la perte de la biodiversité du pays, la disparition de la faune du Parc est accélérée par les modes d'exploitation des ressources des sociétés humaines actuelles. C'est pourquoi «Des savoir-faire traditionnels basés sur l'abondance des ressources et des terres sont remis

en question aujourd'hui par l'accroissement considérable des populations humaines à l'échelle mondiale » (KENZA EL FASSI FIIHRI, 2002).

On rencontre également dans le parc une avifaune non négligeable comme le *Numida meleagris* (Pintade), *Francolinus bicalioratus* (Francolin), *Tockus enythrochynchus* (Petit calao à bec rangée), *Petilophacus petrosus* (Poule de rocher), *scopus ombretas* (Ombrette).

Cependant, la présence des bœufs sur toute l'étendue du parc est assez significative de la pression anthropique sur la faune sauvage. Ce contact quotidien et permanent entre la faune sauvage et les animaux domestiques ne sécurise pas le développement du parc.

Les ressources halieutiques se définissent elles en fonction des cours d'eau qui sillonnent le parc. Les principales espèces de poissons rencontrées sont le *Synodontis sp*, *Heterotis niloticus*, *Tilapia zillii*, *Mormyrus rume*, etc.

1-4- Le milieu humain

1-4-1- Histoire du peuplement et les grands groupes sociaux

Les travaux de BERLIN S. (2002) révèlent que les premiers peuplements autochtones datent du XVIIIème siècle. Il s'agit en particulier des groupes d'origines ethniques diverses, les Gurunsi-Nuna, Sissala, Pougouli, Dagara, Bwa, Marka, Peuls qui ont constitué un groupe, nommé Winyé, uni par la langue, et des références culturelles communes.

« C'est le village de Kien, disparu dans les années 1910 à cause de la trypanosomiose, qui est tenu pour le plus ancien de la zone. Les premiers groupes qui arrivent dans la zone le reconnaissent tous comme tuteur, et ainsi se met en place une seconde génération de villages autochtones, comme par exemple Ouroubono (Wibon et Winyé) ou Boromo. Une fois établis, certains de ces villages jouent à leur tour le rôle de tuteurs envers les nouveaux groupes arrivant, et les installent à leur périphérie : c'est ainsi que se forme une troisième génération de villages autochtones, comme par exemple Virou » (Berlin 2002).

Les données de population sur l'ensemble des principales communes riveraines PNDB montrent que l'effectif total de la population est assez impressionnant (**Tableau II**). On y compte 210 161 habitants en 2006 soit environ 1,50 % de la population du pays. Cette population est essentiellement agricole. Cela constitue une pression supplémentaire sur les ressources du milieu en général et celle du parc en particulier. C'est dire que des mesures idoines devront être prises pour prévenir ce qui risque de devenir une catastrophe naturelle.

Tableau II: Evolution de la population des Provinces riveraines du PNDB selon le RGPH de 1996 et de 2006

Communes	Population 2006	Proportion (%)
Bagassi	33 309	15,85
Boromo	29 849	14,20
Fara	37 167	17,69
Fouzan	32 424	15,43
Koti	24 534	11,67
Pa	19 755	09,40
Poura	12 026	05,72
Zawara	21 097	10,04
TOTAL	210 161	100,00

Source : INSD, RGPH 2006

L'analyse de ces changements à partir de la reconstitution des faits historiques et de la comparaison diachronique des données démontre que cette situation est le résultat des migrations dues à la crise sociopolitique de la Côte d'ivoire voisine, mais également à l'absence de surveillance observée sur le parc. A cela s'ajoute le développement de la culture du coton qui est en vogue dans le pays.

1-4-2- Les activités socio-économiques

Le secteur agricole occupe 84% de la population selon les résultats de l'enquête burkinabé sur les conditions de vie des ménages réalisés en 2003. Il en est de même au niveau de la région de la boucle du Mouhoun où 85,6% des chefs de ménages sont agricoles. Plusieurs champs d'exploitation agricole ont été signalés dans le parc. Cette agriculture est avant tout une agriculture pluviale, céréalière de subsistance (Mil et Sorgho principalement). Les exploitations sont de types familiaux (de 2 à 10 ha), orientés vers l'autoconsommation. Elle est cependant caractérisée par l'usage des outils et techniques rudimentaires et traditionnels. Ce système de production agricole de type extensif connaît une tendance à l'intensification en ce qui concerne la culture du coton.

La plupart des champs sont situés dans les environs immédiats du parc. Il n'y a même pas de limites évidentes entre les champs et l'aire protégée (Voir chapitre 3). La pratique de la jachère est en train d'être abandonnée au niveau de tous les villages compte tenu du manque de terres.

Après l'agriculture vient l'élevage du type extensif pratiqué par toutes les ethnies. Toutefois certains animaux ne quittent pas le terroir villageois (élevage agricole). Mais les troupeaux de zébus mélangés à quelques animaux de trait sont le plus souvent gérés par les Peuls, qui les font pâturer illégalement dans le parc. On rencontre en outre des élevages avicoles, ovins, caprins etc. La caractéristique principale de cet élevage reste la divagation des animaux ceci à cause des difficultés liées au surpâturage, à l'absence de points d'eau permanents en dehors du Mouhoun. Les feux de brousse sont mal, voire non gérés, et il a été noté la persistance de quelques foyers de certaines maladies (trypanosomiase, le charbon symptomatique, pasteurellose) (ILBOUDO, 2001).

En dehors de ces principales activités, on note aussi l'exploitation du bois, la chasse, la pêche, l'artisanat, le commerce et les activités de service. L'exploitation du bois se fait par ramassage du bois mort, coupe du bois mort ou coupe de bois vert destiné à la construction, à la carbonisation ou utilisé comme combustible pour la cuisine.

S'il n'est pas évident de voir de véritables zones villageoises de chasse autour du parc des Deux Balé, il n'en demeure pas moins que la chasse soit une activité au sein de la population riveraine. Car, la consommation de viande sauvage fait partie des habitudes alimentaires des burkinabè (SP-CONAGESE, 2002). « *Il existe dans certaines sociétés, comme chez les Winyé, certains cultes de chasse...* » (BERLIN, 2002). On trouve des chasseurs dans les villages, à Ouroubono principalement mais également à Virou, à Wahabou, et à Boromo.

La pêche y est pratiquée de manière individuelle. On rencontre des pêcheurs professionnels, le long du Mouhoun, et au niveau du barrage de Petit Balé. L'artisanat occupe principalement des forgerons, également sculpteurs de masques, des potières et quelques tisserands qu'on rencontre au niveau de tous les villages. Boromo reste le centre commercial le plus actif de la zone d'étude dont le marché qui s'anime tous les cinq jours attire la population de toute la région. Là et à Poura se rencontrent beaucoup d'activités de service tels les services administratifs, l'électricité, le téléphone, l'informatique, la Poste, la Police, etc.

En résumé, le PNDB est une structure de l'état placé sous l'autorité de l'OFINAP. Il bénéficie d'un milieu naturel favorable pour le développement touristique. Cependant les potentialités mal connues restent sous la pression d'une population en pleine croissance.

II- Cadre conceptuel et méthodologique

Dans cette partie il sera essentiellement question d'évoquer les grandes étapes de la démarche scientifique de notre recherche à savoir le cadre conceptuel et la méthodologie de collecte et traitement des données.

2- 1- Cadre conceptuel

Il s'agit en premier lieu de la présentation de la problématique, des hypothèses et des objectifs de la recherche. En second lieu d'énoncer les différents travaux qui ont précédé notre démarche.

2-1-1- Problématique

La nécessité de conservation de l'environnement s'est très tôt manifestée en Afrique occidentale française au début des années 1920-1930. Au Burkina Faso, cette volonté s'est traduite par la mise sous régime de réserves de certaines zones riches et supposées sous forte pression anthropique. Ainsi les zones d'Arly, de Singou, de Mandjoari et de Bontiali ont été faites des réserves totales de faune auxquelles s'ajoute la réserve partielle de Pama ; le Sahel est consacré à une réserve Sylvio-pastorale ponctuelle de faune. Tandis que Nazinga est fait un ranch de gibier, le W et le Kaboré Tambi ainsi que les Deux Balé sont gérés comme des parcs quand bien même que ce dernier ne dispose pas de statut le définissant comme tel.

Or les textes de classement du Parc National des Deux Balé reconnaissent aux riverains le droit au ramassage de bois mort, à la cueillette de fruits, à la récolte de plantes médicinales et alimentaires, de caoutchouc, de Kapok, de miel ainsi que la pêche et la chasse du jour. Mais avec la nouvelle orientation de parc depuis 1967, l'absence de statut de la réserve analogue des Deux Balé pose un problème de sa gestion par rapport aux droits d'usage reconnus aux populations riveraines.

Néanmoins, des efforts sont entrepris de nos jours pour limiter sinon supprimer les activités de droit pour assurer une certaine quiétude aux animaux et promouvoir le développement des activités touristiques dans le parc. Car l'extension des activités agropastorales observée au niveau de la province des Balé et surtout dans la boucle du fleuve Mouhoun, s'effectue au détriment des ressources naturelles (floristiques et fauniques).

L'état et le rythme de dégradation actuels du parc et de toutes les zones riveraines sont de nature à hypothéquer la politique de gestion durable des ressources de l'autorité burkinabé. Car « *La conservation de la faune sauvage et l'organisation de toutes les formes durables de valorisation sont reconnues comme des priorités de la politique forestière nationale* »

(BELEMSOBGO U., 2002). Ainsi, la déforestation, la dégradation des écosystèmes naturels et les moyens privilégiés pour y remédier, sont devenus des sujets importants dans l'agenda politique de l'État depuis un certain nombre d'années.

Une proposition de classement du parc est en attente pour adoption, et un contrat d'appui à la réhabilitation et la mise en place des conditions de gestion efficace du parc est signé avec l'UICN /PACO dans la perspective de faire des Deux Balé un autre pôle de conservation de la faune et de développement local à travers le tourisme.

Mais pour ce faire, il faut une bonne connaissance de la ressource tant sur «*sa situation numérique actuelle, l'état des habitats, les menaces qui pèsent sur elles ainsi que l'impact des mesures de conservation sur les communautés qui vivent en périphérie...*» (BELEMSOBGO U., 2002)

Les orientations d'aménagement viseraient à restaurer le potentiel floristique et faunique du parc en tenant compte des activités des différents groupes d'utilisateurs. Dans ce contexte, un zonage concerté de l'espace intégrant une meilleure connaissance des ressources disponibles et des besoins de ces utilisateurs de l'espace est un outil indispensable d'aménagement. Alors se posent deux questions :

- ✓ Comment se présentent le PNDB à l'état actuel des connaissances ?
- ✓ Comment le gérer efficacement et durablement ?

Nous essayerons de répondre à ces questions à travers nos hypothèses ci-dessous.

2-1-2- Hypothèses de travail

Les hypothèses suivantes ont été formulées pour aider à résoudre la problématique :

- la configuration du PNDB et les différentes activités qui s'y déroulent sont mal connues par la structure en charge de sa gestion ; alors qu'il est affecté par plusieurs problèmes (baisse du potentiel écologique, avancement poussé du front agricole, problèmes liés au pâturage, dégradation de la qualité des sols par l'orpaillage, etc.) ;
- devant cette lacune, une cartographie des éléments de surface à partir des données de SIG et de télédétection permet de mieux connaître les potentialités du parc pour mieux les gérer ;

2-1-3- Objectifs

L'objectif de la présente étude est d'établir une cartographie des différentes composantes du milieu biophysique en l'occurrence l'occupation des terres du parc afin de contribuer à l'élaboration du plan d'aménagement participatif du parc des Deux Balé.

2-1-4- Intérêt scientifique du sujet

Ce travail réalisé dans le cadre du mémoire de fin de formation en Master Spécialisé Gestion des Aires Protégées a permis de s'intéresser à la capacité de la télédétection à fournir des informations pertinentes pour des actions d'aménagement du PNDB. Cette étude montre comment par les méthodes classiques en télédétection et en SIG, il est possible d'estimer et différencier les zones de savanes (herbeuses, arbustives, arborées), de sols nus (érodés, dégradés ou cuirassés) ; des zones affectées par les activités anthropiques (exploitations agropastorales, orpaillage). Une description des processus écologiques et sociaux à l'œuvre, établissant les liens entre ceux-ci et la configuration de paysage décrite par les images satellitales sera faite progressivement.

Ces résultats quantitatifs sont fondamentaux pour un parc dans lequel aucune autre étude spécifique n'existe. Ils montreront, par ailleurs, l'intérêt des méthodes de télédétection et de SIG de fournir une information élémentaire sur la zone d'étude à partir de laquelle d'autres disciplines (en l'occurrence ici aménagement du territoire, socio économie, pédologie et botanique) peuvent élaborer leurs propres analyses. Enfin, outre leur portée générale et leur intérêt pratique, ces résultats apporteront des éléments dans un débat d'efficacité de gestion des aires protégées en Afrique de l'Ouest sur le rôle et l'implication des populations riveraines dans la gestion durable des ressources naturelles et des espaces protégées de l'Etat.

2-2-Travaux antérieurs

Quels sont les travaux qui ont précédé notre démarche et quels sont les résultats et recommandations auxquels ils sont parvenus ? C'est à cette question qu'il faut répondre dans cette partie.

2-2-1- La cartographie et occupation des terres

La détection des empiètements des limites liées à l'activité des riverains a été mise en évidence par les études du projet PAUCOF (2006) dans un document. Les auteurs disposaient d'un jeu de données plus étoffé pour la délimitation du parc et la création de l'enclave des Balé. Leurs résultats sont utilisés cependant à des fins de comparaison.

Par ailleurs, de nombreuses études existent sur l'impact du braconnage, du pâturage, de conflits hommes/éléphants (MARE T., 1995 ; ILBOUDO A. J. D., 2000 ; KENZA F., 2002 ; LUNGREN C., et al. 2002 ; MARCHAND F., 2002 ; etc.) Elles n'ont cependant pas pu être véritablement utilisées dans la mesure où leur contexte géographique est en général complètement différent de notre zone d'étude.

2-2- 3- Cartographie, Télédétection et potentialités écologiques du parc

Ce sujet n'a pas été abordé dans aucune oeuvre rencontrée sur place. Cependant, plusieurs rapports récents (BELEMSOBGO U., 2002 ; KAFANDO, P. et al, 2003) sur les inventaires pédestres et aériens existent. Les différents auteurs y insistent tout d'abord sur la richesse et l'importance écologiques en l'occurrence fauniques passées du parc. Des données dans ce domaine révèlent l'existence sur l'ensemble de l'aire de grands ongulés notamment les éléphants, les buffles, les hypotragues etc.

Néanmoins, du fait de la grande pression anthropique sur les ressources du parc, ils suggèrent une cartographie détaillée avec une série de traitements (indice de végétation, analyse en composantes principales, etc.) afin de déterminer plus facilement les zones de peuplement et de les différencier d'autres artefacts. Deux traits de la présence humaine leur semblent pouvoir être détectés sur les survols aériens: les champs de cultures et les habitations et/ou campements de bouviers.

2-3- Méthodologie de la recherche

Dans cette partie, il incombe de faire connaître la procédure ou le procédé de réalisation de notre recherche. Quels sont les concepts importants utilisés, quel matériel a été nécessaire et comment a-t-on procédé ? Tel est le contenu de cette partie.

2-3-1- Définition des concepts

- **Aménagement du territoire** est la politique publique qui consiste à planifier et coordonner l'utilisation du sol, l'organisation du bâti, ainsi que la répartition des équipements et des activités dans l'espace géographique. Il existe une distinction fondamentale entre les zones à bâtir et le reste du territoire (<http://www.vd.ch/fr/themes/territoire/amenagement>). Dans ce document, il s'agit de la définition des différentes zones d'occupation du sol pour une exploitation durable des ressources du parc, à savoir les zones de développement touristique, de protection intégrale, d'exploitation cynégétique etc.

- **Carte** : c'est toute représentation partielle ou complète dans le plan d'un objet. On représente souvent sur ce plan, différentes informations à l'aide de symboles ou de codes de couleurs (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Carte>).

- **Cartographie** : La cartographie désigne la réalisation et l'étude des cartes. Le principe majeur de la cartographie est la représentation de données sur un support réduit représentant un espace réel. Ceci se fait par une prise d'informations sur le terrain, avec deux champs

distincts et majeurs : le relevé des contours et de l'espace support à représenter ; le relevé des données statistiques à représenter sur cet espace avec comme objectif la simplification et la meilleure compréhension des phénomènes (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Cartographie>).

- **Projection cartographique** : Il s'agit des méthodes mathématiques employées pour représenter sur une carte plane, une portion (ou la totalité) de la surface terrestre, Chaque point de celle-ci étant projeté en un point de la carte.

- **Données numériques** : Une donnée est une description élémentaire, souvent codée, d'une chose, d'un événement, etc. Les données peuvent être conservées et classées sous différentes formes : papier, numérique, alphabétique, images, sons, etc. Le terme numérique désigne un mode d'analyse, de quantification, de mesure, d'enregistrement, de reproduction, de sauvegarde, de stockage ou d'archivage d'informations provenant d'éléments ou de sources à traiter. Numérique s'oppose par convention à analogique.

- **Images satellitaires** : C'est une représentation visuelle des objets, êtres vivants et/ou concepts, obtenu à partir d'un satellite.

([http://fr.wikipedia.org/wiki/Images#Les .22nouvelles images.22](http://fr.wikipedia.org/wiki/Images#Les_.22nouvelles_images.22)).

- **SIG** : Système d'Information Géographique. Il fait référence à deux composantes à savoir la composante géométrique et topographique, et une composante sémantique (caractéristiques de description de l'objet associé).

- **Télédétection** : technique qui, par acquisition d'images, permet d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre sans contact direct avec celle-ci (BIG n°3, Initiation à la télédétection)

2-3-2- Collecte des données

La méthode se résume comme ceci :

✓ Recherche et exploitation des documents officiels existants et relatifs au parc :

Les données existantes sont les informations réunies à partir de la recherche documentaire. Les sources documentaires utilisées se subdivisent en trois catégories : les documents officiels (les arrêtés, les rapports, etc.), les études ou écrits scientifiques des chercheurs et les articles de spécialistes dans des revues ou périodiques etc....Par ailleurs les cartes rencontrées dans la littérature sur la région (localisation, sols, végétation, hydrographie, milieu humain...), les coupes (topographiques, géologiques) et les images satellitaires ont été également exploitées.

Bref grâce aux images satellitaires ou aux banques de données cartographiques, nous avons identifié les principales unités de cartes à réaliser.

✓ **Données utilisées**

Au vu de la pénurie de données et du fait des objectifs de ce travail, les images de télédétection ont constitué la source d'information majeure pour réaliser la base cartographique nécessaire à l'opération. Avec les résultats des travaux déjà réalisés et du fait de l'importance du suivi de l'évolution de la couverture végétale de la zone d'étude, l'usage de l'analyse diachronique des images de 1992 et de 2002 a été envisagé. Aussi, l'analyse des images plus récentes a été souhaitée. Il a cependant dû être abandonné car, il ne permettait pas d'attendre les résultats escomptés. Par ailleurs, le temps et la disponibilité des données et du matériel posaient problème.

Au demeurant, une image Landsat TM de 2002 utilisable sur la région a été trouvée au niveau de la DSES. Le géoréférencement de l'image a été réalisé en utilisant les coordonnées fournies par la DSES, et confirmé lors des études de terrain grâce à l'acquisition de points GPS sur des lieux remarquables (les cours et plan d'eau, les sites d'habitation périphériques, espaces nus dégradés et les pistes d'accès ouverts, etc.). L'image a été recalée selon les informations recueillies.

Hormis cette image, nous nous sommes servis d'une Base de Données d'Occupation des Terres (BDOT), d'une Banque Nationale de Données Territoriales BNDT de l'Institut Géographique du Burkina (IGB) obtenues à partir de DSES au niveau de l'OFINAP, et les données de formation en SIG de 2iE. Toutes ces données concernent essentiellement les couches (Shape Files) ci-après : les aires classées, les limites actuelles du PNDB, les cours d'eau de la région, l'occupation des sols de 1992 et 2002, la végétation, les voies de communication, les localités, la géologie du Burkina, topographie, sols et populations.

2-3-3- Traitement des données de télédétection

✓ **Interprétation visuelle préliminaire**

Le signe le plus évident de la présence des différentes unités de végétation dans le PNDB est l'existence de la variation des teintes et textures qui se signalent soit par la présence de sols nus, soit, beaucoup plus fréquemment, par la présence d'une végétation dense, dont le comportement dans la bande 4 (forte réflexion) permet de la différencier facilement des territoires agricoles riverains. Ceci s'explique par la destruction presque complète des ligneux

par les agriculteurs. Toutefois la pratique de l'agroforesterie explique aussi que, vue par le capteur TM de Landsat, la plus grande partie des parcelles agricoles se présente comme une zone arborée et/ou arbustive à faible densité en ligneux.

Les espaces de pâturage et sols nus érodés ou cuirassés restent visibles dans la mesure où la réflectance demeure particulière. Même une fois abandonnée, la reconquête des espaces dégradés se fait d'abord par des espèces typiques de savanes arbustives tandis que certaines espèces subsistent, comme les *Acacia albida*, *Acacia siberiana*, *Prosopis africana*. Dans la mesure où, du fait de l'activité agricole, toute la végétation a le même âge, la canopée reste très uniforme vue de haut, sans que certains arbres plus grands ne jettent de l'ombre sur ceux qui sont en dessous, expliquant ainsi la très forte rétro diffusion dans la bande 4 (**Tableau III et Figure 7**).

Tableau III : Caractéristiques spectrales et domaine d'application en Bande TM des images Landsat

Bande s TM	Domaine spectral		Domaine d'application
	Longue ur d'onde	Couleur	
TM1	0,45 - 0,52	bleu	Discrimination entre le sol et la végétation, bathymétrie/cartographie côtière; identification des traits culturels et urbains
TM2	0,52 - 0,60	vert	Cartographie de la végétation verte (mesure le sommet de réflectance); identification des traits culturels et urbains
TM3	0,63 - 0,69	rouge	Discrimination entre les espèces de plantes à feuilles ou sans feuilles; (absorption de chlorophylle); identification des traits culturels et urbains
TM4	0,76 - 0,90	Proche IR	Identification des types de végétation et de plantes; santé et contenu de la masse biologique; délimitation des étendues d'eau; humidité dans le sol
TM5	1,55 - 1,75	(IR de courte longueur d'onde)	Sensible à l'humidité dans le sol et les plantes; discrimination entre la neige et les nuages
TM6	10,4 - 12,5	IR thermique	Discrimination du stress de la végétation et de l'humidité dans le sol relié au rayonnement thermique; cartographie thermique
TM7	2,08 - 2,35	IR de courte longueur d'onde)	Discrimination entre les minéraux et les types de roches; sensibles au taux d'humidité dans la végétation

Source : Centre Canadien de télédétection

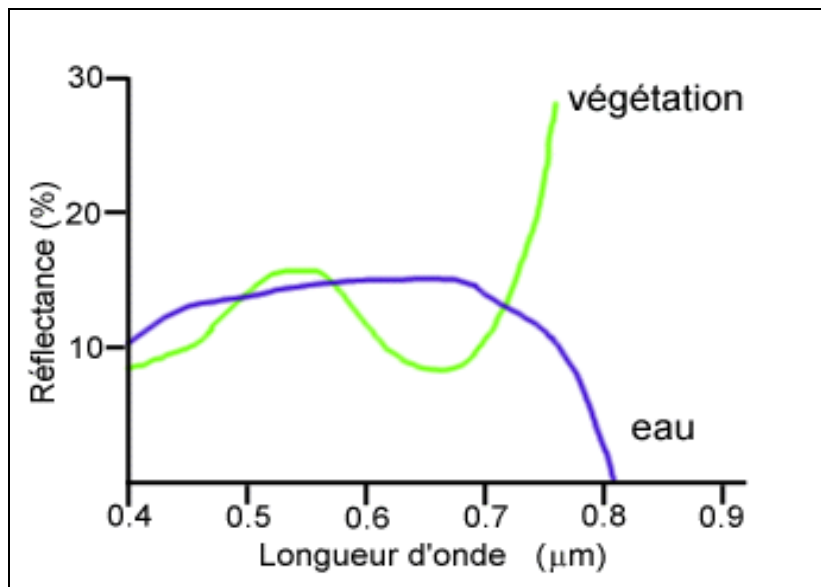


Figure 7 : Signature spectrales de la végétation et de l'eau

Source : Centre Canadien de Télédétection

✓ **Traitement des données et vérification complémentaire de terrain**

Dans l'image Landsat, les territoires agricoles se manifestent principalement par l'apparition de sols nus, à la radiométrie très caractéristique, le type d'agriculture pratiquée par les populations riveraines du PNDB ne dénudant que très rarement le sol complètement, et ce sur de très petites surfaces. Sur l'image, trois types de réponses spectrales de territoires agricoles existent, la première véritablement de sol nu (de couleur blanche), la deuxième de sol nu couvert de graminées (couleur vert gris), et la troisième rougeâtre de sol couvert d'essences forestières, cette dernière pouvant être confondue avec les savanes arbustives

Par contre les forêts et milieux semi-décidus se manifestent particulièrement par la couleur rouge. La distinction entre les différentes unités se fait à partir de la texture, la forme, la tonalité, la structure, la mosaïque des taches, la situation géographique, etc. Ainsi, par exemple, les forêts galeries se distinguent facilement par la teinte rouge forte et leur situation le long des cours d'eau qui se distinguent par leur forme.

Pour une interprétation réellement exacte, seul un travail de terrain combinant reconnaissance des aires concernées et collecte d'informations, permet de distinguer les territoires agricoles sinon dégradés, et les domaines des forêts et milieux semi-décidus. La vérification complémentaire de terrain s'est faite avec l'aide des coordonnées GPS (**Annexe 8**) des points et des zones identifiées. De ce fait l'analyse à consister à confronter les informations recueillies avec celles existantes. La reconstitution des paysages a été faite avec l'aide de l'encadrement technique de gestion du Parc.

On notera, toutefois, que dans certains cas, le décalage entre la prise de vue de l'image et la date de vérification, rend presque impossible cette distinction. Les espaces considérés comme territoires agricoles sur l'image ne représentent plus que des jachères ou savanes herbeuses et arbustives tandis que certaines zones de forêts et de milieux semi décidus sont soumises aux activités agricoles. Donc la localisation et l'estimation des aires affectées par l'un ou l'autre ne peuvent pas se faire de façon précise encore à cause de l'inaccessibilité de la zone, comme c'est le cas dans la zone de la forêt classée de Dibon. Seul un suivi diachronique entre 2002 et 2009 ou avec des images SPOT, avec un pas de temps relativement faible (par exemple chaque année ou chaque six mois), permettrait d'étudier précisément de tels cas ; ce qui est malheureusement impossible du fait de la rareté des données, comme nous l'avons souligné plus haut.

✓ **Utilisation de classifications supervisées**

Malgré les avantages de l'interprétation visuelle pour l'explication du contexte, également une classification supervisée, à partir de polygones choisis visuellement, sur l'image de manière à pouvoir les comparer par la méthode des matrices de confusion a été utilisée. La méthode de comparaison automatique basée sur les indices de végétation, n'a pas été retenue car l'image n'a pas été prise en compte par toutes les extensions du logiciel de traitement d'image. Elle a été enregistrée dans une extension "BO " dont la décompression n'a pas abouti.

Initialement, deux classes avaient été prévues, l'une pour les territoires agricoles et l'autre pour les zones de forêts et milieux semi décidus. Il est rapidement apparu, en raison de l'importance d'un certain nombre de confusions, qu'il était nécessaire d'isoler le parc afin de minimiser ces similitudes, et de rajouter d'autres classes. Après l'éclatement de ces deux classes en dix sept sous-classes, les confusions ont été très largement augmentées, et quelques pixels demeurent mal classés, ce qui est visible sur le résultat graphique, bien que leur influence sur les résultats quantitatifs soit négligeable. Une autre source d'erreur gênante fut la confusion entre la classification de vastes aires des terroirs agricoles périphériques couvertes de verts et gris, avec des savanes herbeuses et sols nus du parc. Le problème a été résolu, au prix des données de connaissance préalable du terrain et d'une séparation des limites du parc.

Au total, 17 classes ont été identifiées pour diriger la classification par maximum de vraisemblance effectuée sur l'image du PNDB. Le résultat a ensuite été nettoyé avec un filtre

moyenneur de dimension 5X5 pour agréger les classes afin de retirer les pixels isolés. Les relevés GPS de terrain ont permis enfin de valider la classification. Cette classification est légèrement biaisée par la question des territoires agricoles ; d'où la nécessité de précautions lors de l'interprétation. En effet, environ 30 % de la zone d'étude n'est pas exploitable, par contre la quasi-totalité des unités de paysage se retrouve à sa place. Il faut donc tenir compte qu'une partie du parc n'a pas pu être couverte par la démarche.

2-3-4- Enquêtes phytosociologiques

L'analyse de la végétation s'est appuyée, en partie, sur la documentation. Toutefois un dispositif d'inventaire a été mis en place dans les diverses unités de végétation d'occupation de la terre. Un échantillonnage raisonné a été réalisé et consiste à faire des observations phytosociologiques et voir les caractéristiques dendrométriques des arbres et arbustes du parc. L'unité parcellaire est de 30 m x 30 m soit (0,09 ha) la surface d'un pixel de l'image.

Ainsi, pour le relevé floristique, une liste des espèces végétales rencontrées est notée avec une attention particulière sur les espèces dominantes en taille et en nombre. Celles qui n'ont pas été déterminées sur place ont été identifiées avec l'aide du chef de l'UGAP et d'autres spécialistes. La nomenclature suivie est celle de Arbonier M., 2002. Au total 60 relevés floristiques ont été réalisés suivant les principales pistes du parc, à raison de 10 dans chaque principale formation végétale identifiée.

Pour l'analyse des formes biologiques des espèces relevées les types biologiques définis par de Raunkiaer (1934) repris et aménagés par divers auteurs pour l'étude de la végétation des régions tropicales en l'occurrence celles de Lebrun 1947 et de Schnell 1971 ont été utilisés. Il s'agit de distinguer : les Phanérophytes (Ph) ; les chaméphytes (Ch) ; les Hémicryptophytes (He) ; les Géophytes (Gé) ; Les Thérophytes (Th) (plantes annuelles) ; et les lianes (plantes grimpantes).

Les phanérophytes sont subdivisées en quatre classes qui sont :

- ✓ Mégaphanérophytes (MP) ; arbre de plus de 30 m de haut
- ✓ Mésophanérophytes (mP) : arbres de 10 à 30 m de haut
- ✓ Microphanérophytes (mp) : arbres de 2 à 10 m de haut
- ✓ Nanophanérophytes (np) : arbres de 0,4 à 2 m de haut.

En revanche le relevé des variables relatives aux communautés végétales s'est fait de façon rapide sur le terrain. Cette classification physionomique des formations traversées a obéi à la définition de Yangambi et à celle de la BDOT de 2002. C'est ainsi que nous avons distingué :

- **les forêts denses sèches** : peuplement fermé avec des arbres ayant un recouvrement de plus de 70 % et dont le sous-bois est dominé par des arbustes sempervirents ou décidus, avec une strate herbacée absente ou occasionnelle ; ils perdent généralement une partie de leurs feuilles en saison rude ;
- **les forêts claires** : peuplement ouvert avec des arbres ayant un recouvrement compris entre 50 et 70 % et une strate herbacée peu dense ;
- **les forêts galeries** : peuplement forestier dense et/ou clair situé à proximité des cours et voies d'eau permanents ou temporaires ;
- **les savanes** : formation herbeuse dense parfois piquetée de quelques arbustes ou arbrisseaux épars ordinairement, brûlée annuellement (Trochain, 1957) ;
- **Espaces nus ouverts** : ce sont des zones vides ou avec peu de végétation en particulier des herbacées. Il s'agit des roches nues, des végétations clairsemées et des sols nus érodés.

A la fin, chaque espèce est mentionnée dans la strate où elle a été échantillonnée. L'échelle de grandeur des étages conventionnellement retenue est la suivante : strate 1, en dessous de 2 m ; strate 2, entre 2 et 7 m ; strate 3, entre 7 et 15 m ; et enfin la strate 4, supérieur à 15 m.

2-3-5- Cartographie et réalité du terrain

Comme, nous le disons ci-dessus, les données des classifications ont été étalonnées à partir des opérations de réalité terrain menées lors de la recherche aux PNDB. Cinquante points GPS ont été relevés détaillant les milieux naturels, la localisation des pistes, des principaux espaces agropastoraux, etc. Les résultats du survol aérien à basse altitude de la zone d'étude réalisé en mars 2009 ont également été exploités. Parallèlement, l'enquête socio économique et ethnographique a été menée sur l'usage locale des ressources de l'aire et la reconnaissance de ses limites. Elle a abouti à la réalisation de cartes détaillant leurs connaissances géographiques et écologiques, et les pressions humaines sur la zone.

Le tirage de l'image satellite a également été présenté aux guides et accompagnateurs, qui ont rapidement pu s'y localiser à partir du réseau hydrographique facilitant le relevé des points et les données écologiques notamment la systématique des plants sur les parcelles de 25 X 25 mètres. Au final, c'est une cartographie d'occupation des terres dans les limites du parc qui ressort de ce travail, rendant possible une compréhension approfondie des unités écologiques pour un aménagement et une gestion durable du PNDB.

2-3-6- Matériel de collecte des données sur le terrain

➤ Déplacement et matériel roulant

Tous les déplacements du Bureau de l'UGPNDB au site sont effectués à l'aide d'une voiture type « TOYOTA LAND CRUSER ». En dehors des pistes accessibles par la voiture, la marche a été préconisée. Le transport en commun a permis d'accéder à une portion de la forêt classée de Dibon, notamment les environs de Fouzan. Par ailleurs, les mobylettes ont été utilisées pour accéder à certaines localités comme ce fut le cas des territoires villageois de Virou, Ouroubono, Petit Balé et Ouahabou.

➤ Outils de collecte et équipement

Pour tous les déplacements, nous avons une tenue de brousse, deux GPS, un appareil photo numérique, un couteau, un bloc note, un stylo, un sac de brousse, une boussole, des armes détenues par les gardes etc.

2-3-7- Matériel de traitement des données

Il s'agit dans cette section de présenter le matériel utilisé pour retirer les informations.

➤ Matériel informatique (ordinateur et périphériques) ;

Pour le travail, l'unité de conservation du Parc avec l'appui de l'OFINAP, dispose en son bureau d'un poste ordinateur (HP Pentium (R) 4CPU 2.66GHZ, 504 Mo de RAM), d'un ordinateur portable (DELL Latitude CPx), et d'une imprimante. En dehors de ces appareils, nous avons utilisé le parc informatique de l'Institut, d'un ordinateur portable (SONY Pentium III 692 Mhz, 128 Mo de RAM) d'un co-stagiaire sur le terrain.

➤ Logiciels de cartographie (logiciel SIG et télédétection) ;

La réalisation des cartes s'est faite grâce au logiciel de systèmes d'information géographique Arcview devenu le logiciel cartographique et le SIG bureautique de référence. Arcview a été retenu parce que nos données sont au format Arcview (fichiers Shape File), et également il apparaît dans la gamme des logiciels d'ESRI comme standard et est compatible en termes d'échanges de données avec la majorité des produits SIG du marché. Arcview requiert beaucoup de pratique pour une utilisation aisée de ces fonctions. En outre, d'autres logiciels de traitement d'image (ERDAS et WinChips) nous ont servis pour la réalisation de ce travail.

2-4- Difficultés rencontrées

Pour ce travail d'énormes difficultés ont été rencontrées :

2-4-1-Collecte des données existantes

L'obtention des fonds de dossiers et des écrits disponibles sur le parc ne n'était pas aisée. En effet, si plusieurs rapports techniques sur les différentes activités du parc et dans la région existent, il faut cependant retenir qu'il n'y a pas eu d'étude spécifique sur la cartographie sauf celle réalisée dans le cadre du projet PAUCOF pour la révision du statut du parc. Donc une référence n'a pas été trouvée. Toutefois, le travail abattu par la DSES avec l'aide de l'IGB a permis d'obtenir les fichiers Shape et de l'image Landsat TM de 2002.

2-4-2-Déplacement sur le terrain

Sur le terrain, il a été quelque peu difficile de se déplacer. Il fallait à chaque fois attendre la mobilité de l'équipe de éco gardes. Ce qui à priori ne donnait pas assez de marge pour certaines vérifications. Néanmoins, l'intérêt porté à la réussite de notre travail nous a permis de faire les vérifications susmentionnées.

2-4-3-Traitement des données

Pour le traitement des informations recueillies, il convient de souligner trois niveaux de difficultés :

- le premier vient de l'encadrement technique qui n'a pas permis de coordonner à temps les idées et la démarche de la recherche ;
- le deuxième vient du manque de logiciel de traitement d'image et de la vétusté du matériel informatique de l'UGPNDB qui n'a pas facilité le travail sur place ;
- enfin le dernier niveau relève de la fermeture de la salle informatique du 2iE pour des raisons du départ en vacances administratives du personnel de l'institut.

Toutes ces difficultés n'ont guère ébranlé notre volonté d'arriver au bout de la recherche dont les résultats sont présentés dans le chapitre suivant.

III- Synthèse des résultats

Après la présentation de la méthodologie du travail, il s'agit dans cette partie d'exposer les résultats obtenus, de faire leur analyse afin d'en dégager les grandes orientations d'aménagement du parc.

3-1- Résultats globaux

3-1-1- les principales unités de végétation

Le Parc National des Deux Balé très anthropisé, présente une végétation très fragmentée. L'esquisse de la carte d'occupation actuelle du parc permet de reconnaître 8 unités, (**Tableau IV, Figure 9**). Les unités végétales du parc sont dominées par les savanes (arbustives à herbeuses) dégradées sur sols ferrugineux tropicaux à matériaux gravillonnaires d'altération schisteuse. C'est une pénéplaine très pâturée représentant 75% de la végétation du Parc. Ce type de savane renferme aussi d'anciennes jachères sur des sols cuirassés. Les savanes boisées (forêt claire et savane arborée) à dominance, *Danielia oliveri*, *Isoberlinia doka*, *Afzelia africana*, *Anogeissus leiocarpus*, perceptibles non loin des cours d'eau au sein du noyau non occupé par les pasteurs ne représentent que 5,03%. Les forêts galeries et forêts denses sèches à *Mitragyna inermis* et l'*Anogeissus leiocarpus* représentent 7,63% de la surface actuelle du parc. Les sols nus dus à l'occupation humaine récente et à la nature rude des matériaux pédologiques occupent 12,52%.

Tableau IV : Occupation de la terre dans le Parc issue de la classification

Unités de végétation	Superficie (ha)	Proportion (%)
Forêt claire	1541, 280	1, 90
Îlots de Forêt dense sèche et galerie forestière	6174,162	7, 63
Savane arbustive	31769, 641	39, 27
Savane herbeuse	28755, 313	35, 55
Savane arborée	2531, 875	3, 13
Sol nu	10124, 931	12, 52
TOTAL	80897, 202	100, 00

Source : Résultat de la classification supervisée de l'image.

NB : Superficie du Parc est de 80600 ha ; il y a une marge d'erreur de 0,40 % après analyse de l'image.

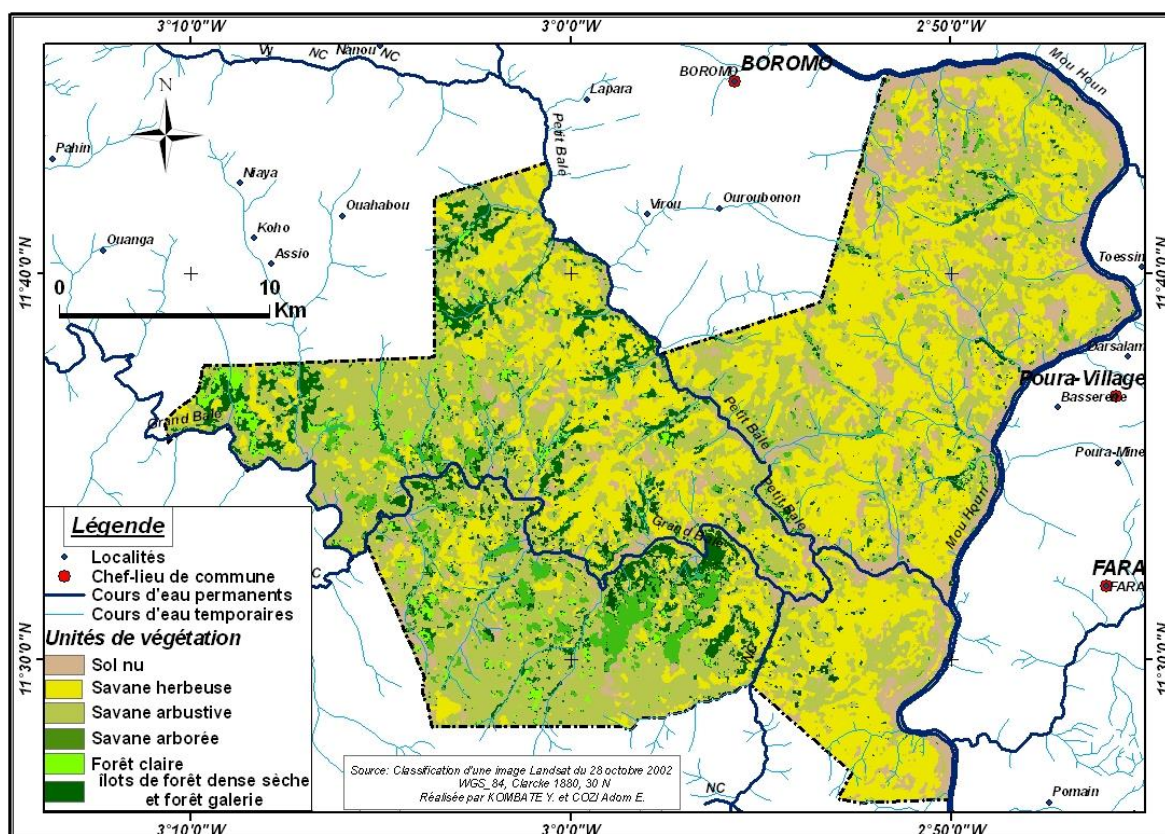


Figure 8 : Résultats de la classification supervisée

3-1-2- Le spectre des types biologique

Le spectre des types biologiques montre que les microphanérophytes (mp) et les Mésophanérophites (mP) sont les plus abondantes avec respectivement 31 % et 30% (**Figure 9**) des espèces recensées. Les Hémicryptophytes, les Nanophanérophites, les mégaphanérophites, les Géophytes, les Chaméphytes, les Théophytes sont relativement peu nombreuses.

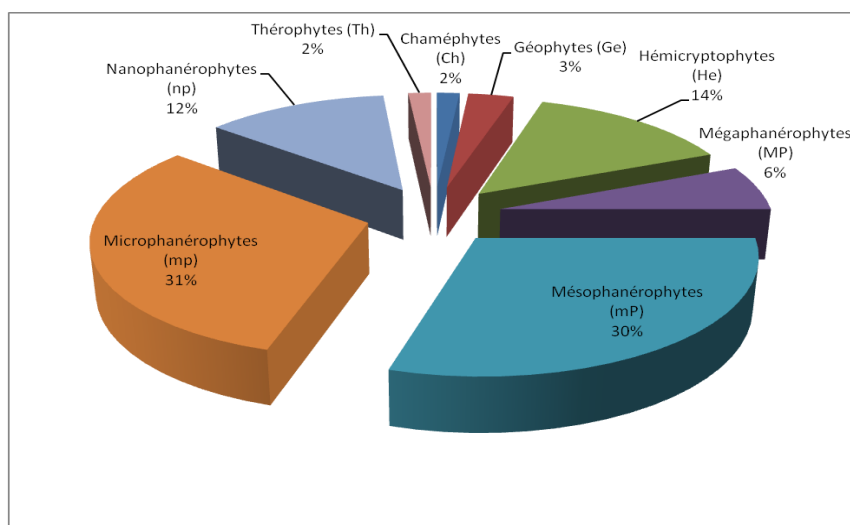


Figure 9 : Spectre des types biologiques

3-2- Les sols nus

La comparaison entre les scènes de l'image utilisées et la validation de terrain permet d'identifier trois stades d'état de sol nu. Le premier stade est celui des sols nus argileux, qui apparaît en blanc sur les images. Le sol est mis à nu et dépourvu de toute couverture végétale détectable par le satellite, ce qui lui donne une réponse facilement identifiable. C'est probablement le stade pour lequel la confusion est la moins possible ; il se situe le long du fleuve Mouhoun et de ses affluents.

Le second stade est constitué par les zones d'affleurement rocheux qui se retrouvent au sommet des collines du Nord. En fonction de l'état du sol (parfois complètement minéral) et de la taille des aires d'affleurement, la colonisation par la végétation s'avère quasiment impossible. Ainsi, avec l'image, on peut remarquer certaines zones au visage des aires de transformation anthropique. La distinction reste contrastée avec les zones d'occupation agricole (culture hétérogène et/ou annuelle).

Le troisième stade des aires de sol nu est celui des sols nus érodés et/ou cuirassés qui révèlent par endroits l'implantation de l'activité humaine, en l'occurrence l'agro pastoralisme. Ils se retrouvent localisés à la lisière des savanes du parc.

Au total, on dénombre 93 zones de sols nus couvrant en somme 10 124,931 ha, ce qui correspond à 12,52 % environ de la superficie du parc. On remarque aussi que ces zones ont été les plus exploitées notamment l'agro pastoralisme; car les espaces de campements de bœufs identifiés correspondent à 75 % de ces terres impactées. Toutefois, cela n'indique pas que les sols nus du parc sont le résultat des activités de campement de bœufs. Mais elles ont contribué à l'accélération de la dégradation de certaines zones. En effet, ces campements se font sur des espaces assez ouverts proches des points d'eau et des zones de vaste pâturage. Ils se poursuivent de nos jours mais de façon temporaire et discrète dans les zones des savanes herbeuses, à cause de la présence des éco gardes.

3-3 La typologie des savanes

L'interprétation des images a montré qu'il était relativement aisé de détecter les savanes en l'occurrence les savanes herbeuses. Ainsi, on dénombre trois types de savanes à savoir la savane herbeuse, la savane arbustive et la savane arborée, couvrant 63 056,829 ha soit 77,95 % de la superficie totale du parc. Chaque savane possède ses caractéristiques dont les

communes restent l'abondance des herbacées avec la prééminence des *Andropogon spp.* Il faut cependant, noter que les espaces de jachère sont perceptibles dans les zones dégradées dont le paysage se confond aux savanes.

Bref, il est donc facile de distinguer les différentes savanes par la configuration des ligneux dans la bande 4. *A priori*, la description de l'état de surface ou « système de surfaces élémentaires », devra se faire sans trop de confusion.

3-3-1-La savane herbeuse

D'une superficie de 28 755,313 ha, la savane herbeuse représente 45,60 % des savanes du parc. C'est la seconde unité de végétation la plus représentative du milieu. Elle s'étend sur l'ensemble de l'aire et occupe les vastes domaines des sols peu évolués cuirassés et gravillonnaires. En fait ces savanes herbeuses ne sont pas de vastes étendues mais de très petites superficies isolées qui s'insèrent dans les autres formations végétales. On en distingue deux grands types : les savanes herbeuses au sol nu et/ou généralement couvert par des cuirasses sur lesquelles émergent des herbes résistantes; et les savanes herbeuses dominées par des arbustes nains majoritairement de la famille des combrétacées qui font plus de 50 % des espaces occupés, et dont la hauteur ne dépasse guère 7 mètres. Dans l'un ou l'autre cas, le passage de la savane herbeuse à une autre formation se manifeste par la présence d'arbustes dont les plus fréquents sont le *Detarium microcarpum*, les *Acacia spp*, le *Piliostigma thoninguii*, l'*Annona senegalensis* etc.

En somme, les espèces dominantes de ces types de savanes herbeuses sont: *Andropogon gayanus*, *Cochlospermum spp*, *Loudetia togoensis*, *Entanda*, *Vetiveria nigriflora*, *Diheteropogon spp*, *Hyparrhenia spp*, *Cymbopogon spp*, etc. A la lisière de ces savanes herbeuses, on y trouve par endroits des arbustes du genre *Acacia*, *Detarium microcarpum*, *Piliostigma thoninguii*, *Annona senegalensis*, *Terminalia macroptera*, *Lannea microcarpum*, *Vittelaria paradoxa*, *Diospyros mespilliformis*, *Tamarindus indica*.

3-3-2-La savane arbustive

Ce sont des formations végétales dominées par les arbustes de taille inférieure à sept mètres de hauteur et dont le recouvrement reste inférieur à 50% (BDOT, 2005). Ces arbustes sont supplantés par endroits par une strate arborée dont le taux de couverture reste en dessous de 10 % et dont le tapis graminéen est proche de 100 %. Deux strates sont généralement

observables : la strate herbacée et la strate arbustive dont la composition floristique est très riche. La savane arbustive est la formation la plus répandue dans le parc. Elle représente 39,27 % de la superficie totale de l'aire soit environ 31769,641 ha.

Les zones des savanes arbustives sont couvertes par le *Combretum spp*, *Acacia albida*, à plus de 50 %. Hormis ces espèces, on y trouve fréquemment des arbustes et arbres tels : *Piliostigma thonningii*, *Hymenocardia acida*, *Vitellaria paradoxa*, *Bridelia ferruginea*, *Annona senegalensis*, *Lannea micoparpum*, *Prosopis africana*, *Balanites aegyptiaca*, *Parkia biglobosa*, *Hexalobus monopetalus*, *Parinari curatellifolia*, *Pteleopsis suberosa*, *Ficus spp.*, *Nauclea latifolia*, *Mitragyna spp*, *Burkea africana*, *Khaya senegalensis* etc.

Le couvert graminéen est presque entièrement constitué d'*Andropogon spp*, *Vetiveria nigritana*, *Diheteropogon spp*, *Hyparrhenia*, *Cymbopogon spp*, *Cochlospermum spp*, etc.

3-3-3-La savane arborée

C'est une formation où les arbres et arbustes forment un couvert généralement clair (TROCHAIN, 1957). Les arbres ont un recouvrement de l'ordre de 35 à 50 %. Les arbustes y représentent une forte proportion, et sont disséminés dans un tapis graminéen dépassant les 60 % du taux de recouvrement. C'est la seconde formation la moins répandue (3,13 %) dans le parc, environ 2 531,875 ha de superficie.

La savane arborée présente trois strates clairement identifiables : une strate herbacée, une strate arbustive et une strate arborée à arborescente. La composition floristique de cette unité est dominée par le *Detarium microcarpum* qui est l'espèce phare des milieux arborés. Outre cette espèce, on y trouve *Burkea africana*, *Khaya senegalensis*, *Daniellia oliveri*, *Terminalia macroptera*, *Terminalia avicennoides*, *Terminalia laxiflora*, *Annogeissus leiocarpus*, *Azélia africana*, *Tamarindus indica*, *Parinari curatellifolia*, *Pteleopsis suberosa*, *Piliostigma thonningii*, *Annona senegalensis*, *Combretum spp.*, *Ficus spp.*, etc. *Andropogon sp*, *Hyparrhenia*, *Cymbopogon spp* dominent la strate herbacée

3-3-4-Les jachères

Les jachères se localisent généralement, à l'interface des territoires agricoles et des zones de forêts et milieux semi décidus. Elles se présentent souvent sous la forme de « parcs à Karité et

/ou à Néré », espèces épargnées par les défrichages à cause de leur intérêt socio-économique. Résultant des pratiques humaines, les jachères présentent le plus souvent sur sols dégradés, une strate herbacée très abondante avec un taux de recouvrement compris entre 80 % et 90 % et une strate arbustive très clairsemée où dominent les *Combretum* spp et les *Pteleopsis* spp.

Dans les champs à la lisière du parc, en revanche, la principale strate des cultures est dominée par les arbres comme *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Borassus aethiopum*, *Mangifera indica*, *Ceiba pentandra*, *Vitex doniana*, *Adansonia digitata* ...qui sont des espèces à vocation économique et médicinale. Mis à part ces espèces, la strate herbacée reste colonisée par les *Andropogon* et les *Pennisetum*.

3-4- Les forêts et galeries forestières

3-4-1-Les galeries forestières

Situées généralement le long des cours d'eau, ces formations forestières se développent sur des sols hydromorphes et riches. Leur importance témoigne de la densité du réseau hydrographique.

Les galeries sont généralement de véritables formations forestière bien fournies et présentant au moins trois strate.

- La strate arborée constituée d'arbres de plus de 20 mètres de taille et dont le taux de recouvrement avoisine les 20 % environ ;
- La strate arbustive, d'un recouvrement de 40 % en moyenne est la plus fournie d'espèces d'au moins 7 mètres de hauteur ;
- La strate inférieure (entre 2 et 7 mètres) a un recouvrement en dessous de 40 %.
- La strate herbacée est très pauvre en espèces et en individus.

On y trouve majoritairement le *Mitragyna inermis* et l'*Anogeissus leiocarpus*, et plus souvent d'autres espèces telles que *Pterocarpus santalinoides*, *Morelia africana*, *Khaya senegalensis*, *Vernonia colorata*, *Oncoba spinosa*, *Xylopia* sp, *Pouchetia* sp etc. On note aussi la présence du *Raphia sudanica*, *Phoenix reclinata*, *Oxythenantera abyssinica*... Mais, il faut signaler qu'en raison des sécheresses très prolongées de la région, ces espèces perdent, le plus souvent, toutes leurs feuilles en saison sèche laissant nus les cours d'eau.

3-4-2-Les forêts denses sèches

Il s'agit généralement de petits îlots de formations végétales présentant sur de très petites surfaces, les différentes strates forestières. Elles se localisent à l'interface des galeries forestières et des forêts claires. D'une superficie totale de 1235,234 ha, elles sont le domaine des grands arbres atteignant 30 mètres de hauteur. *Isoberlinia doka*, *Anogeissus leiocarpus*, *Daniellia oliveri*, *Azelia africana*, etc. sont les espèces inféodées à ces formations. Tandis que des arbustes comme *Piliostigma thoninguii*, *Detarium microcarpum*, *Burkea africana*,... forment les strates moyenne et inférieure ; la strate herbacée est presque inexistante et dominée par les espèces d'ombre telle que *Andropogon tectorum*. Des lianes comme *Saba senegalensis* sont assez fréquentes.

3-4-3-Les forêts claires

Les forêts claires sont des peuplements ouverts composés d'arbres aux cimes plus ou moins jointives, pourvus d'un tapis graminéen et d'une strate arborescente pratiquement continue où dominent les arbres de plus de 15 mètres de hauteur. C'est une savane boisée avec un tapis herbacé important. La strate arborée est dominée par *Isoberlinia spp*. Avec l'apport d'autres légumineuses telles l'*Anogeissus leiocarpus*, le *mitragyna spp*,... cette strate présente un recouvrement allant de 20 à 75 %.

Au niveau de la strate arbustive apparaissent des espèces telles que *Hymenocardia acida*, *Allophyllus africanus*, avec un recouvrement de l'ordre de 40 %. Tandis qu'au niveau des herbacées émergent les espèces de pénombre, en l'occurrence l'*Andropogon tectorum*, l'*Andropogon gayanus*, le *Tinnea barteri*, *Cyperus spp*.

Somme toute, la composition floristique de ce type de formation végétale est la suivante : *Isoberlinia doka*, *Isoberlinia tomentosa*, *Uapaca sp*, *Monotes Kerstingii*, *Anogeissus leiocarpus*, *Azelia africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Daniellia oliveri*, *Terminalia glaucescens*, *Prosopis africana*, *Parkia biglobosa*, *Lophira lanceolata*, *Vitex doniana* etc.

3-5- Essai de calcul de la régénération naturelle

La comparaison entre l'image de 2002 et la vérification terrain de 2009 permet de faire quelques déductions sur la régénération naturelle, tout en conservant à l'esprit les limitations signalées plus haut et les difficultés présentées par territoires agricoles, dont certaines ont pour origine la culture cotonnière en vogue dans la région et des activités pastorales très intenses dans le parc ces dernières années. Dans ces conditions, les calculs de régénération seront donc à prendre avec beaucoup de recul. Ils constituent plus une indication sur la

capacité du milieu naturel à se reconstituer après agression et/ou une dégradation due aux activités humaines. Car, aucun inventaire botanique n'est disponible sur le milieu afin de donner un sens à ces indications d'autant plus que la télédétection ne permet pas de faire la différence fine entre une jachère riche en arbustes dont la canopée est diversifiée mais en nombre restreint d'espèces, et une savane arborée primaire comprenant des spécimens de plusieurs années.

En ayant à l'esprit ces limitations, on remarquera ainsi que la majorité des espaces agricoles observés sur l'image et la BDOT de 2002 n'est plus classée dans cette catégorie après validation de 2009. Plus des trois quarts des territoires agricole ont donc changé de catégorie, se trouvant assimilées à des savanes herbeuses, à l'exception de quelques territoires situés dans la forêt classée de Dibon où vraisemblablement l'activité agricole est observable : 17 % sont assimilées aux sols nus, 30 % à de la savane herbeuse et 27 % à de la savane arbustive. Cette infiltration agricole se situerait dans le premier kilomètre à l'intérieur du parc.

Au regard de ce qui précède, on peut donc en déduire qu'en moins de dix ans, près de 60 % des espaces dégradés ont été régénérés et correspondent aux savanes, 17 % sont restés à un stade de sols érodés (sans doute les plus petits dissimulés au milieu de sol nu cuirassé). Par contre 21 % sont encore recouverts des champs de cultures (**Figure 10**).

La régénération naturelle semble donc être possible sur un intervalle de dix ans. S'il demeure encore de formations dégradées en 2009, une bonne partie provient de l'insuffisance de contrôle de l'administration forestière. Ces espaces devraient se cicatriser en quelques années, surtout avec les nouvelles orientations assignées à l'UGPNDB.

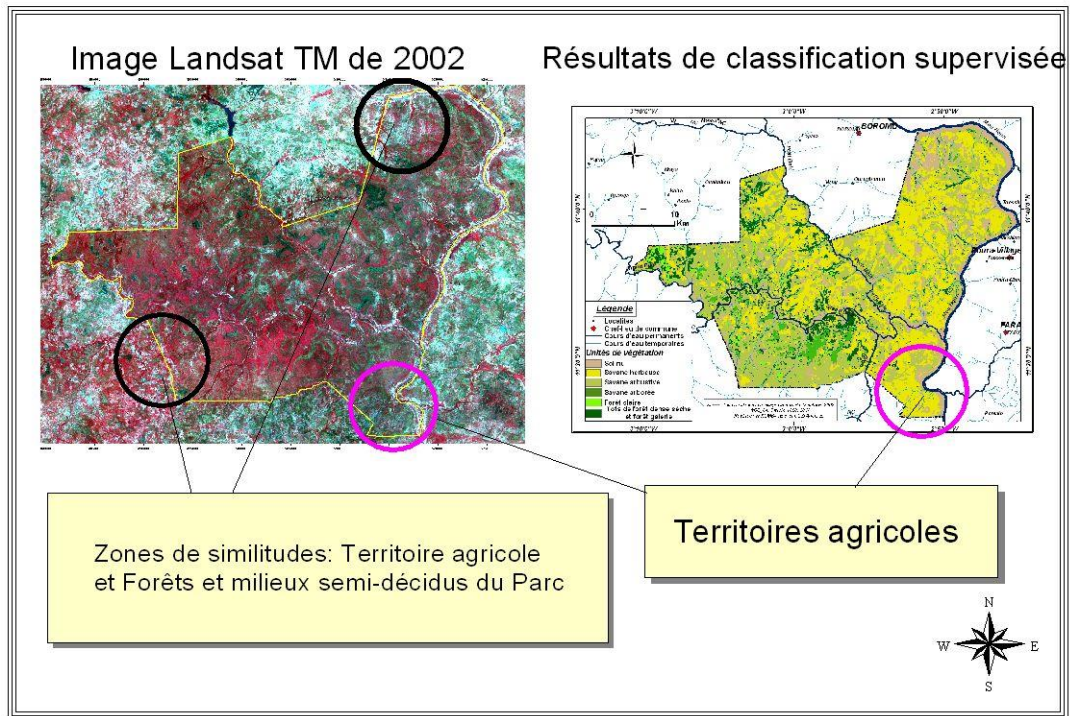


Figure 10 : Analyse de la régénération naturelle

Au demeurant, il convient de remarquer que la méthode visuelle, si elle devait être appliquée sur un jeu de données plus important, *a fortiori*, poserait des problèmes vue la durée qu'elle nécessite et également en raison des différences d'interprétation pouvant survenir entre deux opérateurs différents ou bien entre des interprétations de la situation à deux dates différentes. Dans le cas-ci de cette étude, les cartes produites se sont avérées cependant adaptées à la réalité décrite, et ont toujours été confirmées lors des études de terrain. Par conséquent certains éléments de ces résultats obtenus méritent d'être nuancés.

IV- Discussion

Il s'agit essentiellement de voir dans cette partie, les limites et les forces atteintes par notre méthode et partant faire une critique de la configuration et la gestion du parc.

4-1- Gestion des limites du parc

Parler de gestion d'une aire protégée, de nos jours, suppose à la fois la conservation, la protection et la valorisation de son patrimoine au profit de tous les acteurs impliqués y compris les populations riveraines. Cependant, toute intervention susceptible de modifier la nature de ce patrimoine à savoir les paysages, les écosystèmes, la diversité biologique, l'intégrité territoriale, devrait être proscrite. Bref, la première vocation pour la gestion d'un parc est la sauvegarde de l'ensemble de son patrimoine, et cela passe avant tout par la sécurisation de la périphérie pour une stabilisation des limites.

Malheureusement, force est de constater que les limites du PNDB sont parfois mal indiquées et certaines pratiques agricoles empiètent sur le territoire du parc. Les résultats ont clairement montré que certaines bornes sont franchies par les villageois par ignorance, en tout cas pas en absence d'informations. Quand bien même la zone périphérique ne soit pas encore précisée, la majorité des paysans rencontrés sur place reconnaissent la matérialisation participative de ces limites. Toutefois, tous ces points et niveaux de limites devront d'être définis sur carte et plan d'occupation des sols, et être expliqués aux populations riveraines puis matérialisés avec leur collaboration. Car, aucun arrêté de déclassement n'a été pris par le gouvernement burkinabé redéfinissant les limites de l'aire mis à par les arrêtés de classement des forêts classées des Deux Balé et de Dibon qui sont à l'origine du PNDB.

Certes, en 1986-1987, la limite a été matérialisée sur le terrain par bornage grâce au projet hollandais "bois de village"(BERLIN, 2002), le projet PAUCOF en 2002 a repris le même processus de délimitation du parc par la reconstitution des limites ; et aujourd'hui, des pistes ont été créées dans la forêt classée des Deux Balé censée matérialiser de manière très visible la présence de l'administration des Aires Protégées. Mais, elles ne couvrent pas encore le territoire de la forêt classée de Dibon où l'empiètement des limites est plus accentué. Ainsi, l'officialisation du statut de Parc par la prise de mesures juridiques adaptées permettrait également de clarifier ces limites.

4-2-L'occupation des terres

L'analyse des cartes et de l'histoire de la zone montre que le PNDB regorgeait d'importantes ressources ligneuses et fauniques. Comme dit plus haut, les zones de savanes et forêt claire qui s'étalent sur la totalité presque du parc occupent plus de 63 % avec de nombreux sites de sols nus et d'espaces considérablement dégradés par les cultures hétérogènes.

Il convient de relativiser cette proportion d'autant plus toutes les zones de culture identifiées à travers les données des images et du survol aérien ne sont pas des champs agricoles. Il s'agit dans la majorité des cas des espaces ouverts sans ou avec un peu de végétation qui ne résulterait forcément pas de l'action de l'homme.

4-2-1- L'aire réellement affectée par les activités agropastorales

Les résultats obtenus confirment l'acharnement des populations riveraines sur les ressources du parc et la dynamique de celles-ci. Si les changements de catégorie des territoires agricoles entre 2002 et 2009 ne montrent que l'empiètement des limites, il faut noter que de vastes territoires de la forêt classée de Dibon demeurent sous l'emprise des activités agricoles. Tandis que, la zone de Soumbou et ses environs ont été exploités par les riverains pour les cultures et l'exploitation minière durant une courte période avant d'être abandonnées, les orpailleurs s'attaquant à un long filon à l'intérieur des limites du parc. Cependant, il est difficile de calculer exactement l'aire totale affectée par l'activité humaine dans la mesure où l'exploitation minière artisanale ne se fait pas au détriment des ligneux (Photos), d'une part, et le manque de piste d'accès devant couvrir le territoire de la FC de Dibon ne permet pas de disposer des informations suffisante sur ce qui se fait dans cette partie, d'autre part.



Photo : Exploitation minière dans le Parc National des 2 Balé

Source : Enquête de terrain (Photo Issifou 30 mai 2009).

On peut néanmoins estimer que l'aire totale affectée par les champs et les chercheurs d'or dans la région de Dibon et de Soumbou est d'au moins 1000 ha (**Figure 11**). Bien que ce chiffre soit relativement faible (il représente moins de 1,24 % de la surface du parc), il représente pourtant une atteinte très sérieuse à l'environnement. On imagine que les conséquences écologiques de telles activités aient été très importantes sur la faune sauvage.

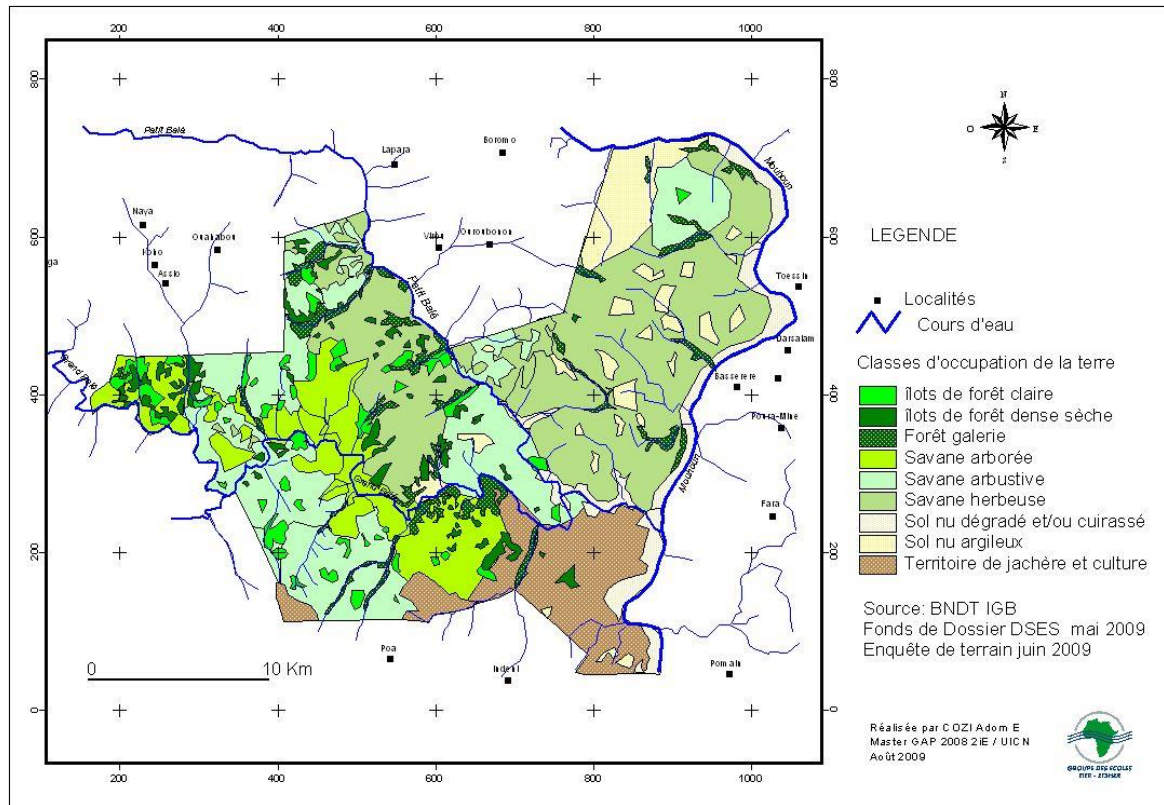


Figure 11: Occupation des terres du PNDB en 2009

4-2-2-Les formes d'accès aux ressources du parc

Quand bien même que les données de l'image ne la montrent pas, il convient de relever que les pratiques foncières courantes dans la zone sont communes à celles qui se pratiquent dans l'ensemble du pays. Certes, la terre appartient à l'Etat mais les modes d'accès se partagent entre le droit coutumier et traditionnel, et le droit moderne. Implicitement, ces pratiques induisent une course à l'occupation des espaces entre villages.

Il est vrai que les textes du classement des forêts des Deux Balé et de Dibon, respectivement en 1937 et 1954, interdisaient des activités comme l'habitation, l'agriculture, la chasse, les pâturages, les feux de brousse et la coupe de bois. Mais, il était reconnu le droit d'usage aux

populations riveraines notamment le ramassage de bois mort, la cueillette et le ramassage des fruits, la récolte de plantes alimentaires et médicinales, la pêche ainsi que la récolte du miel.

Alors, avec la nouvelle réglementation qui veut faire des deux forêts un parc où l'accès aux ressources est limité sinon interdit, se pose un problème de droit qu'il faut vite résoudre. Car, sans un statut véritable, il est difficile de savoir précisément ce qui est autorisé et ce qui ne l'est pas. Or, le discours des agents de l'UGPNDB à Boromo est que : le surpâturage, la coupe de bois et le ramassage de bois mort, la coupe de "pailles" sont interdits. Ainsi, à chaque sortie de la brigade des dizaines de bœufs en l'occurrence sont conduits en fourrière de la commune sanctionnée par une amende.

4-2-3-Equipements et infrastructures touristiques

« En 1986-1987, suite au projet hollandais "bois de village", un coopérant a eu l'initiative de mettre en place un jumelage entre le "Parc National des Deux Balé" et le Parc National de Hoge Veluwe aux Pays Bas. Ce jumelage s'est concrétisé en 1991, le service de l'Environnement exécutant les activités avec la préfecture de Boromo qui préside le comité de jumelage. Celui-ci devait permettre un appui technique pour la gestion du parc et favoriser les échanges. Un centre d'accueil pour les visiteurs hollandais a même été construit à Boromo, il devait également accueillir un musée et des expositions, mais cela n'a pas aboutit. » (BERLIN, 2002)

Ainsi, le parc ne dispose pratiquement pas d'équipements touristiques en dehors du Campement litigieux "le Kaïcedra" construit sur un site sacré des populations autochtones (Winyé). Une piste « touristique » de 116 km (dont 102 en domaine classé) a été ouverte en 1991-1992 lors du projet sauvegarde des éléphants, des pare-feux ont été installés à l'intérieur.

D'autres pistes ont été ouvertes en 2009 grâce à l'appui financier de l'UICN/PACO (**Figure 12**). Toute la forêt classée des Deux Balé est desservie. Cette ouverture permet de pénétrer le parc et de faire le tour jusqu'aux limites inférieures des Deux Balé (sur le Grand Balé). Elle permet également de faire de la surveillance sur une plus grande partie du parc. Il faut cependant reconnaître que ces pistes sont en de très mauvaises conditions qu'une surveillance en saison hivernale n'est pas possible et un circuit touristique est à peine envisageable. D'autres pistes sont en projet pour combler le vide sur la surveillance totale du parc. En

dehors des pistes en projet, aucune autre infrastructure touristique n'est encore perceptible. Il est cependant prévu l'installation de deux postes de surveillance notamment autour de la marre de Soumbou et du barrage du Petit Balé.

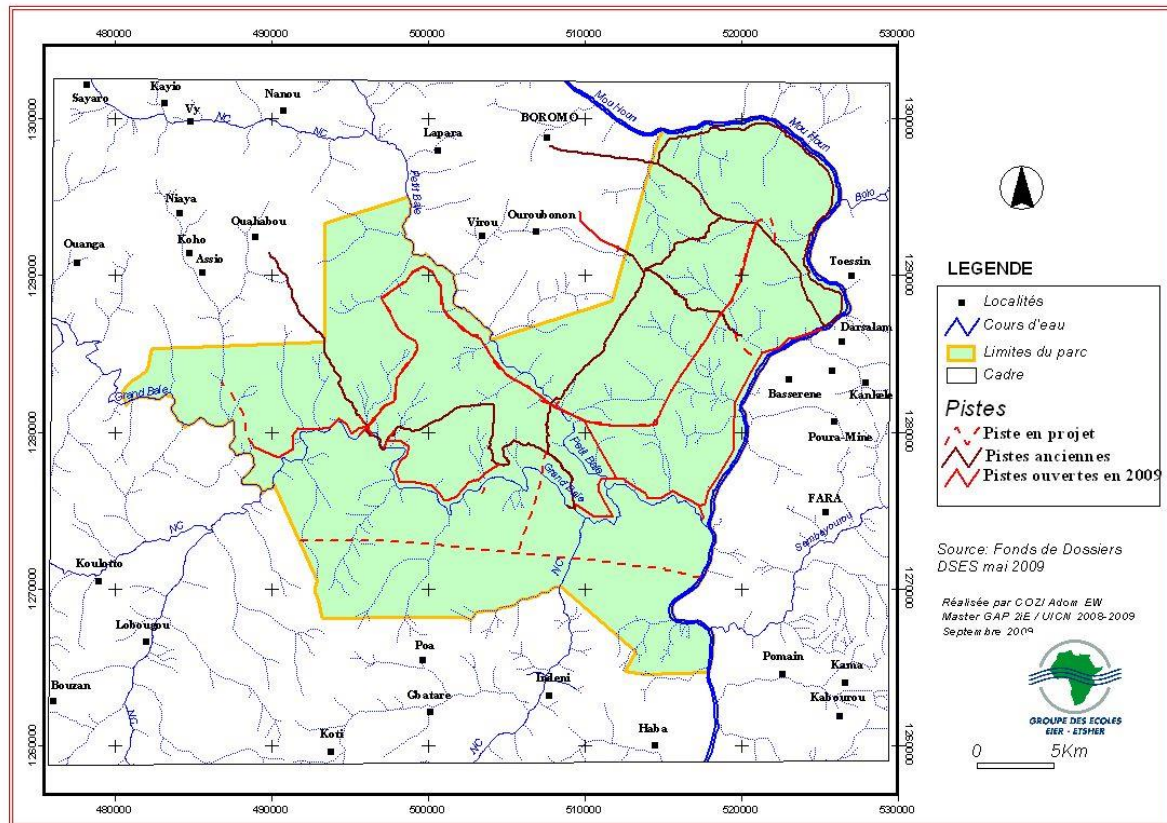


Figure 12 : Pistes du Parc National des Deux Balé

4-2-4-Les points d'eau et salines

Hormis les cours d'eau visibles sur l'image, aucun autre point d'eau n'est perceptible sur l'ensemble de l'aire protégée. Toutefois, les travaux de terrain ont permis d'identifier un certain nombre de point d'eau et/ou des zones susceptibles de l'être ; on retiendra particulièrement la marre de Soumbou et le barrage de Petit Balé. On y note aussi des marres rélictuelles subsistant dans le lit des cours d'eau asséchés, des bras mort et des dépressions naturelles. Tous ces points ont des superficies inférieures à 0,09 ha (superficie d'un pixel), donc invisible sur l'image Landsat. En revanche, leur existence en grand nombre ajoutée à l'importance du Mouhoun, fait de la zone un bon abreuvoir pour la faune. Mais encore faut-il les réaménager pour augmenter leur capacité de rétention. Car les points d'eau pérennes sont

ceux qui ont une profondeur d'au moins 3 à 3,5 m de profondeur en fin de saison des pluies (Clark Lungren et al, 2002).

S'agissant des salines, le PNDB dispose des salines naturelles. Cependant, deux seulement ont pu être identifiées au cours des travaux de terrain. Dans toutes ces salines les indices révèlent le passage des éléphants, hyppotragues, ourébis, céphalophes, etc. Il convient de noter que ces salines sont régulièrement fréquentées par les animaux domestiques en particulier les bœufs.

4-3- Les unités écologique et l'habitat faunique

Comme il a été dit plus haut, les grandes unités écologiques du Parc National des Deux Balé demeurent la savane. Il est très difficile de relier l'importance de cette savane à la quantité de l'habitat de la faune sauvage, puisque la présence presque permanente des bœufs et de l'homme n'est pas de nature à donner de la quiétude aux animaux sauvages. En revanche, l'apparition régulière de nouvelles savanes (puisque les efforts de conservation de l'UGPNDB à coup sûr permettront la recolonisation des aires mises en culture chaque année dans la FC de Dibon) peut permettre un dynamisme de la faune sauvage.

Toutefois, il faut relever que la quantité de savane secondaire qui apparaît reste limitée : 142 ha classés comme territoire agricole en 2002 (**Figure 13**) apparaissent convertis en savanes herbeuses en 2009. Si l'on tient compte du fait qu'une partie de ces territoires est due aux activités agricoles, on peut en déduire, sans doute, une certaine faiblesse dans l'avancement du front agricole. Puisque avec ces données, on aurait pu s'attendre à une surface utilisée pour l'agriculture d'environ 1400 ha sur 10 ans par les communautés des 30 villages riverains. Néanmoins, la détection de ces territoires agricoles sur l'image a permis d'établir les répartitions spatiales des activités humaines en l'occurrence le pâturage et les cultures pluviales dans le parc et de tenter de reconstituer leurs impacts écologiques sur le milieu.

Pour ce faire, nous avons longuement dialogué sur les images avec le chef de l'UGPNDB et les pisteurs qui ont rapidement pu reconnaître et nommer les zones de culture, actuelles ou anciennes, à l'intérieur comme aux abords de l'aire protégée. Leurs observations, confrontées avec les situations données par l'image et la BDOT de 2002 sur l'occupation des terres se sont avérées cohérentes. Il est ainsi possible de reconstituer l'occupation des terres dans le parc et connaître les zones d'implantation des cultures et des pâturages.

Ces zones-ci ont longtemps occupé le grand terroir vacant en dehors et loin des limites du parc. Au fur et à mesure que le nombre d'habitants évolue, il s'est accompagné de l'envahissement de l'espace. L'on constate l'ouverture de nouvelles cultures dans toutes les zones périphériques immédiates du PNDB. Les premiers espaces nus érodés apparaissent, événement effectivement enregistré dans les entretiens notamment dans les villages de Viron et Ourobonou. Aujourd'hui, on ne trouve plus que des formations secondaires à *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, etc, dans les limites territoriales de ces villages alors que les unités du parc gardant encore sa prépondérance en unités de formations largement primaires.

Dans le parc en effet, le lieu dit *Marre de Soumbou* apparaît comme très actif ; la savane y est herbeuse secondaire avec des reliques de forêts galeries. Par contre, le voisinage immédiat du Grand Balé, est envahi par d'important massif forestier (reliques de forêt dense sèche, forêt claires et galeries forestières). Le reste de la pénéplaine du PNDB est couvert de vastes savanes arbustives très ouvertes. En revanche, les limites sud de la FC de Dibon constituent la résidence principale de l'inconnu. Qu'à cela ne tiennent, les résultats de l'analyse de l'image montrent une forte dégradation des ressources naturelles de la partie. C'est une zone la plus anthropisée de l'aire protégée. On y voit des signes d'activités agricoles et pastorales avec à l'arrivée des formations végétales secondaires.

Toutes ces données confirment les hypothèses proposées plus haut sur les activités agricoles des populations riveraines dans la mesure où elles montrent clairement une certaine emprise sur les ressources naturelles de l'aire protégée et son développement futur. Cette cartographie permet donc de faire ressortir cette emprise pour mieux canaliser les efforts de gestion enclenchés par l'administration en charge des aires protégées.

Donc, les résultats obtenus sur l'occupation des terres dans le PNDB, s'ils ne peuvent que très difficilement permettre la quantification de la biomasse végétale générale encore disponible dans le parc et son évolution, sont toutefois très importants pour la clarification de la distribution spatiale de ce qui existent comme potentialité écologique, d'une part et d'autre part, de montrer les limites et la fragilité des ressources à préserver. Ils constituent donc de précieux auxiliaires pour l'analyse des propositions d'aménagement futur. Ainsi certaines recommandations s'avèrent indispensables d'être faites.

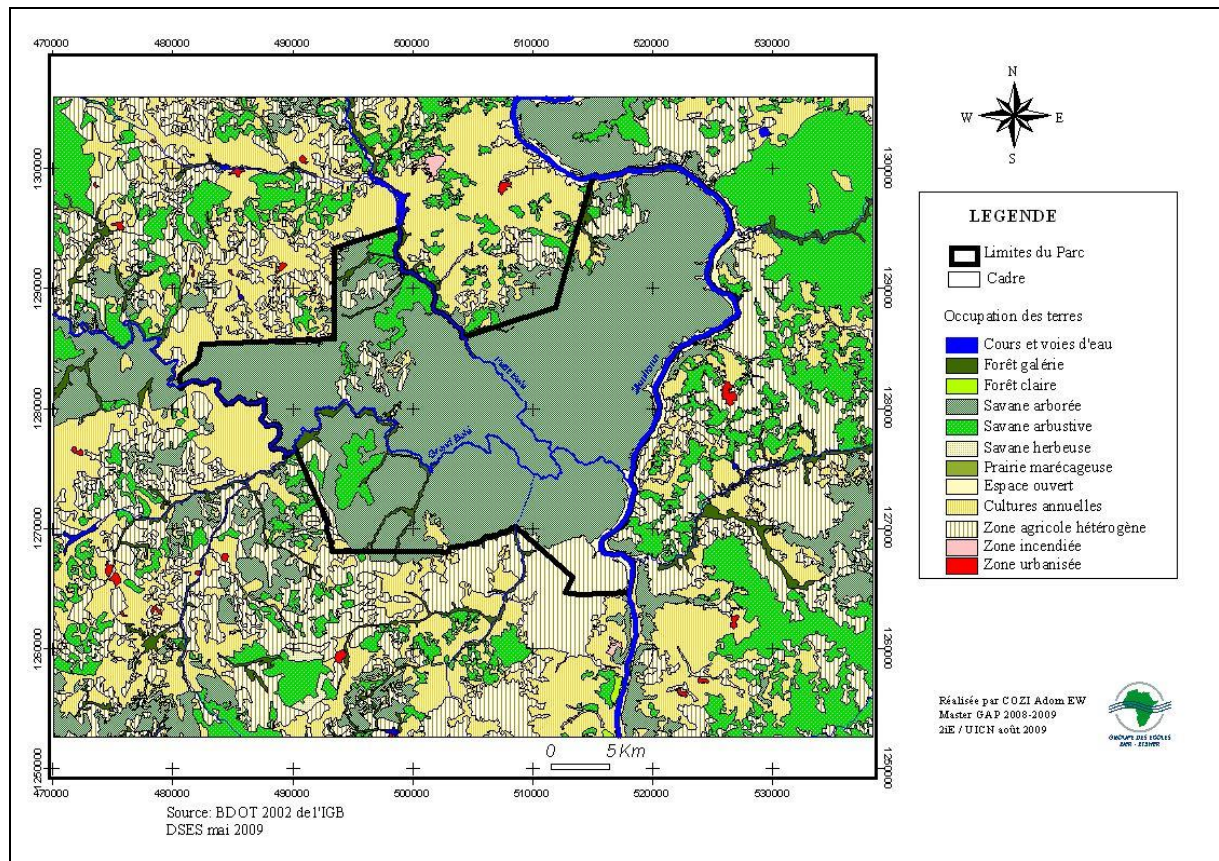


Figure 13 : Occupation des terres autour du parc en 2002

V- Orientations d'aménagement et recommandations

5-1-Orientations d'aménagement

Les orientations d'aménagement qui découlent de ce travail de recherche visent à une restauration progressive des ressources naturelles du parc en particulier faunique tout en maintenant les différentes activités des agricultures, éleveurs, pêcheurs, artisans etc. de la périphérie de l'aire protégée. Ces différents groupes sociaux sont dans une logique de survie. Car le problème majeur des populations reste et demeurera pour longtemps l'alimentation des hommes et des troupeaux.

Les sondages parallèles, lors de nos travaux de terrain révèlent que les communautés riveraines sont conscientes pour la plupart de l'existence du parc ; mais très peu ont une connaissance exacte de ses limites en dehors des frontières naturelles que sont les cours d'eau. Toutefois, il faut relativiser cette considération car la population reste aussi consciente que la situation qui prévaut actuellement avec les actions de répression de l'UGAP ne va pas à sa faveur immédiate. Ces actions de répression de l'UGAP du PNDB semblent être trop sévères par rapport à l'ampleur de la dégradation de l'habitat faunique. A cette allure, l'on est en droit de s'attendre à une situation de revanche dès lors que la force faiblit. Puisque la collaboration entre l'UGAP et les autres autorités administratives provinciales, traditionnelles et/ou corporelles est très faible.

Alors au regard de tout ce qui a été dit depuis le haut, l'option majeure qui est souhaitable pour cet espace serait de le maintenir comme aire protégée de catégorie II de l'UICN qui « *combinent d'habitude la protection de l'écosystème aux loisirs* » (Niguel Dudley, 2008) à travers un zonage. Et le zonage se fera selon la méthode MAB avec une aire centrale pour la conservation intégrale, des aires d'exploitation et de recherche, et une aire périphérique de transition.

En l'absence d'un statut approuvé du parc, et au regard des échecs de la privatisation, il est également suggéré une plus grande implication de la population riveraine dans tout le processus de réhabilitation et la mise en place des différentes zones de l'aire. Cette implication suppose une responsabilisation de la population et un peu plus de démocratie dans les prises de décision. Dans ces conditions, le plan d'aménagement à mettre en place doit reposer sur un zonage concerté de l'espace qui tient en compte des besoins des différents groupes d'utilisateurs. Ce qui a l'avantage de réduire les conflits inhérents à l'exploitation des ressources et à l'accès à l'espace protégé.

5-2- Recommandations

Pour palier à cet état de choses, il faut :

- Adopter et officialiser le statut du Parc par la prise de mesures juridiques adaptées;
- Clarifier les limites du Parc par une sensibilisation et une communication active ;
- Impliquer davantage les populations à la gestion de leurs terroirs ;
- Ouvrir une zone périphérique par le recul consensuel du front agricole ;
- Ouvrir la piste périmétrale pour servir de démarcation entre le parc et sa périphérie aux endroits de forte pression anthropique ;
- Renforcer les équipements et infrastructures pour le développement du tourisme de vision ;
- Réaménager le barrage sur le Petit Balé et la marre de Soumbou pour augmenter leur capacité de rétention d'eau afin d'équilibrer la distribution spatiale de la faune ;
- Renforcer la collaboration institutionnelle pour une synergie d'action ;
- Faire le zonage selon le système MAB (Man and Biospher) de l'UNESCO avec une ou plusieurs aires de protection intégrale ;
- Créer des activités génératrices de revenus pour les populations ;
- Intensifier la lutte contre le braconnage et former des comités villageois de lutte anti-braconnage;
- Aménager les zones cynégétiques et organiser les comités villageois de gestion de la faune dans tous les villages riverains des zones cynégétiques
- Assurer un suivi régulier des zones de chasses concédées ;
- Lutter contre la vente anarchique d'armes et de munitions de chasse.

Conclusion

Bien que les conditions de travail soient extrêmement difficiles, en particulier à cause du manque de matériel approprié sur le terrain, les résultats obtenus fournissent des informations, tant au travers d'interprétations manuelles qu'au travers de classifications dirigées. Ces informations ont permis de décrire de manière objective les différents éléments de surface en particulier les unités de végétation.

Les résultats obtenus ont, par ailleurs, apporté de nouveaux éléments quantitatifs sur l'étendue des paysages et des territoires dégradés par les activités (agriculture et pâturage) des populations riveraines, données qui permettent d'envisager sur des bases plus fiables les études d'aménagement de l'aire protégée. Des études plus ponctuelles à l'aide des images SPOT, devront être préconisées dans les prochaines années afin de tenter non seulement d'en renouveler l'approche, mais de sécuriser la périphérie et de connaître avec plus de détail le potentiel écologique qui se sera issu de l'aménagement du parc qui sera mis en place.

Ainsi, la méthodologie développée lors de cette étude pour établir la description de l'occupation des terres dans le PNDB, nous permet de prétendre proposer de nouveaux projets de « cartographie », en l'occurrence pour les aires protégées du Togo qui n'ont guère de plans d'aménagement et de gestion et qui sont presque ou en partie envahies par les activités humaines. L'un des objectifs de ces projets serait de donner aux décideurs et gestionnaires des AP des outils pour une évaluation rapide du potentiel écologique, et défendre leur territoire contre toute agression.

Références bibliographiques

Articles et publications

- ARBONNIER M., 2002, Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest, CIRAD-MNHN, 2^{ème} Edition, 574p.
- BELEM, P., C., 1985. Coton et systèmes de production dans l'ouest du Burkina, Thèse de troisième cycle, Université Paul-Valéry Montpellier III, Département de géographie, Option espace rural, 322p.
- BELEMSOBO, U., 2002. Résultats de l'analyse de l'inventaire aérien de la grande faune et du bétail dans le complexe des aires protégées de la boucle du Mouhoun, Rapport, PAUCOF, 130p.
- BERLIN, S., 2002 L'écotourisme : protéger l'éléphant et promouvoir les cultures locales ? La Région de Boromo et l'aire protégée des Deux Balé (Burkina Faso). Mémoire de recherche – DEA, UNIVERSITE D'ORLEANS, 138p.
- BUTTLER, A., 2006. Comment rédiger un rapport ou une publication scientifique ? Manuel de procédure, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 19p.
- CHARDONNET, B. et al. 1999, Le suivi écologique aérien des aires classées des Bassins de l'Arly et du Singou, rapport, Direction de la Faune et des Chasses, 123p.
- DJAFAROU, A., T. et al. Plan d'affaire du Parc National de la Pendjari - Bénin 2ème édition, Direction du Parc National de la Pendjari, manuel technique, 35p.
- DOUAMBA, M. et YARO, I., 2002. Formation en techniques d'inventaires le long des pistes à bord d'un véhicule. Rapport, Direction des Parcs Nationaux, Réserves de Faune et des Chasses, 29p.
- DUDLEY, N., 2008. Lignes Directrices pour l'application des Catégories aux aires protégées, UICN, 94p.
- HOARE, R., 2001. Etude des interactions entre éléphants et populations humaines- Région de Boromo (Burkina Faso), Rapport de mission, Ministère de l'Environnement et de l'Eau, 12p.
- ILBOUDO, A., J., D., 2000. Diagnostic participatif dans les villages riverains de la forêt classée de Sorobouly Région de la Boucle du Mouhoun, Rapport d'études, Ministère de l'énergie et des mines / Secrétariat Général, 59p.
- ILBOUDO, A., J., D., 2001, Plan de gestion du Parc National des Deux Balé, Rapport d'études, PAUCOF, 40 p.
- JAFFRAIN G. (sous la dir. de), 2004. Guide Technique de la nomenclature BDOT Burkina Faso, Projet BDOT, 42p.

- KAFANDO, P. et al, 2003. Etude pour l'élaboration des protocoles techniques d'inventaires pédestres (line-transect) dans les unités de conservation de la faune de Wamou, Arly, Pama, Boromo et Bobo, Rapport de mission de consultation , PAUCOF, 94p.
- KENZA, F., F., 2002. Des éléphants au milieu des hommes, éléments écologiques et anthropiques intervenant dans l'utilisation de l'espace de la forêt classée de Baporo, Région de Boromo (Burkina Faso). Mémoire de fin d'études – DEA, Université Paris VII Denis Diderot, 108 p.
- LEBRUN J., 1947. La végétation de la plaine alluviale au sud du Lac Edouard, Exploration du Parc National Albert. Mission J. Lebrun. Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge. 800p.
- LUNGREN, C., et al. 2002. Aménagement de deux points d'eau dans le Parc National des Deux Balé : Barrage Petit Balé, Mare de Soumbou, Rapport d'études, PAUCOF, 30p.
- MARCHAND, F., 2002. Etude des conflits hommes-éléphants dans la Région de Boromo (Burkina Faso), Rapport d'études, PAUCOF, 40 p.
- MARE, T., 1995. Contribution à l'étude sur l'utilisation traditionnelle de l'arbre et de ses sous-produits dans la région de la Boucle du Mouhoun, Rapport de stage, Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Dinderesso, 24p.
- NDIAYE, P. et al. 2000. Plan de Gestion du Parc National de Niokolo Koba et sa périphérie, rapport d'études, UCAD, 196p.
- NEYA, S., 2007. Les problèmes fonciers en zone de front pionnier agricole: cas de Dèrègouè dans la province de la Comoé, mémoire de maîtrise, Université de Ouagadougou, 101p.
- OSEI-OWUSU, Y. et BAKKER, L., 2008. Conflit Homme - Animal : Eléphant, manuel technique, FAO, 50p.
- Raunkiaer C., 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford University Press, London, 632p.
- SCHNELL R., 1971. Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux : les milieux, les groupements végétaux. Gauthier-Villars, Paris, 2 :503-951.
- SOME, B., F., 2002. Impact de la " propriété foncière" des migrants sur la gestion sur la gestion ressources naturelles : cas de Dibien dans la Province du Tuy, mémoire de DEA, Université de Ouagadougou, 123p.
- VAKE, A., L., 2006. La protection légale des aires protégées face aux pressions des populations riveraines en droit positif congolais, mémoire de fin d'études, Université de Goma - Graduat en droit économique et social, 38p.

WALA K., 2004. La végétation de la chaîne de l'Atakora au Bénin : Diversité floristique, phytosociologie et impact humain, Thèse de Doctorat, Université de Lomé, 138p. + Annexes.

YAMEOGO, G. 2005. Monographie de la République du Burkina Faso, CEDEAO, 43p.

Pages web

http://artic.ac-besancon.fr/histoire_geographie/Cartographie/carto.htm (07/06/2009)

http://books.google.com/books?id=Z_8GZo5NHFsC&printsec=frontcover&dq=Cartographie&lr=&ei=WUEsSqueMZbozAS4t52xBw&hl=fr#PPA5,M1 (12 /07/09)

<http://edcintl.cr.usgs.gov/adds/adds.html> (12 /07/09)

<http://grid2.cr.usgs.gov/globalpop/africa/> (12 /07/09)

<http://www.cosmovisions.com/projections.htm> (07/06/2009)

http://www.educreuse23.ac-limoges.fr/loewy/realisations/Sig_Limoges/sommaire.htm (07/06/2009)

<http://www.esri.com/data/online/esri/wobmselect.html> (12 /07/09)

<http://www.nlh.no/ikf/gis/dcw/dcw.html> (12 /07/09)

<http://www.vd.ch/fr/themes/territoire/amenagement/observatoire-du-territoire/methodes-cartographiques/mise-en-classe-des-donnees/> (07/06/2009)

Autres

ANONYME, 2007. Plan d'action pour la professionnalisation du secteur privé (concessionnaire et guides) dans la gestion des aires de faune au Burkina Faso, 38p.

ANONYME, 2006. Rapport annuel d'activités Province des Balé, Rapport, Direction Provinciale de l'Environnement et du Cadre de Vie des Balé, 22p.

ANONYME, 2005. Révision du statut de classement des forêts classées des Deux Balé et de Dibon en Parc National des Deux Balé, rapport de cartographie, Direction de la Faune et des Chasses, 24p.

ANONYME, 2000. Monographie de la commune de Boromo, Rapport d'études, Projet Inforoute des Collectivités Locales/Burkina Faso, 121p.

Centre Canadien de Télédétection, Notion Fondamentales en Télédétection, 372p.

Annexes

Annexe 1: Liste des espèces végétales recensées dans le Parc National de Deux Balé

Espèces	Type biologique	Strate
<i>Acacia albida</i>	mp	arbustive
<i>Acacia spp,</i>	mp	arbustive
<i>Adansonia digitata</i>	MP	arborescente
<i>Afzelia africana,</i>	mP	arborée
<i>Allophyllus africanus</i>	np	arbustive
<i>Andropogon gayanus,</i>	He	herbacée
<i>Andropogon sp,</i>	He	herbacée
<i>Andropogon tectorum</i>	He	herbacée
<i>Lannea microcarpum,</i>	mP	arborée
<i>Annona senegalensis</i>	np	arbustive
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	mP	arborescente
<i>Entanda spp,</i>	mp	arborée
<i>Balanites aegyptiaca,</i>	mp	arbustive
<i>Borassus aethiopum,</i>	mP	arborescente
<i>Bridelia ferruginea</i>	mp	arbustive
<i>Burkea africana,</i>	mP	arborée
<i>Ceiba pentandra,</i>	MP	arborescente
<i>Cochlospermum t. ,</i>	Ge	herbacée
<i>Combretum spp</i>	mp	arbustive
<i>Cymbopogon spp</i>	He	herbacée
<i>Cyperus spp.</i>	Ge	herbacée
<i>Daniellia oliveri,</i>	mP	arborée
<i>Detarium microcarpum,</i>	mp	arborée
<i>Diheteropogon spp,</i>	He	herbacée
<i>Diospyros mespilliformis,</i>	mP	arborescente
<i>Ficus spp.</i>	mP	arborée
<i>Hexalobus monopetalus,</i>	mP	arbustive
<i>Hymenocardia acida</i>	mp	arbustive
<i>Hyparrhenia,</i>	He	herbacée
<i>Isobertia doka</i>	mP	arborescente
<i>Isobertia tomentosa,</i>	mP	arborescente
<i>Khaya senegalensis,</i>	MP	arborescente
<i>Lophira lanceolata,</i>	mP	arborée
<i>Loudetia togoensis,</i>	He	herbacée
<i>Mangifera indica,</i>	mp	arborée
<i>Mitragyna inermis</i>	mp	arborée
<i>Monotes Kerstingii,</i>	mp	arborée
<i>Nauclea latifolia,</i>	mp	arbustive

II

<i>Oncoba spinosa</i> ,	mp	arbustive
<i>Oxythenantera abyssinica</i>	He	arborescente
<i>Parinari curatellifolia</i> ,	mp	arborée
<i>Parkia biglobosa</i> ,	MP	arborescente
<i>Pennisetum SPP</i>	Th	herbacée
<i>Phoenix reclinata</i> ,	np	arbustive
<i>Piliostigma thoninguii</i> ,	np	arbustive
<i>Pouchetia africana</i>	mp	arborée
<i>Prosopis africana</i> ,	mP	arborescente
<i>Pteleopsis suberosa</i> ,	mp	arbustive
<i>Pterocarpus erinaceus</i> ,	mP	arborescente
<i>Pterocarpus santalinoides</i> ,	mP	arborescente
<i>Raphia sudanica</i> ,	np	arbustive
<i>Saba senegalensis</i>	np	arbustive
<i>Tamarindus indica</i>	mP	arborée
<i>Terminalia avicennoides</i> ,	mp	Arborée
<i>Terminalia glaucescens</i> ,	mp	Arborée
<i>Terminalia laxiflora</i> ,	mp	Arborée
<i>Terminalia macroptera</i> ,	mp	Arborée
<i>Tinnea barteri</i> ,	Ch	Herbacée
<i>Uapaca togoensis</i>	mP	Arborée
<i>Vernonia colorata</i> ,	np	Arbustive
<i>Vetiveria nigritana</i> ,	He	Herbacée
<i>Vitellaria paradoxa</i> ,	mP	Arborescente
<i>Vitex doniana</i>	mP	arborescente
<i>Xylopia aethiopica</i>	np	arbustive

Source : Résultats de l'enquête phytosociologique, mai - juin 2009

III

Annexe 2: Types biologiques des espèces végétales recensées

Types biologiques		Nombre	Proportion (%)
Chaméphytes (Ch)		1	1,61
Géophytes (Ge)		2	3,23
Hémicryptophytes (He)		9	14,52
Phanérophytes	Mégaphanérophytes (MP)	4	6,45
	Mésophanérophytes (mP)	19	29,03
	Microphanérophytes (mp)	20	30,65
	Nanophanérophytes (np)	8	12,90
Thérophytes (Th)		1	1,61
Total		64	100,00

Source : Résultats de l'enquête phytosociologique, mai - juin 2009

Annexe 3 : Quelques équipements de la Brigade de Lutte Anti-Braconnage

Effectif	Type arme utilisé	Moyen de déplacement	Equipement des agents	Nbre de sortie par mois	Budget pour la LAB
07 Pisteurs et un chauffeur	Kalachnikov HK 33 Calibre 12	07vélos 01véhicule pick up		Nbre déterminé	

Source UG PNDB/Boromo 2009

Annexe 4 : Liste des coordonnées GPS relevées sur le terrain

points	Coord_UTM		Coord_Dégrés	
59	516517	1296448	2°50'54.3''	11°43'39.7''
60	517854	1295006	2°50'10.2''	11°42'52.8''
63	518061	1294591	2°50'03.3''	11°42'39.2''
65	519155	1293872	2°49'27.2''	11°42'15.8''
66	520204	1293618	2°48'52.6''	11°42'07.5''
67	520990	1293600	2°48'26.6''	11°42'06.9''
69	521652	1293054	2°48'04.8''	11°41'49.1''
70	522395	1292910	2°47'40.2''	11°41'44.4''
71	522398	1292598	2°47'40.1''	11°41'34.3''
CAMP	522462	1293189	2°47'38.0''	11°41'53.5''
56 HERRB	515779	1296841	2°51'18.7''	11°43'52.5''
MINE	524370	1288589	2°46'35.1''	11°39'23.7''
ORPP	514685	1295553	2°51'54.9''	11°43'10.6''
SOMBU	512820	1296492	2°52'56.5''	11°43'41.2''
73	518271	1293570	2°49'56.4	11°42'06.0''
74	518124	1293246	2°50'01.3	11°41'55.5
77	517561	1292589	2°50'19.9	11°41'34.1
78	517557	1292591	2°50'20.0	11°41'34.1
79	516651	1292484	2°50'50.0	11°41'30.7
80	515948	1291986	2°51'13.2	11°41'14.5
81	515354	1291353	2°51'32.8	11°40'53.9
82	515142	1291149	2°51'39.8	11°40'47.2
83	514559	1290893	2°51'59.1	11°40'38.9
85	513894	1289875	2°52'21.1	11°40'05.8
86	513723	1289539	2°52'26.7	11°39'54.8
88	513214	1288720	2°52'43.5	11°39'28.2
90	512775	1288040	2°52'58.1	11°39'06.0
91	512344	1287450	2°53'12.3	11°38'46.8
93	511612	1286233	2°53'36.5	11°38'07.2
94	511411	1285594	2°53'43.1	11°37'46.4
95	510566	1284771	2°54'11.1	11°37'19.6
97	510407	1284572	2°54'16.3	11°37'13.2
98	509762	1283974	2°54'37.6	11°36'53.7
99	508887	1282788	2°55'06.5	11°36'15.1
100	507903	1282376	2°55'39.0	11°36'01.7