République du Gabon
Présidence de la République
Secrétariat Permanent Conseil National des Parcs Nationaux CNPN
Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation Technologique

Projet de **R**éhabilitation et de **R**edynamisation de la **S**tation de **R**echerche d'**I**passa-**M**akokou

Programme Sectoriel de Valorisation des Aires Protégées
(PSVAP Composante II Makokou - Projet FED 8 ACP GA 009)

---

c'tu c

Amélioration de la connaissance et de la cartographie des formations végétales du Parc National de l'Ivindo (Gabon)

Doumenge, C., Issembé, Y., Mertens, B., Trébuchon, J.-F.

Rapport de mission d'expertise court terme
CIFOR / IRET-CENAREST / CIRAD

Mai – Juin 2004

TABLE DES MATIERES

PREMIERE PARTIE 6

PROBLEMATIQUE ET CALENDRIER DE LA MISSION 6

1. Contexte et problématique 6

2. Objectifs de la mission 6

3. Activités 7

4. Calendrier des activités 8

DEUXIEME PARTIE 9

CARACTERISATION ET TYPOLOGIE DES PRINCIPALES FORMATIONS VEGETALES 9

1. Choix des sites échantillonnés et production de la carte de végétation 9

2. Données collectées sur les « sites de vérité terrain » 10

3. Référentiel taxonomique 19

4. Répartition spatiale de quelques espèces caractéristiques 20

5. Principales formations végétales rencontrées 32
5.1. Forêts de terre ferme 33
5.2. Forêts inondables 37
5.3. Forêts marécageuses 38
5.4. Végétation herbacée 39
5.5. Cultures 40

6. Réalisation de la carte de végétation 41

7. Valorisation des données botaniques pour la gestion et le tourisme 46

8. Recommandations pour des évaluations et expertises complémentaires 48

9. Recommandations pour des projets de recherche 49

TROISIEME PARTIE **50**

ANALYSE DES BESOINS ET CONTRIBUTION A LA MISE EN PLACE DU SIG A LA STATION DE RECHERCHE DE MAKOKOU ET APPUI A LA FORMATION POUR L'UTILISATION ET LA GESTION DES BASES DE DONNEES **50**

1. L'activité SIG **50**
L'équipe SIG 52
Objectifs de l'équipe SIG 52
Matériels et logiciels SIG 52

2. Formations dispensées **54**
Arcview 3 54
Spatial Analyst 55

3. Installation du matériel et logiciels **55**
Matériel 55
Logiciels 55

4. Analyse des besoins SIG **56**
Contexte du SIG 56
Démarche adoptée 57
Personnes rencontrées pour l'analyse 58
Résultats de l'analyse 58

5. Les données géographiques **68**
Données nécessaires et disponibilités 68
Dictionnaire des données 69
Structuration physique des données 69
Les système de coordonnées 74

6. Perspectives **75**
Matériel nécessaire 75
Formation de l'équipe SIG 75
Définition des règles d'accès aux données 75
Programme de travail 76
Appui complémentaire 76

7. Conclusion **76**

BIBLIOGRAPHIE **77**

ANNEXES **79**

Annexe 1 ..... **80**
Participants 80
Liste des personnes rencontrées 80

Annexe 2 ..... **82**
Détails sur les méthodes employées et les données collectées 82
Caractérisation de la végétation terrestre 82

Annexe 3 ..... **86**
Liste des Phanérogames identifiées au cours de la mission 86

Annexe 4: Entretien avec l'équipe SIG **87**

Annexe 5: questionnaire guide pour l'analyse des besoins SIG **89**

Annexe 6: Exemple de dictionnaire de données **91**

Annexe 7 : Exemple de synopsis de traitement **97**

Annexe 8 : Programme de travail proposé **98**

Remerciements

Cette mission d'appui au Projet de « Réhabilitation et re-dynamisation de la station de recherche IRET d'Ipassa-Makokou » impliquait plusieurs personnes appartenant à diverses institutions et devait se dérouler à la fois à Libreville, à Makokou et sur le terrain, dans le Parc national de l'Ivindo (PNI). C'est dire si les aspects organisationnels et logistiques étaient importants. Grâce à l'appui de nombreuses personnes, la mission a pu se dérouler dans les meilleures conditions. Dans la grande majorité, les objectifs fixés au départ ont pu être atteints. C'est donc un devoir et un grand plaisir que de remercier ici toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, participé au succès de cette mission.

Tous nos remerciements au personnel du projet IRET -CIFOR de réhabilitation de la station de Makokou : Philippe Hecketsweiler, Chef de projet, et son fidèle assistant Séverin Otounga Mba, Joseph Okouyi-Okouyi, Référant national, et Guy Mpion, Régisseur de la station d'Ipassa-Makokou, sans oublier le Professeur Paul Posso, Directeur de l' IRET et Coordonnateur National du Projet, sans qui ce projet n'aurait pas vu le jour.

Nous tenons aussi à remercier chaleureusement toutes les personnes du WCS qui nous ont accordé de leur temps et qui ont fourni un appui indispensable au bon déroulement de notre travail, tant à Libreville que dans le parc. Un grand « Merci » tout particulier à Lee White, qui a tout de suite saisi l'opportunité de cette collaboration multi-organismes autour du PNI, à Nigel Orbell, Responsable du développement du PNI, sans qui nous n'aurions pu atteindre toutes les zones de vérité-terrain, Erica, Chef du camp de Langoué, qui a facilité notre séjour dans cette partie du parc, et Stéphanie Latour, Zoologiste, qui nous a procuré quelques données complémentaires sur la présence de l'Okoumé dans le parc.

Nous tenons aussi à remercier la FIGET, en particulier Federico Grillo, Chef de projet et Juste-Parfait, Logisticien, qui nous ont accueilli durant quelques jours sur le chantier du campement touristique des chutes de Kongoué.

Une pensée toute particulière, enfin, pour les employés de l'IRET et du projet de réhabilitation de la station qui nous ont accompagnés sur le terrain : Prosper Mbazza et Nicolas Yao, botanistes, pisteurs, porteurs, etc., François Bébolou et Roger Kowé, zoologistes, ainsi que Lucien Amvane et Charles Idiongangoye, pinnassiers. Nous n'oublierons pas de sitôt les bons moments passés ensembles sur le terrain !

Toutes les personnes qui nous ont appuyé n'ont pu être citées ici mais qu'elles sachent que nous avons apprécié leur apport ou les discussions que nous avons eues à leur juste valeur. Merci à tous et à toutes.

PREMIERE PARTIE

PROBLEMATIQUE ET CALENDRIER DE LA MISSION

1. Contexte et problématique

La présente mission s'inscrit dans le cadre du Projet de « réhabilitation et re-dynamisation de la station de recherche d'Ipassa-Makokou (Gabon) ». Cette station, gérée par l'IRET (Institut de Recherche en Ecologie Tropicale), est située sur le territoire de l'ancienne réserve naturelle intégrale d'Ipassa ; réserve incluse depuis 2002 dans le Parc National de l'Ivindo – PNI (Figure I.1).

L'établissement d'une carte de végétation précise et fiable du PNI (environ 300.000 ha) est un préalable indispensable à la gestion et à l'aménagement du parc ainsi qu'à une valorisation touristique optimale.

Malgré de très nombreux et anciens travaux scientifiques effectués sur le dispositif permanent de recherche de la station d'Ipassa (i.e. quadrats écologiques), la diversité et la variabilité des formations végétales du parc sont peu connues. Cette connaissance est pourtant indispensable à l'identification des zones prioritaires pour des recherches futures, pour le développement d'activités touristiques ou pour la gestion d'habitats fréquentés par la faune sauvage et utilisés par les populations humaines.

Une première cartographie de la végétation de la Réserve d'Ipassa et de l'axe Ivindo jusqu'aux chutes de Kongoué a été réalisée par le CIFOR (Centre pour la Recherche Forestière Internationale). Celle-ci doit, d'une part, être affinée sur la base de données de terrain plus exhaustives et englobant des zones non encore prospectées et, d'autre part, être étendue à l'ensemble du Parc National de l'Ivindo.

Les activités liées à la caractérisation et à la cartographie des formations végétales sont réalisées en étroite collaboration avec l'administration en charge de la gestion du parc et les équipes du WCS à Libreville ou sur le terrain. Ces activités sont en outre menées dans le cadre de la mise en place d'un Système d'Informations Géographiques (SIG) à la station de recherche d'Ipassa. Ce SIG permettra d'intégrer les données issues de la recherche et/ou nécessaires à la gestion du parc. Le SIG et les bases de données associées seront gérés par le personnel du projet.

2. Objectifs de la mission

- Caractériser la diversité des formations végétales ;
- Contribuer à l'amélioration de la cartographie de la végétation du Parc National de l'Ivindo à partir de l'interprétation des images satellites haute résolution ;
- Contribuer à la mise en place d'un SIG à la station de recherche d'Ipassa-Makokou.

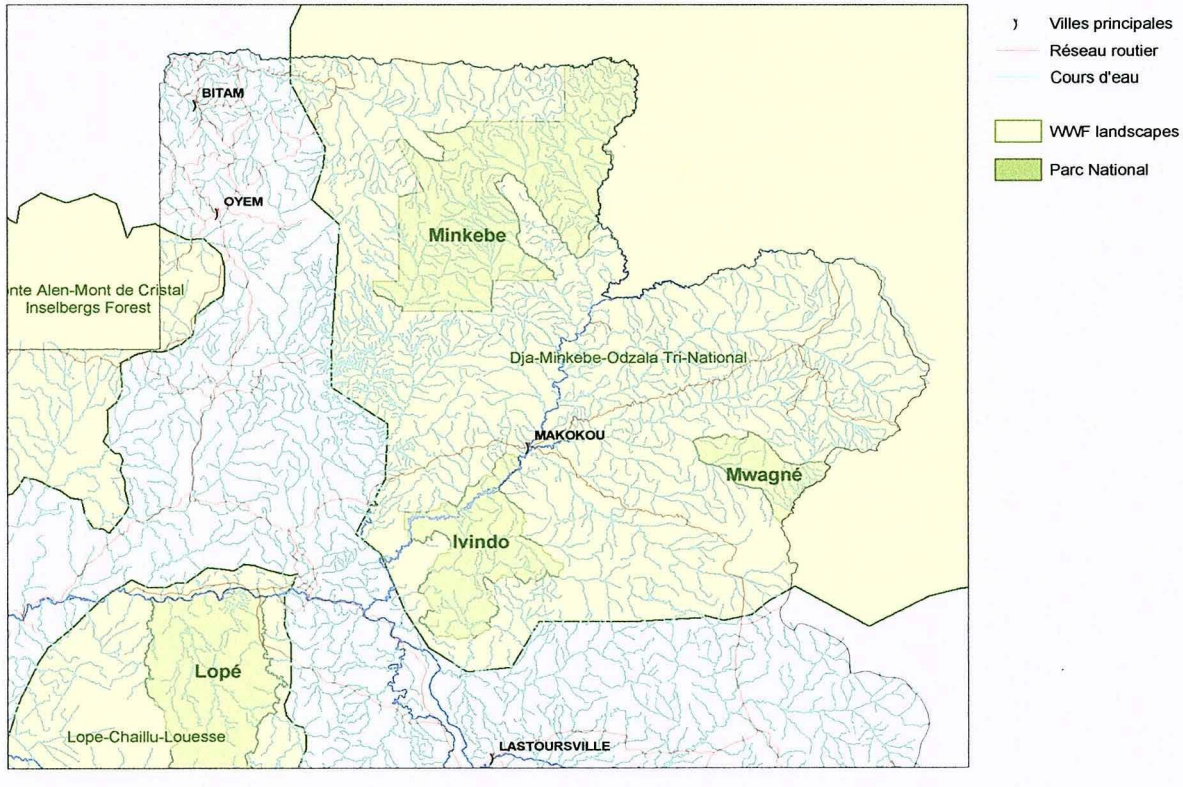
3. Activités

Les activités prévues incluaient :

1. Identification, localisation (GPS) et description des formations végétales, en particulier forestières, mises en évidence à partir des premiers traitements (i) des images satellite SPOT couvrant la Réserve d'Ipassa et (ii) de l'image satellite Landsat-ETM+ couvrant l'ensemble du PNI. Vérité terrain sur les zones de Kongoué, Mingouli, Djidji et Langoué.
2. Caractérisation et typologie des principales formations végétales.
3. Analyse des besoins et contribution à la mise en place du SIG à la station de recherche d'Ipassa et appui à la formation pour l'utilisation et la gestion des bases de données.

Les activités relatives à la connaissance et à la cartographie de la végétation ont été conduites par B. Mertens (CIFOR), C. Doumenge (CIRAD-Forêt) et Y. Issembé (IRET-CENAREST). L'appui à la mise en place du SIG était du ressort de J.-F. Trébuchon (CIRAD-Forêt). La liste des participants ainsi que celle des personnes rencontrées au cours de la mission est présentée en Annexe 1.

Figure I.1. Le réseau de parcs nationaux dans le Nord du Gabon



4. Calendrier des activités

	C. Doumenge, Y. Issembé*	B. Mertens	J.-F. Trébuchon
3/5	Départ de Montpellier		
4/5	Prises de contacts avec les partenaires Consultation des données disponibles à Libreville Préparation de la mission de terrain		
5/5			
6/5			
7/5			
8/5			
9/5	Départ de Libreville (train)	Départ Montpellier	
10/5	Observations terrain Chutes Djidji	Travail survol vidéo WCS	Départ Montpellier
11/5		Questionnaire Analyse des besoins (IRET/WCS/INC) Etat des lieux données (WCS/INC)	
12/5			
13/5	Observations terrain Saline de Langoué		
14/5			
15/5			
16/5	Observations terrain Confluence Djidji – Lassandja		Station de Makokou
17/5			
18/5			
19/5			
20/5			
21/5	Observations terrain Débarcadère Ivindo – Chutes de Mingouli		
22/5			
23/5			Retour Montpellier
24/5			
25/5			
26/5	Observations terrain Chutes de Kongoué	Compte rendu IRET/WCS	
27/5		Retour Montpellier	
28/5			
29/5	Départ de Kongoué		
30/5	Station d'Ipassa-Makokou		
31/5	Départ de Makokou (avion)		
1/6	Debriefing mission terrain Collecte d'informations complémentaires		
2/6			
3/6			
4/6	Retour Montpellier		

* Participation aux activités de terrain du 9 au 31/5 et à la préparation de la mission.

DEUXIEME PARTIE

CARACTERISATION ET TYPOLOGIE DES PRINCIPALES FORMATIONS VEGETALES

1. Choix des sites échantillonnés et production de la carte de végétation

Etant donné l'étendue du parc national et la durée des diverses missions court terme des experts internationaux, un échantillonnage a été réalisé de manière à sélectionner des zones remarquables, représentatives de la diversité des formations végétales observées, et accessibles en un minimum de temps (Figure II.1 à 3). Cette sélection a été réalisée par photo-interprétation sur base des images satellitaires disponibles (informations spectrales et texturales). La sélection de ces zones s'appuie également sur l'expérience acquise lors de la première mission d'expertise court terme SIG-1 (Mai 2003).

Le choix des sites échantillonnés a été effectué sur la base d'une première interprétation visuelle des images satellitaires SPOT (prise de vues en 1999), en particulier au niveau de la Réserve d'Ipassa et des forêts entre les chutes de Kongoué et Mingouli et autour de la Djidji. Le Sud du parc – clairière-saline de Langoué –, bien que très nuageux (Figures II.2a et b), a été inclus dans l'échantillon. Cela nous a permis de collecter des informations qui seront utiles dans la suite du travail... sous réserve que des images sans nuage puissent être acquises ultérieurement. En effet, les images à notre disposition (Figures II.2a et b), partiellement nuageuses, n'autorisent pas à l'heure actuelle la cartographie complète de la végétation du PNI.

Une première mission de vérité terrain effectuée par B. Mertens en 2003 a permis de produire une carte de végétation préliminaire de la Réserve d'Ipassa. Toutefois, plusieurs types de végétation et « objets remarquables » identifiés sur les images satellites n'ont pu être identifiés sur le terrain, occasionnant des incertitudes dans l'interprétation des images. Cette seconde mission devait permettre de combler certaines de ces lacunes. L'obtention d'une nouvelle image satellite SPOT et Landsat ETM+ (prise de vue en 2002), couvrant d'autres parties du PNI non encore cartographiées, nous a conduit à effectuer une vérité terrain sur les zones illustrées dans les Figures II.1 et II.3.

Tout cela a permis d'affiner l'interprétation des images satellites et permettra de produire une carte de végétation plus précise et fiable, et couvrant une plus grande proportion du parc. Cette carte, actuellement en cours de préparation, sera circulée auprès des personnes connaissant le terrain pour validation et compléments d'information.

2. Données collectées sur les « sites de vérité terrain »

Le travail de vérité terrain a consisté à :

1 – identifier sur le terrain les grands traits de la végétation des sites pré-identifiés sur les images satellitaires (structure et composition floristique sommaire). Chaque site visité est positionné (GPS);

2 – relever entre ces sites les variations de structure de la végétation (forêts hautes ou basses, forêt clairsemée,...) et de composition floristique. Sur ce dernier point, étant donné le très court laps de temps au regard de l'étendue du territoire à visiter, nous avons relevé en priorité la présence (voire l'abondance relative) des principales essences forestières qui nous semblaient caractéristiques des forêts traversées ;

3 – prendre des points GPS de tout élément remarquable du paysage (clairières, bas-fonds et rivières, crêtes, routes forestières et pistes de débardage,...) pour le redressement des images (géoréférencement) et la reconnaissance des divers milieux sur les images satellites ;

4 – inventorier de manière sommaire les arbres et noter la présence d'autres types biologiques (abondance de lianes ou de *MARANTACEAE*, par exemple) sur des placettes de 40 x 40 m. Ces placettes ont été choisies dans des forêts bien développées et caractéristiques des grands types forestiers rencontrés au cours des déplacements.

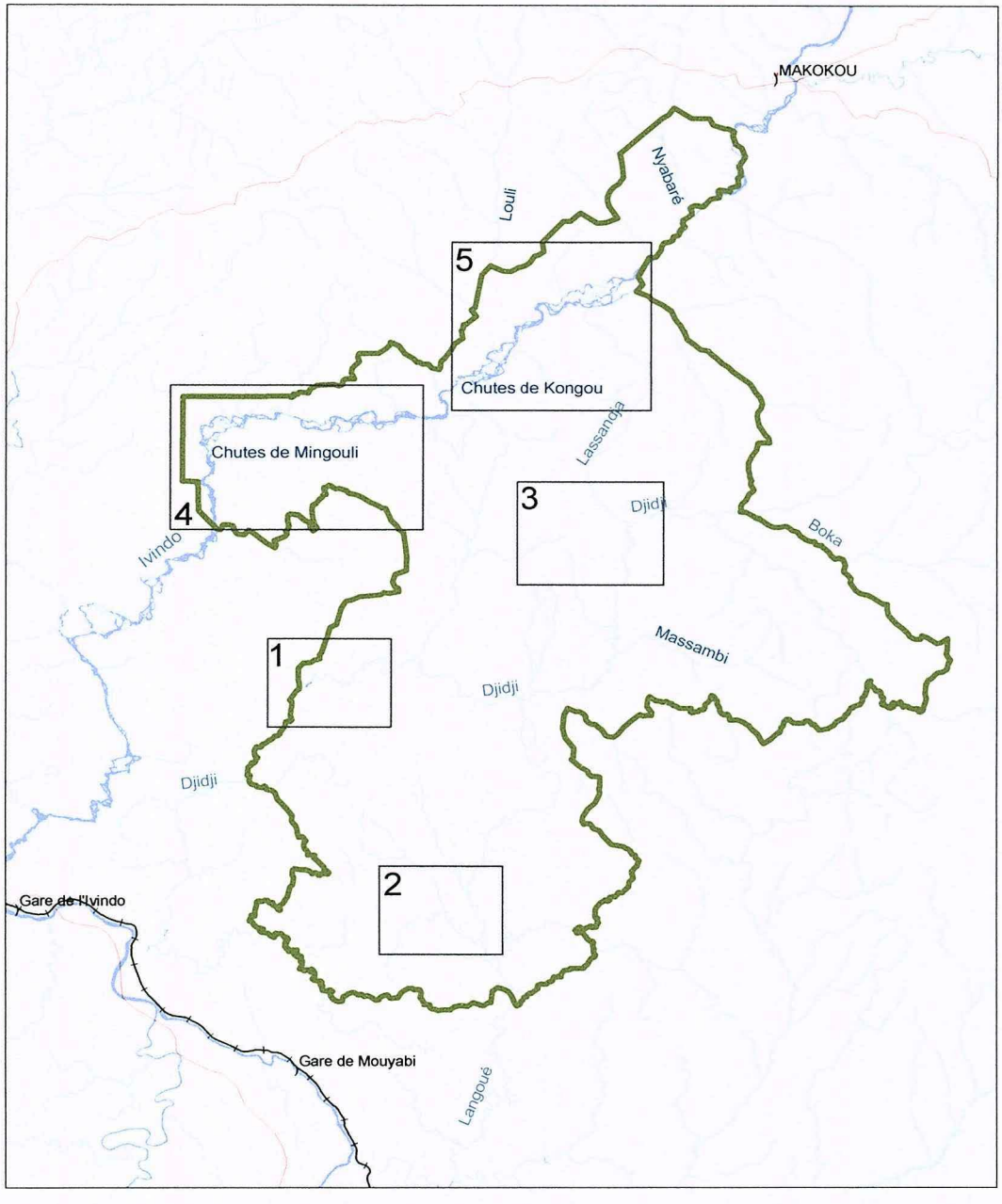
Le détail de la méthode et des données collectées est présenté en Annexe 2. En outre, nous avons pris des photographies afin de représenter les habitats/formations caractéristiques, et un profil schématique des formations végétales est réalisé lorsque nécessaire.

Etant donné la brièveté de la mission de terrain vis-à-vis de l'étendue du parc et des difficultés d'accès, et étant donné l'objectif principal de vérité terrain pour la cartographie de la végétation, il n'a pas été possible d'installer des placettes d'inventaire biologique permanentes pour le suivi de la végétation ni de réaliser de grands transects. Ce type de travail devrait être prévu dans le cadre d'un suivi des quadrats de la station de recherche de Makokou ou des transects ouverts par J. Okouyi Okouyi dans la réserve d'Ipassa pour le suivi de la grande faune. Le cybertracking en cours de développement à la station de recherche et d'utilisation prévue dans le cadre de la surveillance du PNI permettra également d'apporter des données complémentaires (les résultats/analyses du SIG permettront de déterminer les besoins spécifiques ou plus générales relevables par cybertracking).

Ailleurs dans le parc, l'intérêt de tels dispositifs dépendra de la diversité et de la spécificité des formations végétales identifiées, des objectifs de recherche ultérieurs, des difficultés logistiques ainsi que des fonds et personnels disponibles pour un suivi de ces placettes. Plusieurs inventaires sur placettes ont toutefois été réalisés au sein de formations végétales caractéristiques, et ce dans les différentes zones parcourues dans le parc durant la mission (cf. point 4 ci-dessus). Ces inventaires ont permis de mieux caractériser les forêts parcourues et de quantifier rapidement la dominance de certaines espèces dans ces formations végétales.

Pour les raisons évoquées ci-dessus, des mesures précises de géométrie de la canopée, de densité du couvert ou d'index de surface foliaire (LAI) n'ont pas été réalisées au cours de la mission. Avant de développer une méthode rapide de mesure de LAI (par exemple), il sera nécessaire de calibrer l'utilisation de lux-mètres ou autres appareils nécessaires à ces mesures sur les quadrats de Makokou ou des transects bien connus. Bien que ces informations puissent être intéressantes pour la caractérisation des paysages et la cartographie du PNI et de sa périphérie, ce type de mesures demandera donc la mise en place d'actions de recherche spécifique.

Figure II.1. Parc National de l'Ivindo – Sites prospectés



Sites : (1) Chutes de Djidji ; (2) Clairière-saline de Langoué ; (3) Confluence Lassandja – Djidji ;
(4) Ivindo – chutes de Mingouli – ancienne concession forestière Rougier ;
(5) Ivindo – Chutes de Kongoué

Figure II.2. (a) Image Landsat ETM+ (2002) sur le Parc National de l'Ivindo

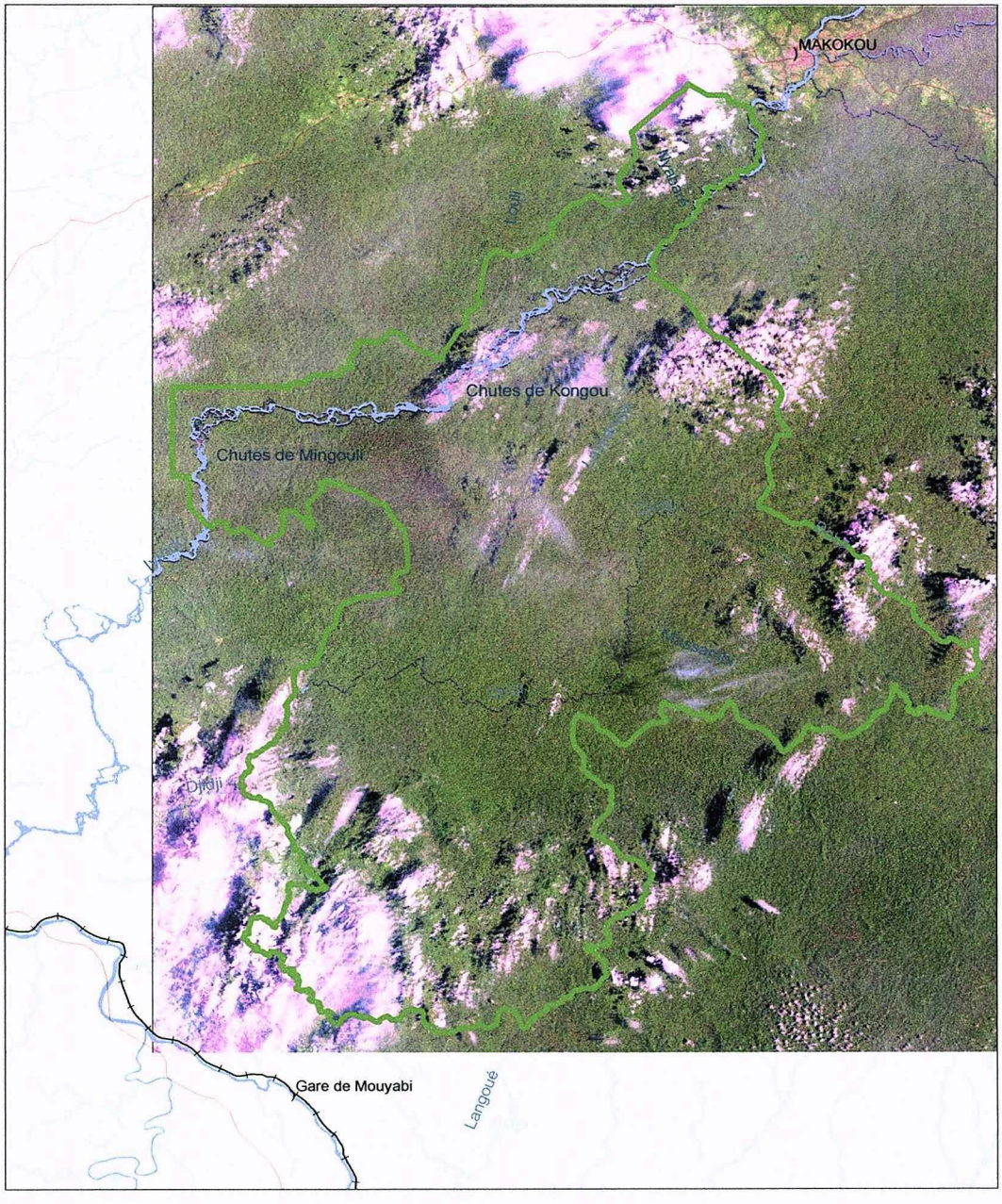


Figure II.2. (b) Mosaïque des 3 images SPOT-XS (1999) sur le Parc national de l'Ivindo

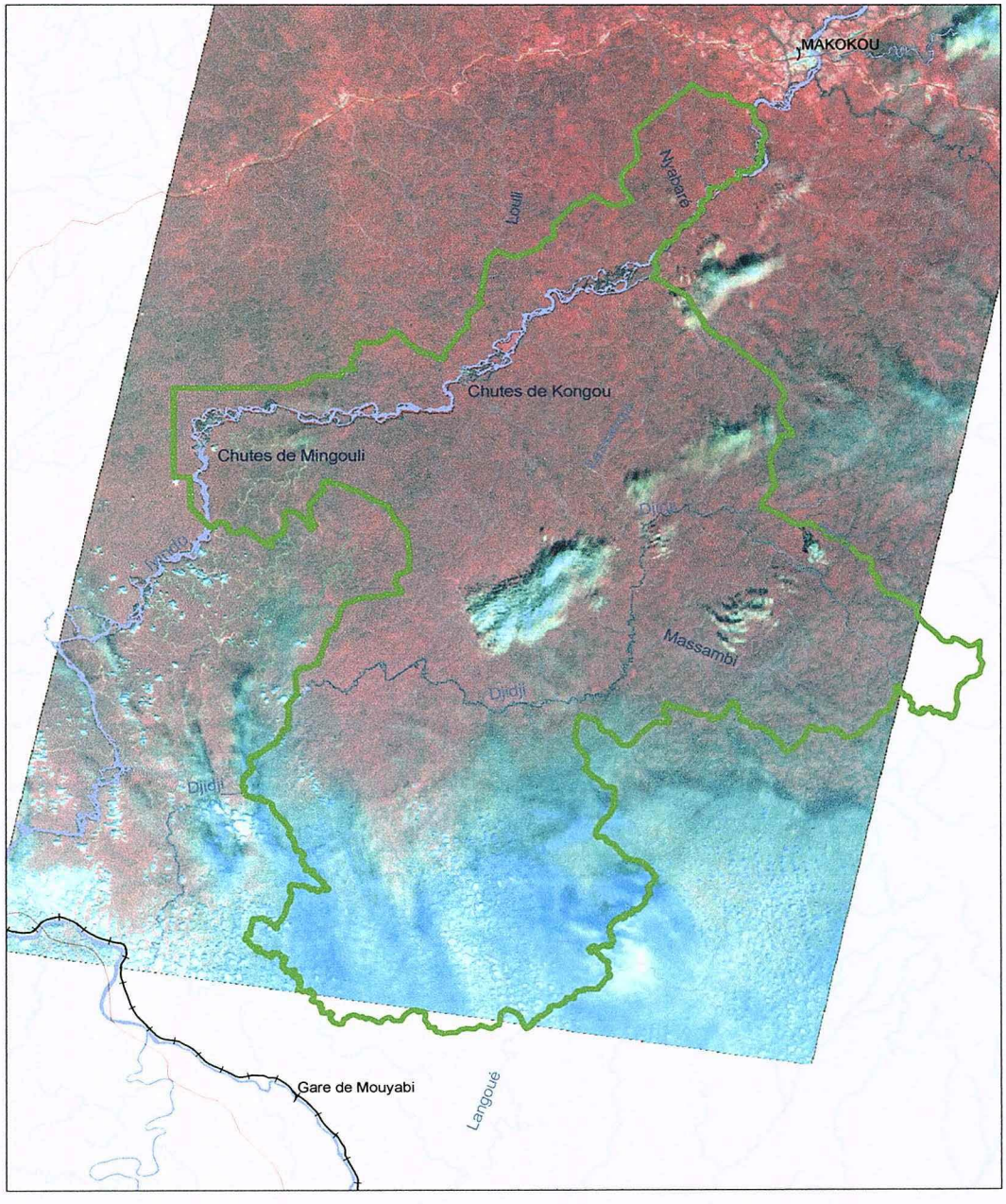
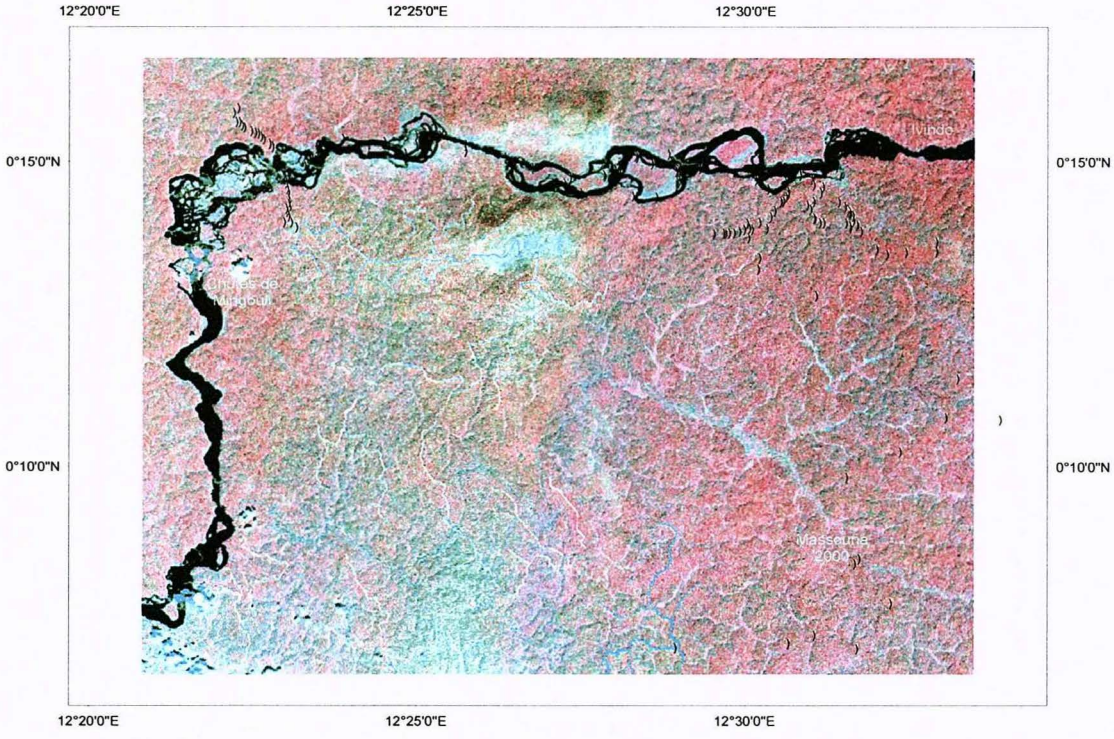


Figure II.3. Extraits images SPOT-XS (1999) et Landsat ETM+ (2002) sur les sites sélectionnés

(a) Ivindo – Chutes de Mingouli – SPOT (RGB-321)



(b) Ivindo – Chutes de Mingouli – ETM+ (RGB-642)

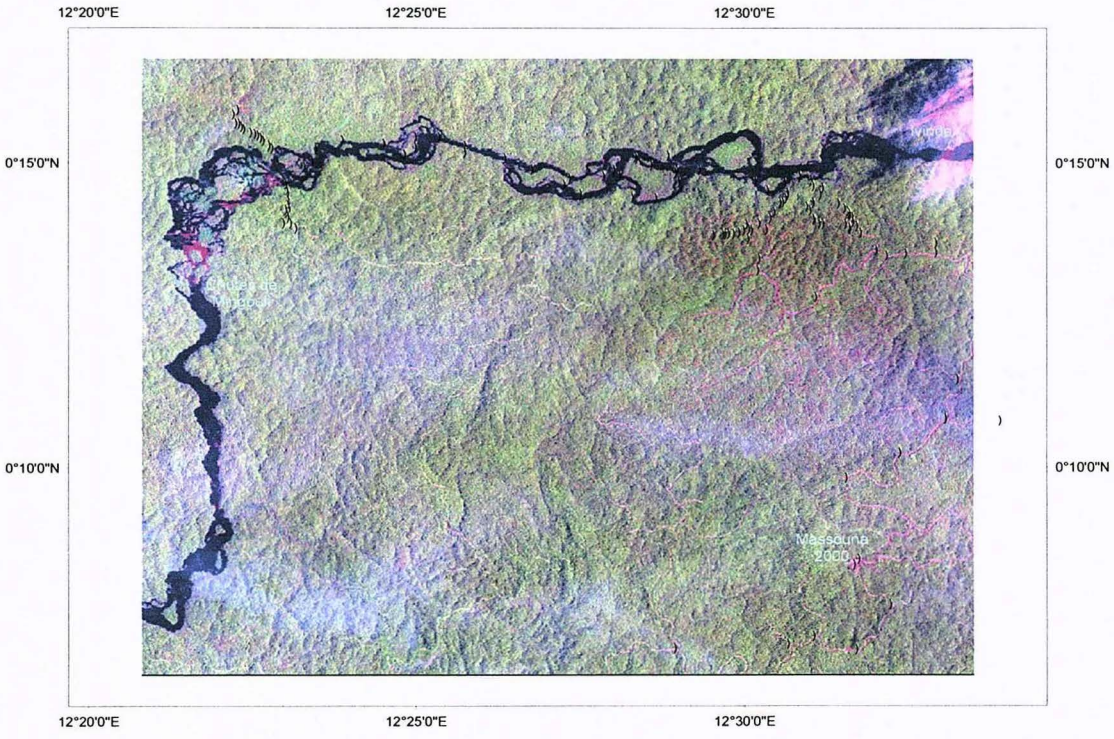
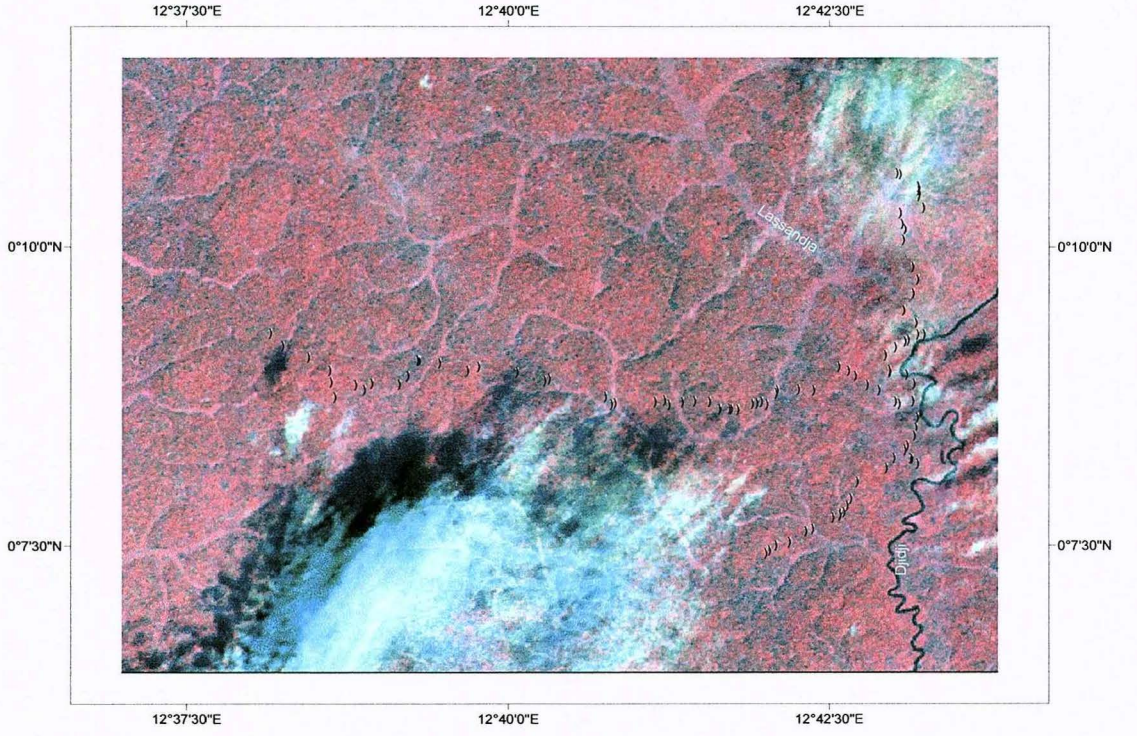


Figure II.3. Extraits images SPOT-XS (1999) et Landsat ETM+ (2002) sur les sites sélectionnés

(c) Confluence Djidji – Lassandja – SPOT (RGB-321)



(d) Confluence Djidji – Lassandja – ETM+ (RGB-642)

3

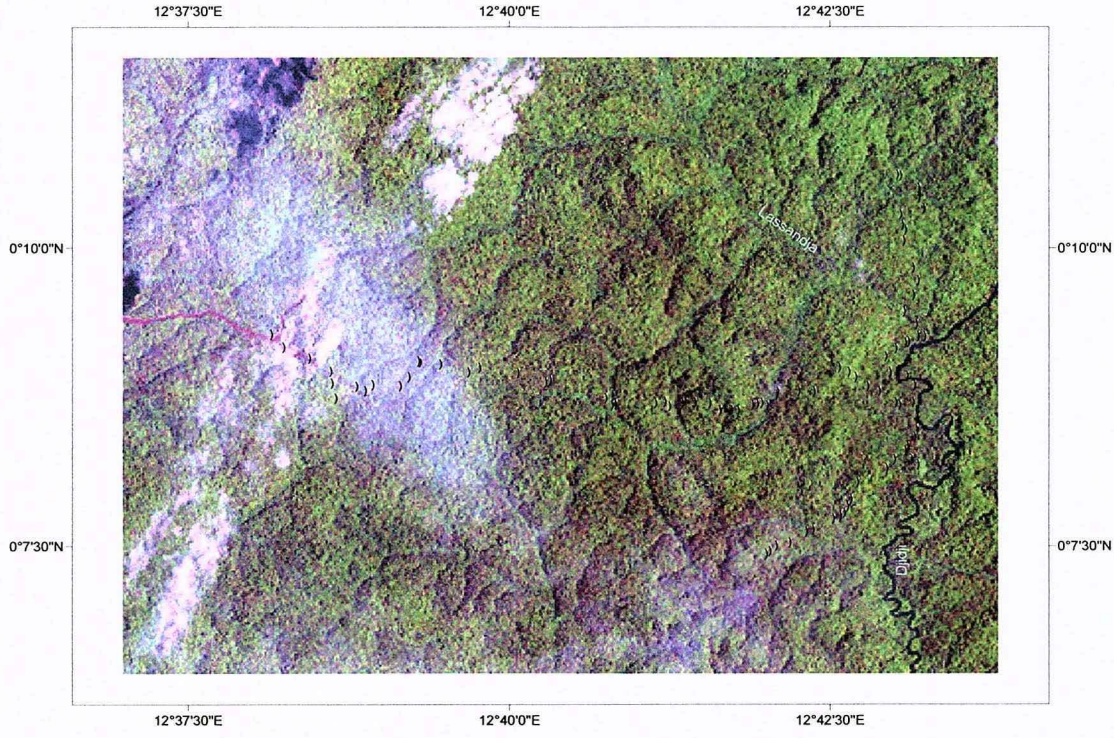
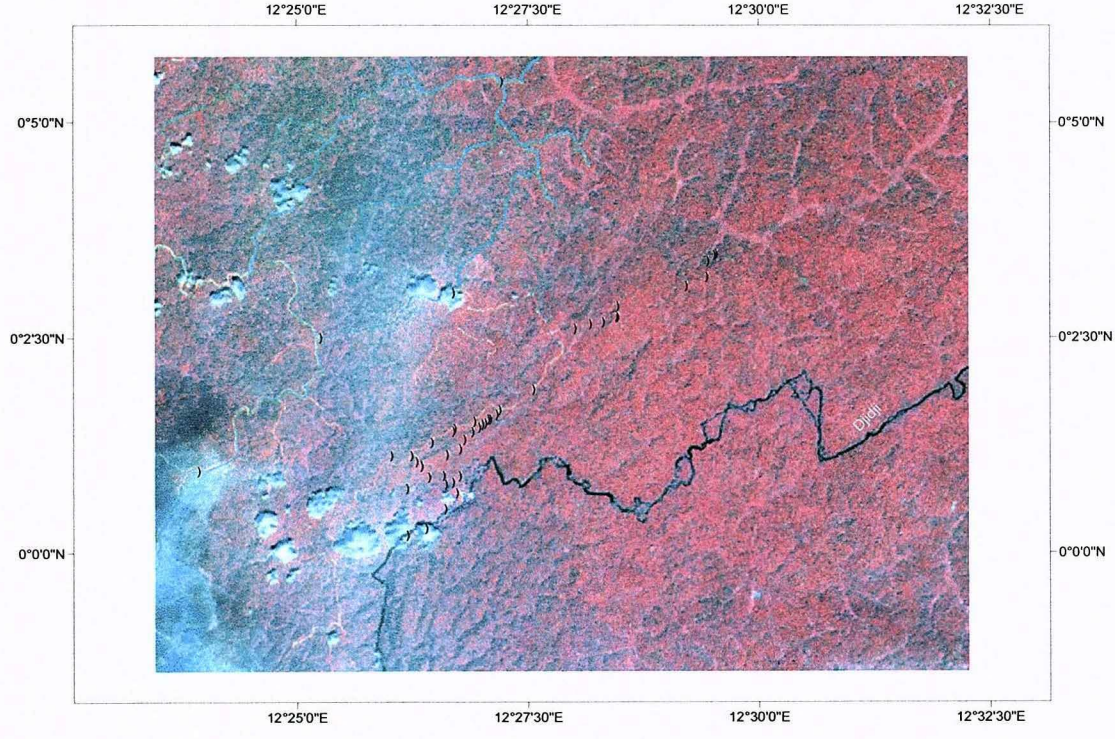


Figure II.3. Extraits images SPOT-XS (1999) et Landsat ETM+ (2002) sur les sites sélectionnés

(e) Chutes de la Djidji – SPOT (RGB-321)



(f) Chutes de la Djidji – ETM+ (RGB-642)

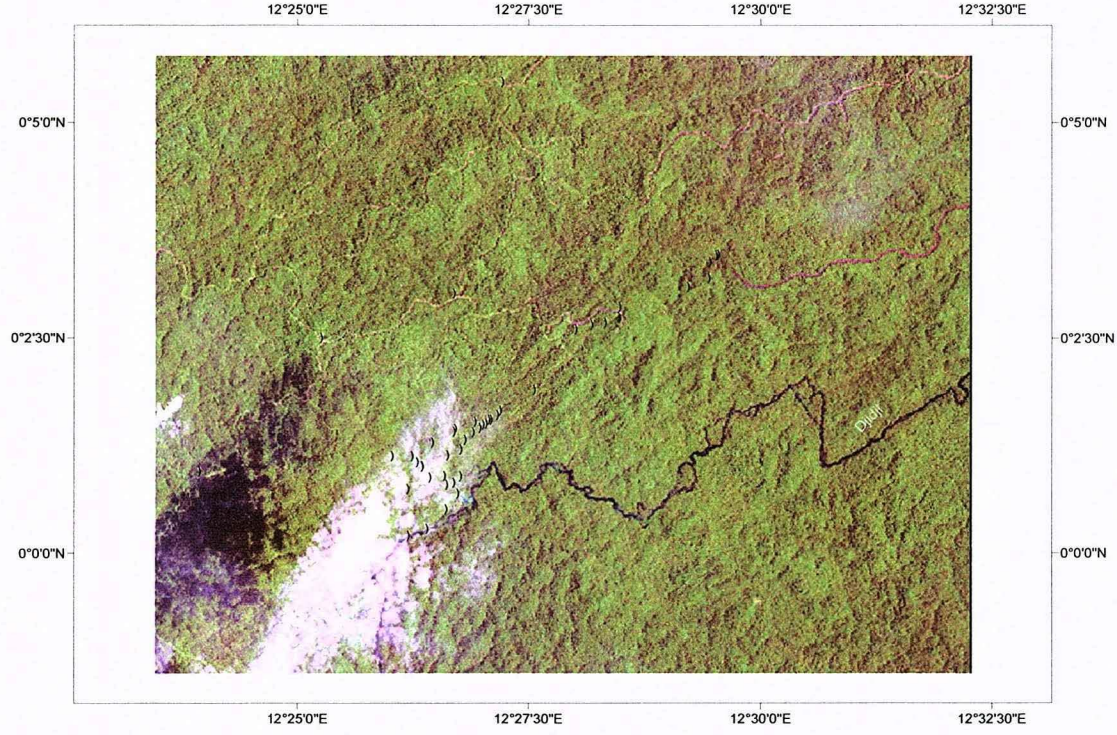
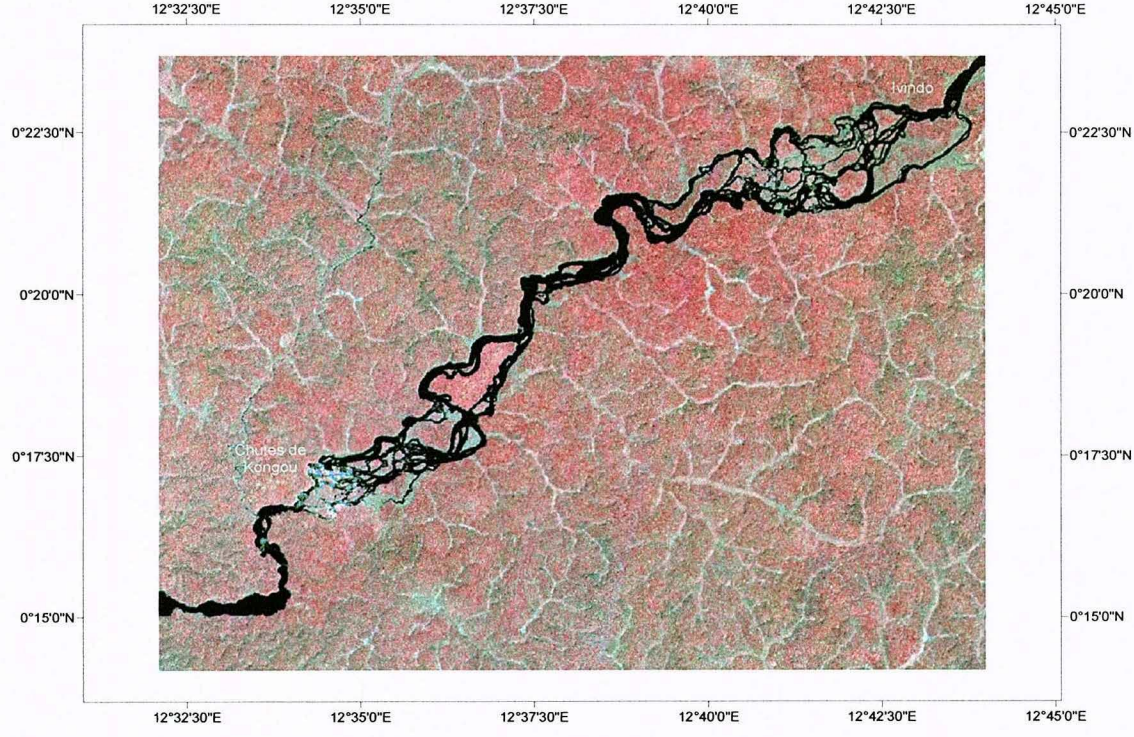
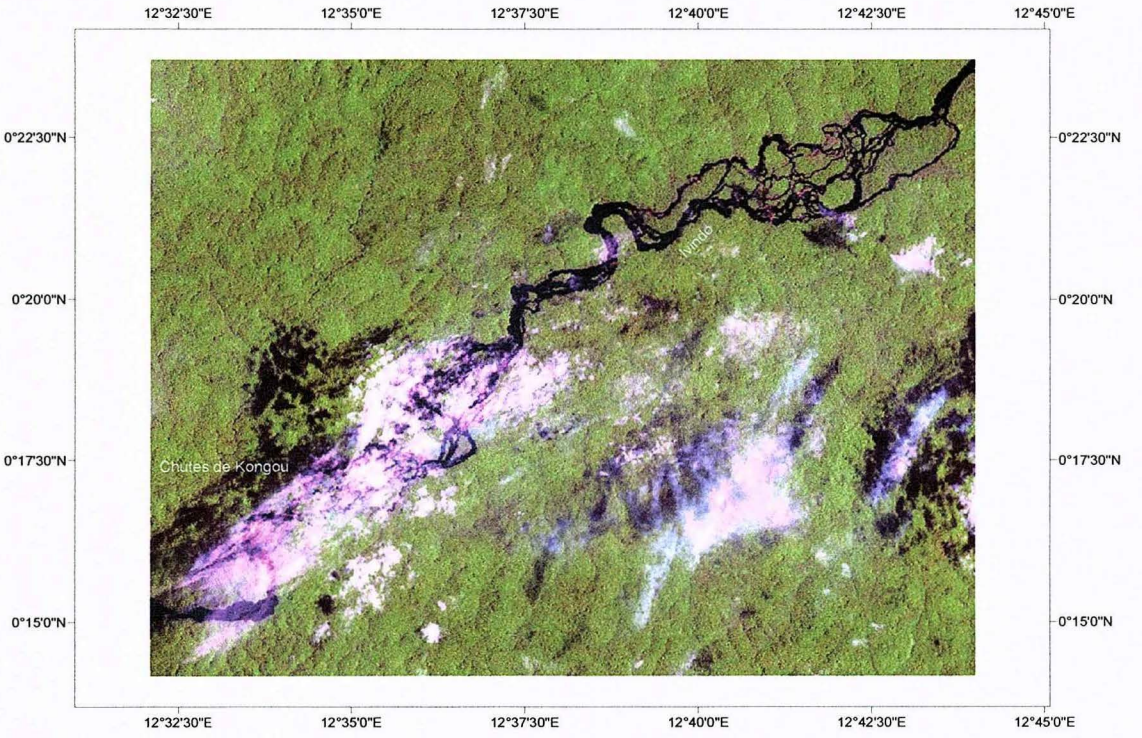


Figure II.3. Extraits images SPOT-XS (1999) et Landsat ETM+ (2002) sur les sites sélectionnés

(g) Ivindo – Chutes de Kongoué – SPOT (RGB-321)



(h) Ivindo – Chutes de Kongoué – ETM+ (RGB-642)


12°32'30"E
12°35'0"E
12°37'30"E
12°40'0"E
12°42'30"E
12°45'0"E
0°22'30"N
0°20'0"N
0°17'30"N
0°15'0"N
Lwindé
Chutes de Kongou

3. Référentiel taxonomique

Une liste actualisée des noms scientifiques et leurs correspondances en noms usuels ou vernaculaires est un préalable indispensable à une bonne cohérence des travaux sur la végétation du parc. Les différents partenaires doivent utiliser les même appellations afin de pouvoir se comprendre et afin que les données collectées par chacun puissent être intégrées en toute fiabilité dans le SIG en construction. De leur côté, les gestionnaires qui feront appel à ces informations doivent pouvoir utiliser des données cohérentes et comparables entre elles. En clair : chacun doit savoir de quelle espèce parle son voisin. C'est à cela que doit servir un référentiel taxonomique.

Cette mission a été l'occasion d'entamer la préparation d'un tel référentiel (voir fichier : REFERENTIEL-ESPECES-VEG.XLS). Les noms scientifiques sont ceux compilés par Lebrun & Stork (1991-1997) dans leur ouvrage sur les plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Quelques compléments et actualisations sont tirés du site web de l'International Plant Name Index (www.ipni.org). Cette liste de plantes est bien entendu encore très incomplète. Il serait souhaitable qu'elle soit complétée à partir de la bibliographie (flores, listes de plantes, documents sur la végétation) et d'échantillons d'herbiers. Ce travail pourrait être confié à l'Herbier National du Gabon. Il devrait d'ailleurs être réalisé non pas pour le seul PNI mais pour l'ensemble des parcs qui mettront en place un SIG. Cela constituerait une occasion appréciable de valoriser l'expertise de l'Herbier National et de faire participer son personnel à l'amélioration des connaissances sur les parcs du Gabon ainsi qu'à la mise en place de SIG opérationnels et cohérents entre parcs.

Dans le fichier cité, certaines espèces sont précédées d'un numéro de code qui leur a été affecté au cours de la digitalisation de données scientifiques relevées sur les quadrats de recherche écologique de la station d'Ipassa. L'affectation de numéros de codes devra être complété pour les autres espèces au fur et à mesure de l'avancement de la liste et de la digitalisation de données botaniques et écologiques sur le parc. Là encore, il est souhaitable que ces codes soient utilisés par le plus grand nombre possible de chercheurs afin de faciliter leur intégration dans le SIG. Pour les espèces exploitables, les noms pilotes en vigueur au Gabon sont précisés. Les informations collectées et à collecter sont précisées dans le fichier METEDATA SIG PNI VEGETATION.doc.

La liste des Phanérogames identifiées au cours de nos déplacements et inventaires dans le parc est compilée en Annexe 3. Elle renferme essentiellement des arbres mais aussi quelques herbacées, arbustes et lianes. Cette liste – actuellement sous fichier Excel LISTE-SP-VEG-PNI.XLS – pourra être intégrée aux bases de données du SIG. Elle inclut à la fois une colonne pour les espèces dont la présence a été constatée dans le parc ainsi qu'une colonne pour les espèces présentes en périphérie. La comparaison des deux colonnes pourra s'avérer utile, soit dans le cas d'espèces particulières qui ne seraient pas protégées dans les limites officielles du PNI, soit au contraire dans le cas d'espèces en voie de disparition en périphérie ; cette information pouvant être utile aux décideurs et gestionnaires dans la programmation des actions de gestion.

Cette liste des plantes du PNI comporte actuellement environ 250 espèces. Elle pourra être complétée au fur et à mesure des nouveaux inventaires réalisés dans le parc et en proche périphérie. Elle devrait aussi être confrontée aux listes de Phanérogames et Ptéridophytes qui ont été précédemment publiées par plusieurs botanistes ayant travaillé à la station de recherche d'Ipassa (Hallé, 1964 et 1965 ; Hallé & Le Thomas, 1967 et 1970 ; Hladik & Hallé, 1973 ; Florence & Hladik, 1980). Ces listes recensent plus de 1.200 espèces présentes dans le bassin de l'Ivindo, essentiellement aux alentours de Makokou, de Mékambo et des monts de Bélinga. Pour les espèces mentionnées avec une indication de provenance, il sera facile de faire le tri de celles présentes dans la réserve d'Ipassa et le Nord du PNI. Dans d'autres cas, l'idéal serait de retourner aux indications portées sur les étiquettes d'herbiers des spécimens mentionnés. Ce travail permettrait de compiler relativement rapidement une liste des plantes du Parc National de l'Ivindo. Comme il sort du cadre de l'actuelle mission, il pourrait être entrepris par l'IRET et l'Herbier National du Gabon.

4. Répartition spatiale de quelques espèces caractéristiques

Lors des observations de terrain, une attention particulière a été portée à la localisation et à la répartition spatiale de quelques espèces arborées jugées remarquables. Ces observations, associées aux mesures GPS, ont été réalisées le long des déplacements en forêt et sur les placettes d'inventaire. La répartition spatiale de certaines espèces est jointe à ce rapport (Figures III.4.a à g ; voir aussi fichier PRESENCE-ESPECES-VEG.XLS), à titre illustratif et afin de servir de support aux discussions phytogéographiques que l'on peut en tirer. Ces cartes, tout à fait préliminaires, devront être complétées au fur et à mesure des prospections dans le parc. Cela permettra d'affiner les limites des aires de répartition des espèces concernées et de dresser une carte phytogéographique plus précise du PNI.

Les espèces les plus communes et recensées sur l'ensemble des sites visités n'ont pas été cartographiées. En effet, la visualisation de leur répartition n'aurait pas apporté d'éléments important sur la variation de composition floristique dans le parc. C'est en particulier le cas du *Scyphocephalium mannii* (*MYRISTICACEAE*), du *Santiria trimera* (*BURSERACEAE*), du *Pentaclethra eetveldeana* (*MIMOSACEAE*), des *Coula edulis* et *Diogoa zenkeri* (*OLACACEAE*), des *Scorodophloeus zenkeri* et *Gilletiodendron pierreanum* (*CAESALPINIACEAE*). Ces espèces constituent le fonds floristique des forêts denses de terre ferme du PNI. Elles sont présentes sur quasiment tous les sites visités, bien qu'en plus ou moins grande abondance. Soulignons toutefois que *Scyphocephalium mannii*, *Pentaclethra eetveldeana* et *Santiria trimera* semblent rares – voire absents – des forêts autour de Langoué. Quelques commentaires additionnels s'imposent à ce stade :

- Le *Scyphocephalium mannii* ou Sorro est une espèce atlantique, présente sur le pourtour du golfe de Guinée, du Nigéria au Sud-Congo (Lebrun & Stork, 2003). Dans le Nord-Est du Gabon, elle disparaît un peu au Nord de Makokou (Gloriod, 1974). Le PNI est donc situé près de la limite Nord-Est de son aire de répartition. Le Sorro y est très fréquent, souvent sous la forme d'arbres plus beaux que ceux de la côte ou du centre du pays.

  Parmi les autres espèces atlantiques dont l'aire de répartition recouvre l'ensemble du parc, nous pouvons aussi mentionner : *Dacryodes buettneri* (Ozigo) une *BURSERACEAE* dont l'aire de répartition est similaire à celle de l'Okoumé (voir ci-après), *Cylicodiscus gabunensis* (*MIMOSACEAE*) et *Baillonella toxisperma* (Moabi). Ces trois espèces ne semblent pas très abondantes mais sont présentes jusque sur le plateau d'Ipassa, tout au Nord du PNI, ainsi qu'au Nord et à l'Est de la ville de Makokou.

- Le *Santiria trimera* est un petit arbre très fréquent sur l'ensemble du parc. Son aire de répartition est plutôt atlantique, s'étendant de l'Afrique de l'Ouest (Sierra Leone) au Cabinda (Angola), mais elle est aussi présente jusque dans le secteur forestier du centre de la RDC (Gillardin, 1959). Les deux formes mentionnées dans Hladik & Hallé (1973) ont été rencontrées lors de nos prospections ; la forme à racines échasses étant bien plus commune que celle dont la base du tronc est droite ou évasée.

- Le *Coula edulis*, ou Noisetier d'Afrique, peut atteindre ici de gros diamètres (par exemple, près des chutes de Kongoué). Comme l'espèce précédente, son aire de répartition est plutôt atlantique, allant de la Sierra Leone à la RDC (Vivien & Faure, 1985).

- *Pentaclethra eetveldeana* est une espèce dont l'aire de répartition semble centrée autour des zones de contact forêt-savane du Congo et du Gabon, depuis la côte atlantique jusqu'à l'Ouest de la RDC (Villiers, 1996). Elle est plus fréquente dans les forêts perturbées naturellement ou par les activités humaines et dans les forêts clairsemées (White & Abernethy, 1996 ; Wilks &

Issembe, 2000). La base du tronc est très souvent endommagée par les Eléphants qui en consomment l'écorce.

- L'une des *CAESALPINIACEAE* les plus fréquentes, et souvent la plus abondante, sur l'ensemble du parc est le *Scorodophloeus zenkeri* (Divida). C'est un arbre de taille moyenne occupant la canopée. Son aire de répartition s'étend de l'Est de la RDC à la côte atlantique, du Cameroun à l'embouchure du fleuve Congo (Liben, 1970b). Elle semble peu présente dans l'intervalle de la Sangha (Rietkerk *et al.*, 1995). C'est une dominante locale dans les forêts du Nord-Est du Gabon (Caballé, 1978) et une essence caractéristique des forêts denses hétérogènes de terre ferme en RDC (Gillardin, 1959). Cette espèce est donc à la fois caractéristique du secteur congolais mais aussi du secteur atlantique du grand massif forestier d'Afrique centrale : c'est une « espèce de liaison » entre ces deux secteurs.

Des informations complémentaires sur tous ces arbres sont disponibles – entre autres – dans les ouvrages de Raponda-Walker & Sillans (1961), De Saint Aubin (1963), Vivien & Faure (1985), White & Abernethy (1996) ou Wilks & Issembe (2000).

D'autres espèce présentent un intérêt phytogéographique plus marqué à l'échelle du PNI car, soit la limite de leur aire de répartition traverse le parc, soit ces espèces sont liées à certains types de végétation particuliers. Les Figures II.4.(a-g) représentent leur aire de répartition dans le PNI.

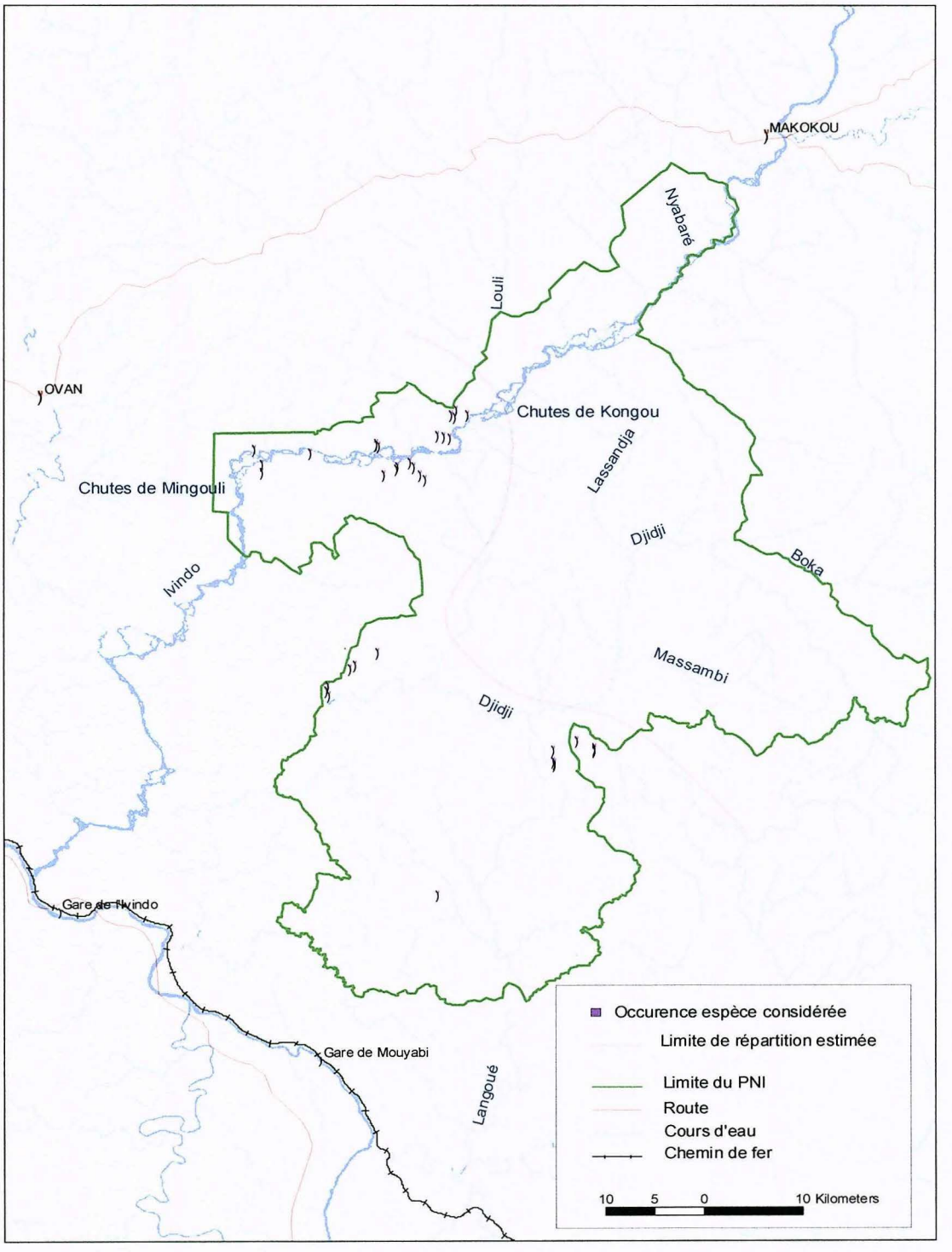
- *Aucoumea klaineana* (*BURSERACEAE*) : l'aire de répartition de l'Okoumé est centrée sur le Gabon et s'étend en Guinée Equatoriale et au Congo (très marginalement au Sud-Cameroun ; Brunck *et al.*, 1990). C'est l'espèce la plus exploitée du pays (traditionnellement, elle représentait plus de 80 % des exportations et, malgré la diversification, elle représente encore actuellement plus de 50 % de la production nationale). Comme présenté dans la Figure II.4.a, l'Okoumé disparaît au Nord et à l'Est d'une ligne courbe passant par les chutes de Kongoué et en amont des chutes de la Djidji (voir Gloriod, 1974 : 49) : l'espèce est présente seulement à l'Ouest et au Sud du parc, bien que plus rare dans la partie Sud. De nouvelles prospections et inventaires quantifiés devront permettre d'affiner un peu plus cette analyse. L'Okoumé est l'exemple type des espèces atlantiques dont la répartition trouve son extension maximale dans l'Est/Nord-Est du Gabon... en plein milieu du PNI.
- Une autre espèce, *Desbordesia glaucescens* (ou Alep, *IRVINGIACEAE*) pénètre aussi de la côte jusque dans l'Ouest du parc, comme l'Okoumé (Figure II.4.b). Sa limite de répartition dans le PNI devra être affinée par des prospections complémentaires. Cette espèce, avec l'Okoumé et l'Ozigo, est l'une des caractéristiques des forêts des zones centrale et sub-littorale du Gabon où elle y est particulièrement abondante (Caballé, 1978).
- Le *Julbernardia pellegriniana* (*CAESALPINIACEAE*) n'a été trouvé que dans la partie Sud du parc (Figure II.4.c). Considéré par Letouzey (1985) comme une espèce caractéristique des forêts atlantiques au Cameroun, il est particulièrement abondant et caractéristique des forêts du Centre-Est du Gabon (Caballé, 1978 : 432). Dans le PNI, il est présent sous les deux « formes » mentionnées par Gloriod (1974 : 46) : le Béli (à petits contreforts dressés) et l'Awougha (à contreforts sinueux s'étendant parfois à plusieurs mètres du tronc). Cette distinction entre les deux formes (ou sous-espèces ou espèces ?) devra être précisée après examen d'échantillons d'herbier fertiles, d'échantillons de bois, d'exigences écologiques, de comportement phénologique... voire par les méthodes d'analyse génétique. L'Awougha semble cantonné aux forêts denses de terre ferme sur sols relativement sableux et pentes fortes de certaines vallées. Dans ces conditions, il devient abondant et même dominant dans la canopée. Ailleurs, il semble totalement absent. Le Béli « classique » semble quant à lui plus rare dans les zones que nous avons prospecté.
- *Baphia leptobotrys* (*FABACEAE*) : ce petit arbre des strates inférieures des forêts denses de terre ferme est l'une des espèces les plus abondantes dans la forêt du plateau d'Ipassa, au Nord du parc (Doumenge, 1990). Absente du Sud et de l'Ouest du PNI, nous ne l'avons rencontré qu'à partir des chutes de Kongoué, là où l'Okoumé s'arrête (Figure II.4.d). Ce *Baphia* est une

espèce typique du sous-bois des forêts semi-caducifoliées (Letouzey, 1985) et pénètre au Gabon depuis le Nord.

Une autre *FABACEAE*, le *Millettia laurentii* ou Wenge, qui fournit un beau bois sombre, est présent dans le parc, bien que rare dans les zones prospectées. L'aire de répartition de cette espèce est essentiellement congolaise ; elle pénètre au Cameroun jusque dans les forêts atlantiques orientales et centrales mais est considérée par Letouzey (1985) comme caractéristique des forêts à affinités congolaises de la boucle du Dja.

- *Fernandoa ferdinandi* : cette *BIGNONIACEAE* aux très belles fleurs orangées semble peu connue au Gabon. Raponda-Walker & Sillans (1961) mentionnaient sa présence dans le bassin de la Ngounié (sous le nom de *Tisserantodendron walkeri*). Nous ne l'avons trouvée que dans la région de Langoué et près des chutes de Kongoué (Figure II.4.e). S'il est trop tôt pour tirer des conclusions quant à sa présence dans le PNI et à son aire de répartition, il sera utile – pour des raisons tant scientifiques que de conservation – de collecter à l'avenir le maximum d'information sur cette espèce. Il serait aussi utile de récolter des échantillons d'herbiers qui pourront alimenter la collection de référence de l'Herbier National, à Libreville (les fruits seraient inconnus), voire celle de la station de recherche d'Ipassa-Makokou... si cet herbier est remis en fonction.
- *Eurypetalum batesii* (*CAESALPINIACEAE*) : cette espèce – une caractéristique des forêts atlantiques camerounaises selon Letouzey (1985) – possède la particularité de générer de nombreux rejets partant de la base du tronc. Le tronc principal peut même être complètement occulté par ces rejets. Nous n'avons rencontré cet *Eurypetalum* que dans la vallée de l'Ivindo et au niveau de l'exutoire de la clairière marécageuse de Langoué (Figure II.4.f). Il pousse généralement en petits peuplements des bas de versants mais peut remonter sur les pentes et les crêtes.
- De même que l'espèce précédente, le *Gilbertiodendron dewevrei* (Limbali, *CAESALPINIACEAE*) est lié aux grandes vallées. C'est une espèce congolaise mais dont l'aire de répartition s'étend jusqu'au Sud-Cameroun, au Gabon et à l'embouchure du fleuve Congo (Liben, 1970a). Dans la cuvette congolaise et sur sa bordure septentrionale, elle peut former de grands peuplements mono-spécifiques (depuis l'Est de la RDC jusqu'au Nord-Congo et au Sud-Est Cameroun). Dans le PNI (Figure II.4.g), les peuplements à dominance de Limbali ne sont pas très étendus et souvent mêlés d'autres espèces. On les trouve sur les replats bordant les rivières et en bas de versants. Même si ces terrains ne sont ni marécageux ni inondables, la nappe phréatique semble proche de la surface. Le Limbali remonte parfois sur les crêtes, où l'on y trouve quelques pieds dispersés. Peut-être est-ce lié à la présence de nappes d'eau suspendues mais cela reste à vérifier.

Figure II.4 (a). *Aucoumea klaineana* (Okoumé)



Note : Adapté de Gloriod (1974:49) sur base des observations de terrain

Figure II.4 (b). *Desbordesia glaucescens* (Alep)

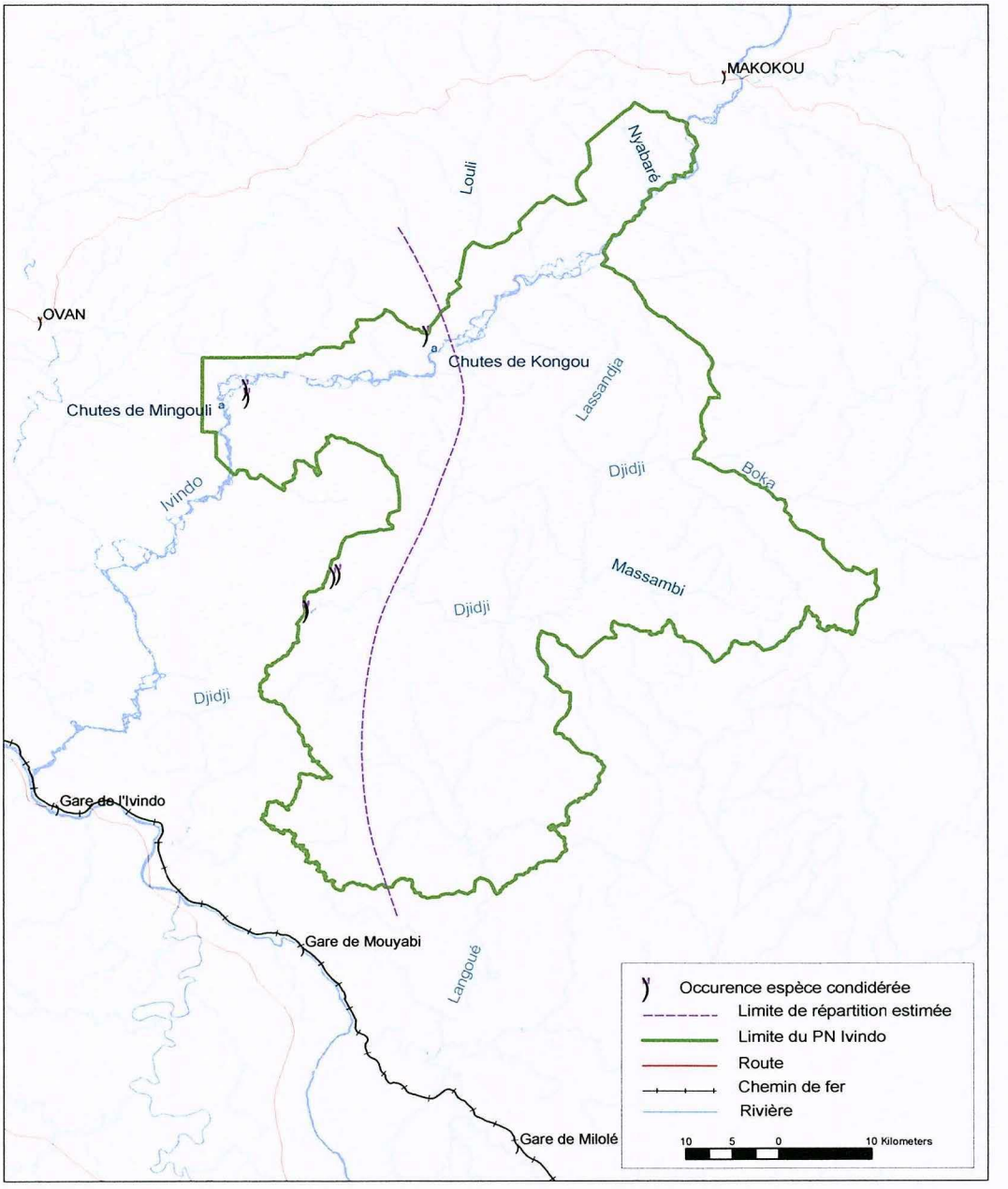
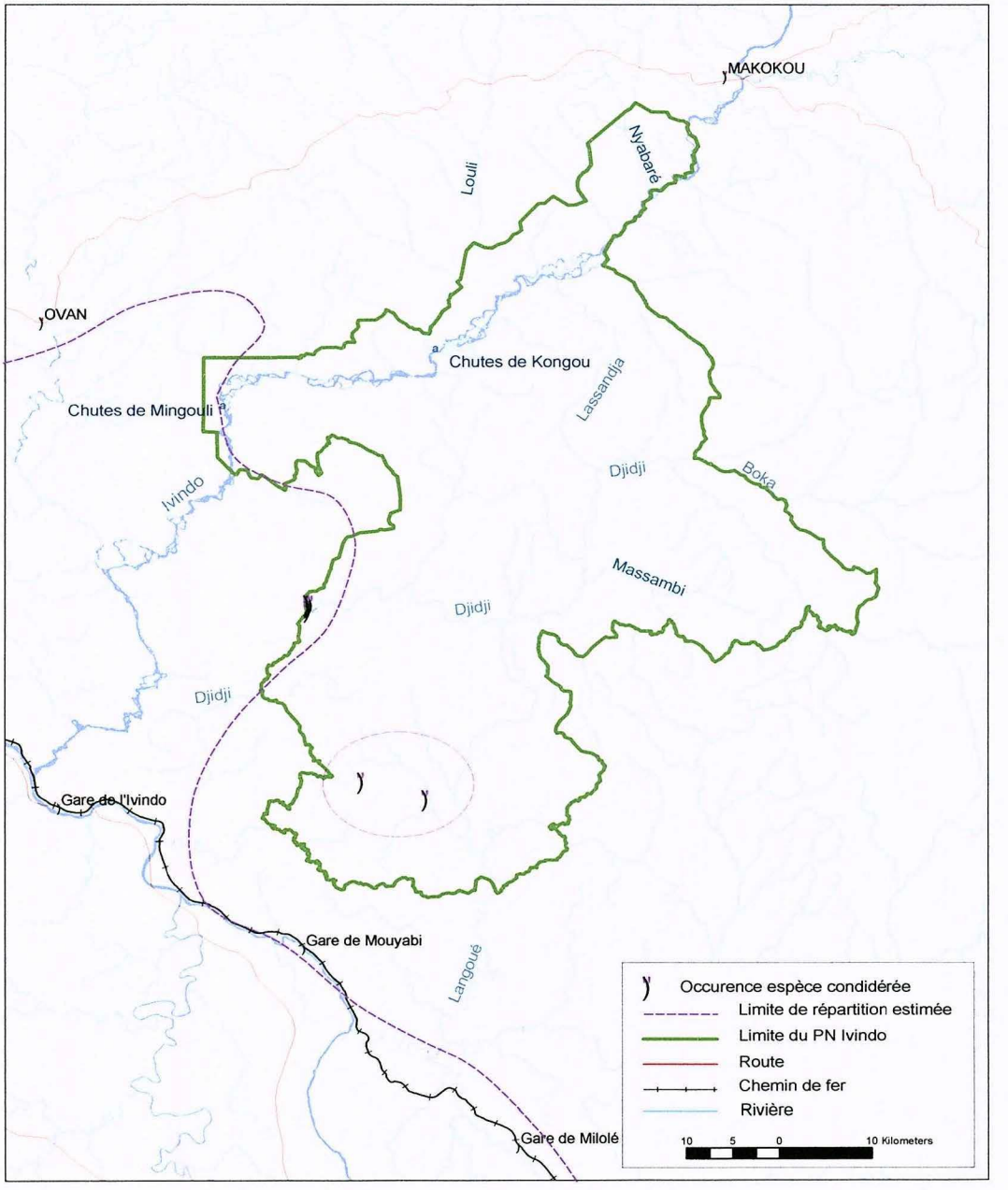


Figure II.4 (c). *Julbernardia pellegriniana* (Béli et Awougha)



Note : Adapté de Gloriod (1974:47) sur base des observations de terrain

Figure II.4 (d). *Baphia leptobotrys*

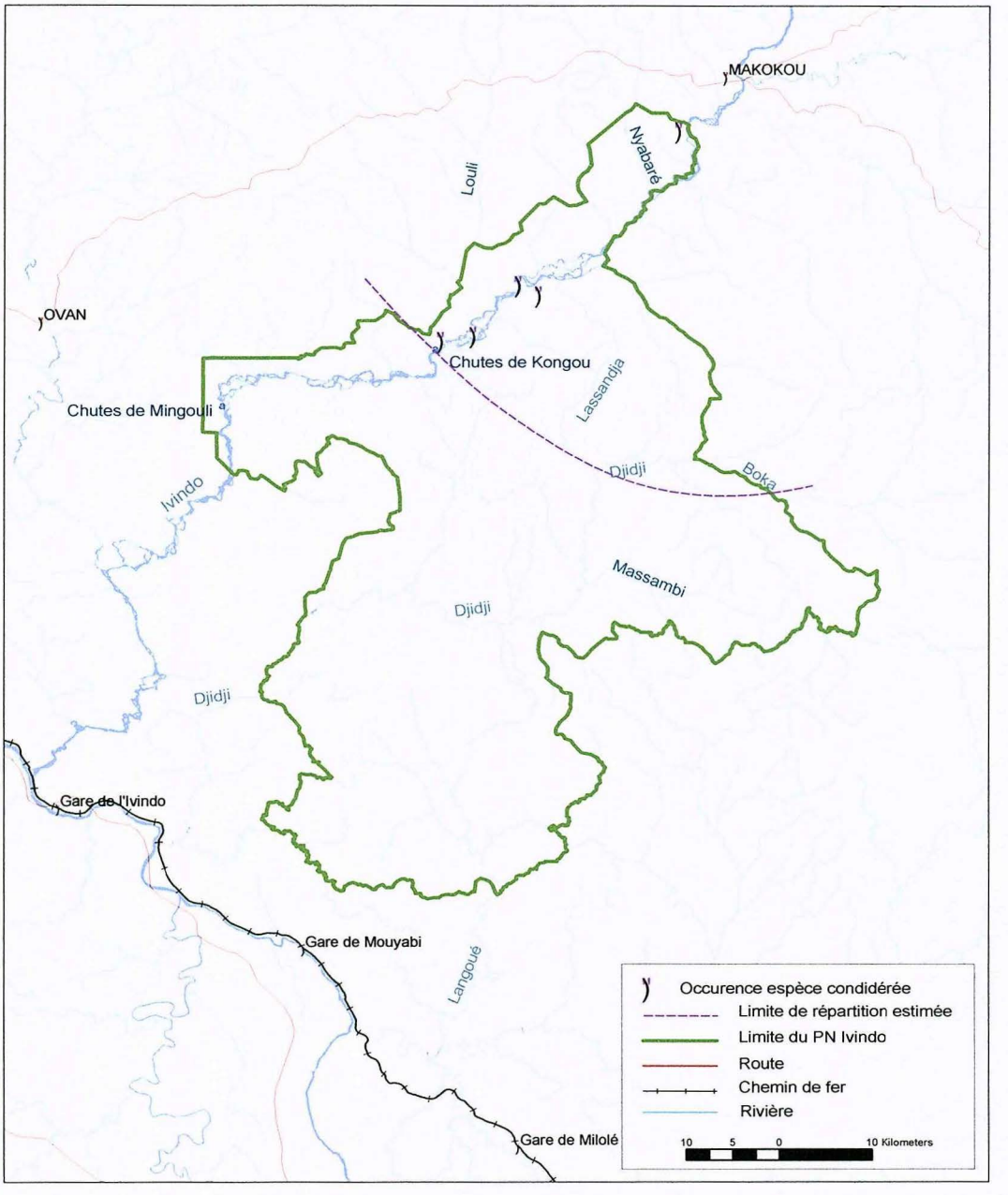


Figure II.4 (e). *Fernandoa ferdinandi*

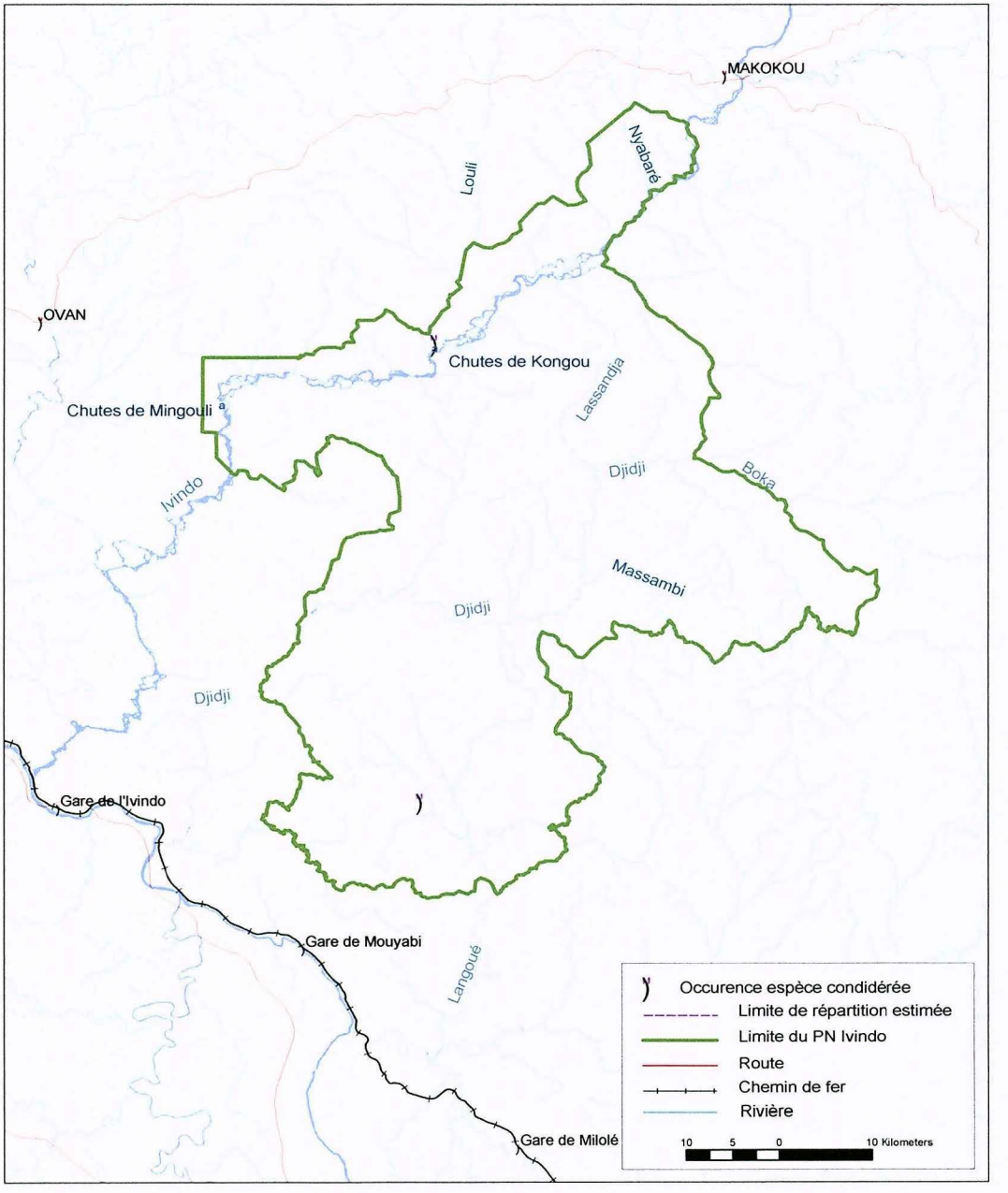


Figure II.4 (f). *Eurypetalum batesii*

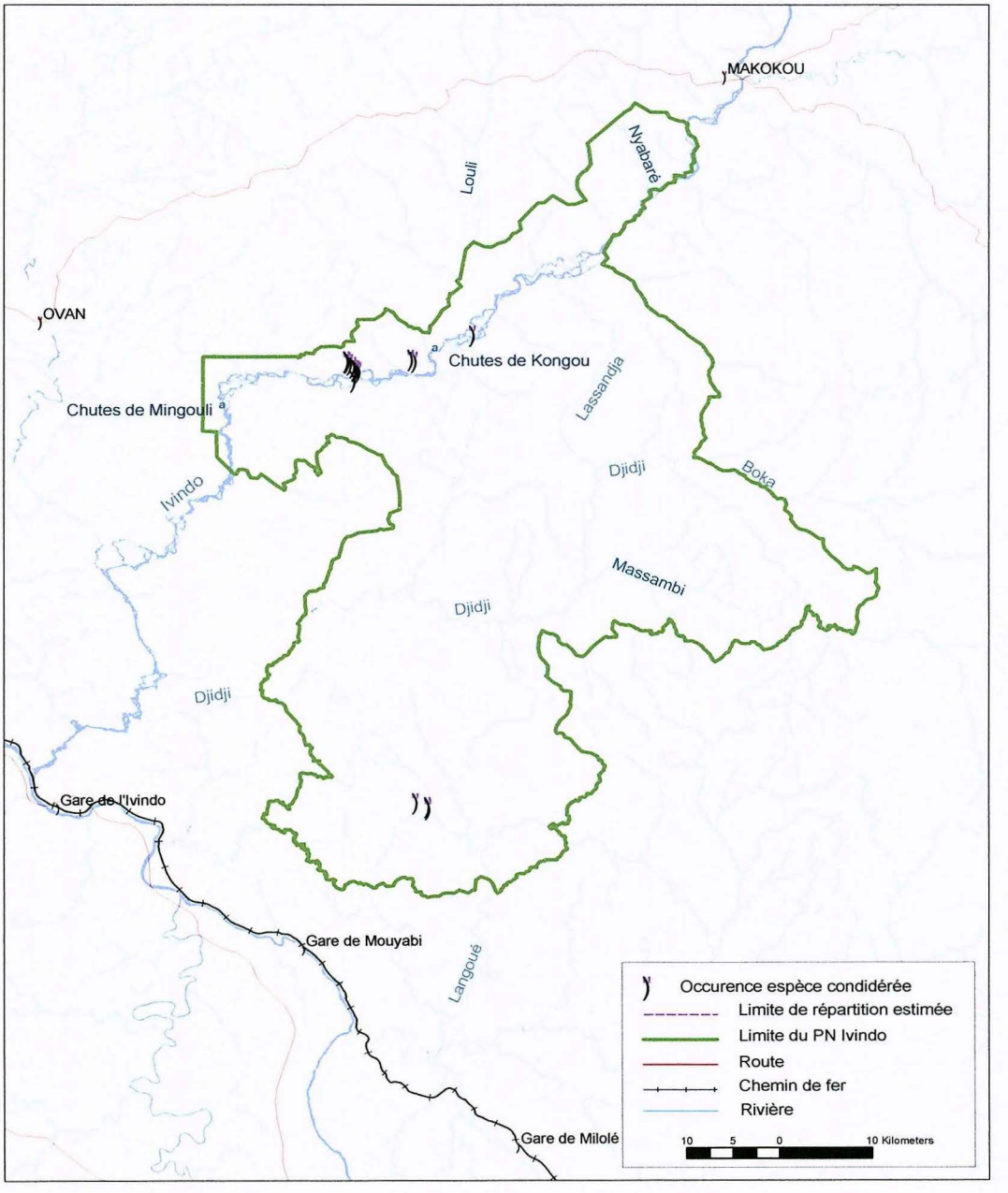
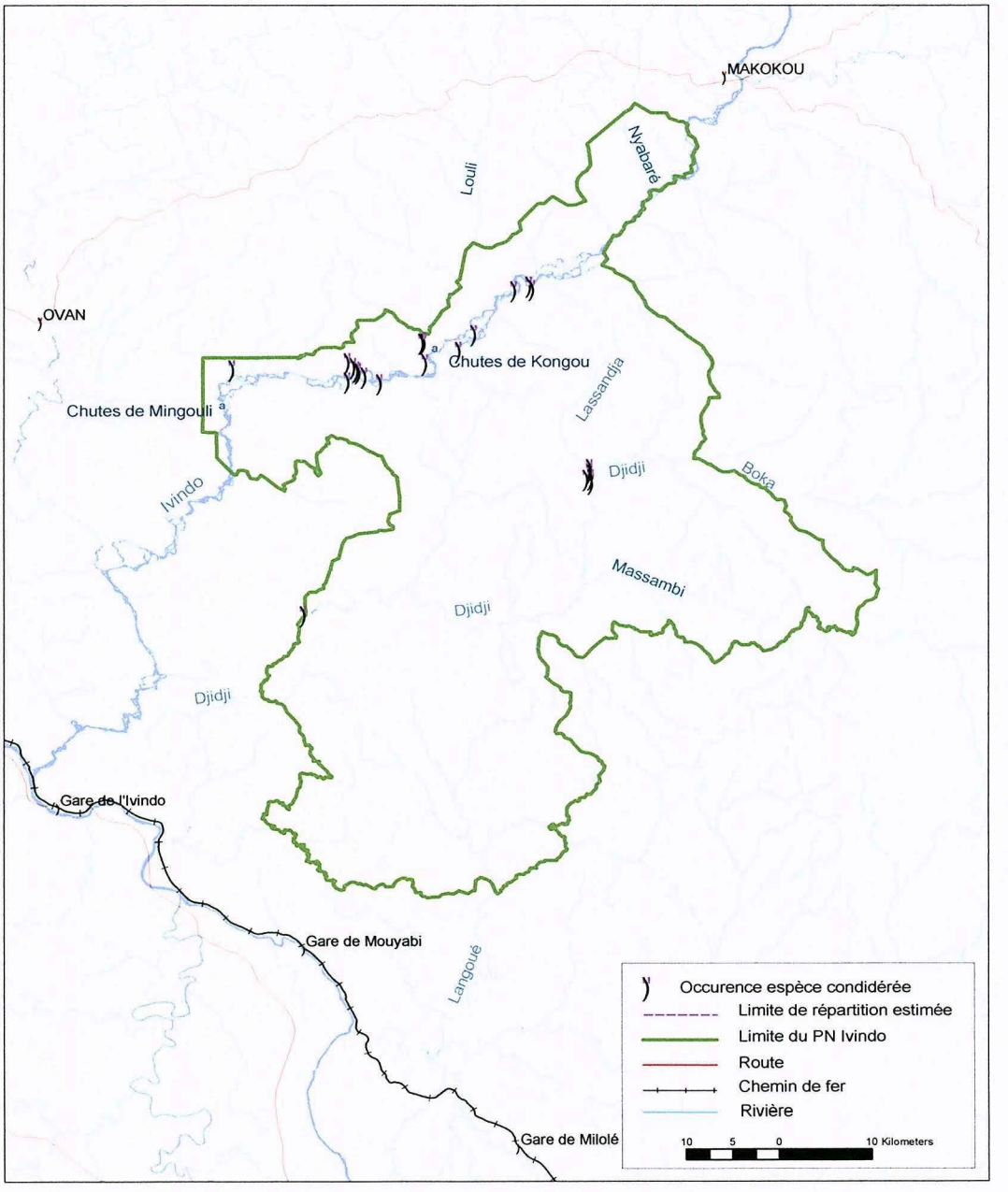


Figure II.4 (g). *Gilbertiodendron dewevrei* (Limbali)



Ces cartes, bien que provisoires (basées sur un échantillon restreint et une couverture incomplète du parc national de l'Ivindo), permettent de rendre compte de la distribution spatiale et des limites d'extension de quelques essences caractéristiques des forêts du PNI. D'autres espèces seront analysées ultérieurement mais nous pouvons d'ores et déjà reprendre les propos de Caballé (1978), qui soulignait que : « Dans cette région du Gabon, s'interpénètrent deux grands domaines floristiques distincts, un atlantique qui s'achève, l'autre continental qui commence » (p. 434-435).

Les espèces atlantiques sont dominantes sur l'ensemble du parc (Sorro, Ozigo, Noisetier d'Afrique, *Santiria trimera*, ...), même si certaines d'entre elles disparaissent en allant vers l'Est (Okoumé, Alep). Quelques espèces font la jonction avec le bloc forestier de la cuvette congolaise, en particulier *Pentaclethra eetveldeana* et *Scorodophloeus zenkeri*, qui sont à la fois présentes dans les forêts atlantiques et congolaises. Enfin, pénètrent par le Nord et l'Est des espèces typiquement congolaises ou de forêts semi-décidues telles que *Baphia leptobotrys* ou le Wengé.

Ce schéma d'interpénétration des flores se retrouve au niveau des grandes vallées avec deux espèces atlantiques (*Julbernardia pellegriniana* et *Eurypetalum batesii*) et une espèce congolaise (le Limbali). L'Azobé (*Lophira alata*, *OCHNACEAE*) est quant à elle une « essence de liaison » des forêts denses humides Guinéo-congolaises : son aire de répartition s'étend de l'Afrique Occidentale atlantique jusqu'en Ouganda. Elle est particulièrement abondante dans les forêts littorales de terre ferme du Cameroun dont elle est une des espèces caractéristiques (Letouzey, 1985). Elle est un peu moins abondante dans la zone des forêts caducifoliées. Lorsque les conditions climatiques deviennent encore moins favorables, dans les forêts denses septentrionales les plus nettement caducifoliées et dans la zone des savanes, l'Azobé subsiste le long des vallées et des forêts galeries (Palla *et al.*, 2002). Dans le PNI, cette essence est en situation intermédiaire. Même si elle se trouve sur les plateaux et les collines du PNI, elle est plus abondante sur les bords de vallées, en particulier celle de l'Ivindo.

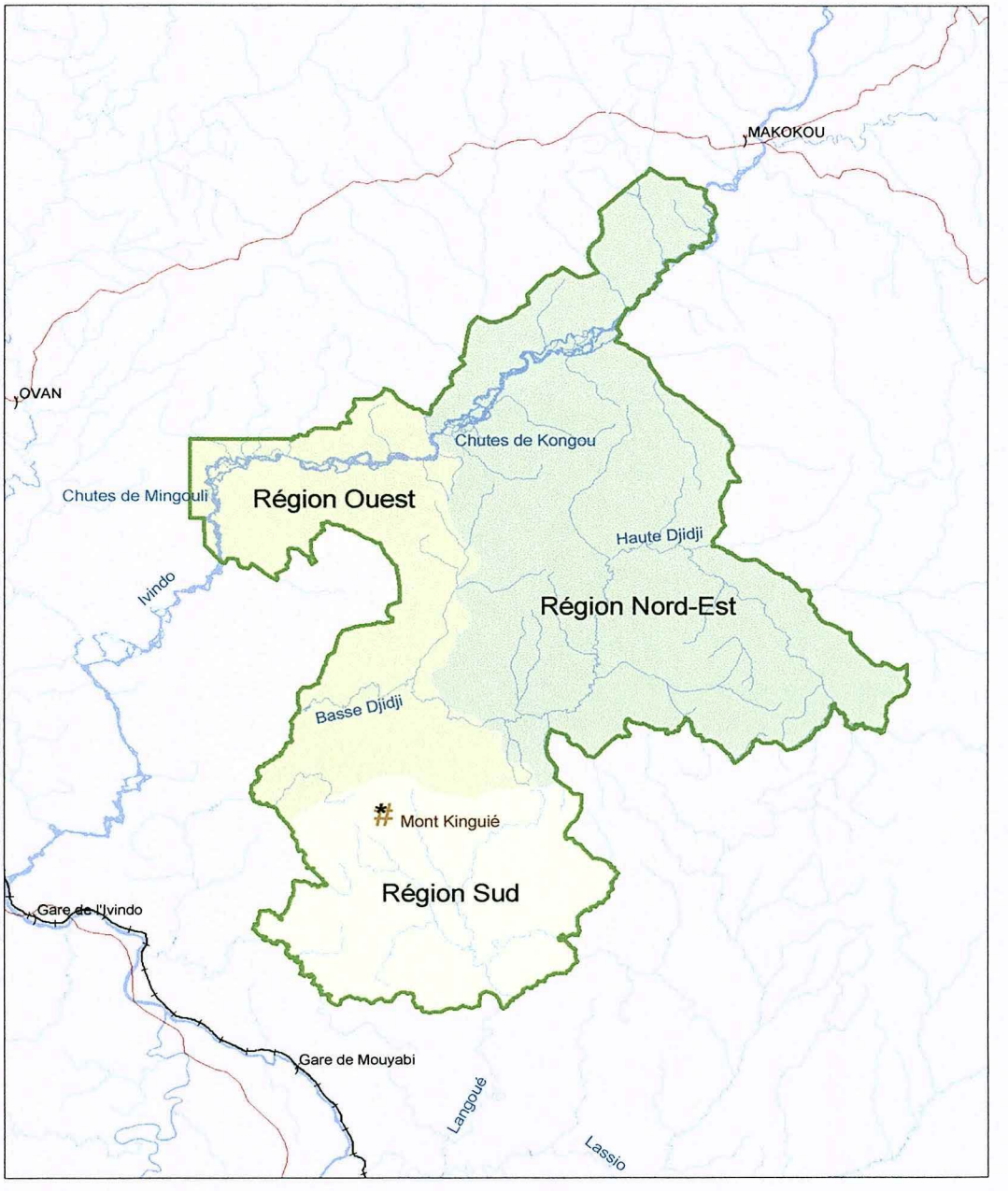
En résumé et en première approche, le Parc National de l'Ivindo peut être subdivisé en trois sous-ensembles phytogéographiques[1] (Figure II.5):

- **l'Ouest**, où l'influence atlantique est la plus marquée. La forêt à Okoumé y est aussi caractérisée par la présence d'Alep. Le Sorro, le *Santiria trimera*, le *Pentaclethra eetveldeana* et le *Scorodophloeus zenkeri* y sont abondants, comme dans presque tout le parc.
- **Le Sud**, où l'Okoumé est présent mais moins abondant. L'Awougha y est ponctuellement abondant. Les forêts autour des clairières de Langoué sont aussi remarquables par une grande diversité et la présence du *Fernandoa ferdinandi* et de deux *MELIACEAE* : *Entandrophragma angolense* (Tiama blanc) et *Entandrophragma utile* (Sipo). Le Sorro, le *Santiria* et le *Pentaclethra* sont au contraire moins abondants que dans le reste du parc.
- **Le Nord et l'Est**, où l'Okoumé et l'Alep disparaissent et où apparaissent *Baphia leptobotrys* et le Wengé. Le Sorro, le *Santiria*, le *Pentaclethra* et le *Scorodophloeus* y sont abondants et constituent le fonds floristique de ces forêts.

Cette première conclusion, tout à fait préliminaire, devra être confirmée – ou infirmée – par des observations plus nombreuses et mieux réparties sur l'ensemble du parc (voir Chapitre 9). Elle constitue une première base de réflexion pour le développement des recherches ainsi que pour la conservation et l'aménagement du PNI. La mise en place du SIG du parc permettra en outre de compiler toutes les données collectées par divers intervenants (chercheurs et techniciens de recherche, patrouilles de surveillance...), de les mettre en cohérence et de les restituer sous forme de cartes et de synthèses utilisables par les scientifiques, les gestionnaires du PNI, les opérateurs touristique et tous les autres intervenants dans la gestion du parc et son développement.

[1] La différence pluviométrique entre le nord et le sud du PNI (~200mm) permettent d'appuyer cette subdivision, ainsi que la répartition des espèces, telles que l'Okoumé. Des données complémentaires liées à l'historique d'exploitation dans la région ou issues de bioindicateurs (micro-mammifères, oiseaux du sous-bois, papillons...) permettront de valider et de préciser la définition et la distinction entre ces zones.

Figure II.5: Sous-régions du Parc National de l'Ivindo



Note : sous régions phytogéographiques estimées sur base des observations de terrain (localisation et répartition des espèces, principales formations végétales) et des images JERS (Couverture Radar du Gabon). Régions Ouest (Bassin de l'Ivindo en aval des chutes de Kongoué et bassin de la basse Djidji), Nord-Est (Bassin de l'Ivindo en amont des chutes de Kongoué et bassin de la haute Djidji) et Sud (Mont Kinguié et bassin de la Langoué).

5. Principales formations végétales rencontrées

Les forêts du Parc national de l'Ivindo sont inclues dans la zone bio-climatique des forêts denses humides sempervirentes à faiblement décidues. Elles poussent sous un climat humide de type équatorial. Si certaines espèces perdent leurs feuilles durant un court laps de temps (*Baillonella toxisperma, Lophira alata, Entandrophragma spp.*,...), la plupart restent feuillées toute l'année.

La présente mission a permis de caractériser de manière très rapide les principales formations végétales rencontrées dans le parc, en particulier forestières (Tableau II.1). Il faut garder toutefois présent à l'esprit que le relatif court laps de temps et l'étendue limitée des zones prospectées au cours de la présente mission, ne nous permettent pas encore de dresser un inventaire détaillé de ces différentes formations végétales. Il reste encore beaucoup à faire pour une caractérisation plus fine, tant physionomique que floristique, des forêts de terre ferme mais aussi – et surtout – de celles soumises à l'influence de l'eau (forêts inondables et marécageuses).

Tableau II.1. Principales formations végétales rencontrées.

Forêts de terre ferme		
Forêts denses	*Forêts diversifiées*	Forêts diversifiées
		Forêts diversifiées à Okoumé
		Forêts diversifiées, faciès de Langoué
	Forêts à une espèce dominante	Forêts à *Julbernardia pellegriniana* (Awougha)
		Forêts à *Eurypetalum batesii*
		Forêts à *Gilbertiodendron dewevrei*
Forêts dégradées		Forêts dégradées d'origine naturelle
		Forêts dégradées d'origine anthropique (secondarisées)
Forêts clairsemées		Forêts pionnières sur fourrés arbustifs
Fourrés et recrûs forestiers		Recrus des bords de routes
Forêts inondables		
Forêts denses		Forêts inondables ripicoles
		Forêts inondables à une espèce dominante
Forêts clairsemées		Forêts inondables clairsemées
Forêts marécageuses		
Forêts denses		Forêts marécageuses ripicoles des grandes rivières
		Forêts marécageuses (petites rivières, bords de clairières marécageuses, dépressions « suspendues »)
Forêts clairsemées		Forêts marécageuses clairsemées
Raphiales		
Peuplements de Pandanus		
Fourrés arbustifs		Fourrés arbustifs marécageux
Végétation herbacée		
Végétation des dalles rocheuses		
Recrûs herbacés des pistes forestières abandonnées		
Savanes marécageuses		
Végétation des rapides et chutes		
Végétation aquatique		
Cultures		

5.1. Forêts de terre ferme

Forêts denses

Forêts diversifiées

Forêts diversifiées

Physionomie : forêts hautes à canopée fermée, à ± 25 – 30 m de haut, de hauteur variable ; on y note souvent la présence d'arbres émergents vers 35 – 40 m de haut. Les lianes ligneuses sont généralement présentes et parfois très abondantes.

Espèces les plus fréquentes : *Coula edulis*, *Dacryodes spp.* (*D. buettneri*, *D. normandii*), *Dialium spp.* (dont *D. pachyphyllum*), *Diogoa zenkeri*, *Gilletiodendron pierreanum*, *Hymenostegia pellegrinii*, *Pentaclethra eetveldeana*, *Plagiostyles africana*, *Santiria trimera*, *Scorodophloeus zenkeri*, *Scyphocephalium mannii*, ... *Baphia leptobotrys* apparaît en amont de Kongoué et devient très abondant par places. Les espèces le plus caractéristiques de ces forêts sont : *Pentaclethra eetveldeana*, *Santiria trimera*, *Scorodophloeus zenkeri* et *Scyphocephalium mannii*

Autres espèces : *Afrostyrax lepidophyllus*, *Alstonia boonei*, *Anonidium mannii*, *Antrocaryon spp.* (*A. klaineanum* et *A. nannanii*), *Baillonella toxisperma*, *Bikinia grisea*, *Canarium schweinfurthii*, *Celtis tessmannii*, *Chrysophyllum lacourtianum*, *Coelocaryon preussii*, *Cylicodiscus gabunensis*, *Detarium macrocarpum*, *Dichostemma glaucescens*, *Duguetia confine*, *Drypetes gossweileri*, *Erythrophleum ivorense*, *Fillaeopsis discophora*, *Heisteria parvifolia*, *Irvingia spp.* (*I. excelsa*, *I. grandifolia*, *I. robur*), *Klainedoxa gabonensis*, *Millettia laurentii*, *Newtonia spp.*, *Oddoniodendron spp.*, *Panda oleosa*, *Pentaclethra macrophylla*, *Petersianthus macrocarpus*, *Piptadeniastrum africanum*, *Polyalthia suaveolens*, *Pterocarpus soyauxii*, *Pycnanthus angolensis*, *Staudtia kamerunensis*, *Strombosiopsis tetrandra*, *Tetraberlinia spp.* (*T. bifoliolata* et *T. polyphylla*), *Tieghemella africana*,...

Faciès : Des faciès différents peuvent être rencontrés en fonction de l'abondance de telle ou telle espèce (variations dans la composition floristique) ou de l'importance des chablis et de leur taille (variations dans la dynamique forestière). On peut, par exemple, trouver de petites poches de *Caesalpiniaceae*, souvent plusieurs espèces en mélange : *Aphanocalyx spp.*, *Cryptosepalum pellegrinianum*, *Daniellia pynaertii*, *Hymenostegia pellegrinii*, *Tetraberlinia spp.*,... De petites stations à *Uapaca guineensis* apparaissent parfois sur les crêtes et les hauts de versants (Kongoué, basse Louli).

Répartition : un peu partout dans le parc, sur les plateaux et les collines. Quelques forêts typiques : placettes N°5 (N 0°07'26,4'' / E 12°42'1,4''), N°7 (N 0°08'42,7'' / E 12°41'27,9'') et N°8 (N 0°08'51,4'' / E 12°38'57,1''). Dans l'Ouest du PNI, la présence de l'Okoumé et de l'Alep mérite que l'on individualise un faciès particulier (voir « Forêts diversifiées à Okoumé »).

Forêts diversifiées à Okoumé

Physionomie : forêts hautes à canopée fermée, à 20 – 30 m de hauteur, avec souvent des émergents à 35 – 40 m.

Espèces les plus fréquentes : Okoumé avec *Dacryodes buettneri*, *Coula edulis*, *Desbordesia glaucescens*, *Diogoa zenkeri*, *Gilletiodendron pierreanum*, *Lophira alata*, *Pentaclethra eetveldeana*, *Plagiostyles africana*, *Santiria trimera*, *Scorodophloeus zenkeri*, *Scyphocephalium mannii*,...

Autres espèces : *Canarium schweinfurthii*, *Chrysophyllum lacourtianum*, *Cylicodiscus gabunensis*, *Dacryodes normandii*, *Detarium macrocarpum*, *Dialium pachyphyllum*, *Dichostemma glaucescens*, *Duboscia macrocarpa*, *Erythrophleum ivorense*, *Garcinia conrauana*, *Guibourtia tessmannii*, *Hymenostegia pellegrinii*, *Marquesia excelsa*, *Newtonia spp.*, *Nauclea diderrichii*, *Oddoniodendron micranthum*, *Odyendyea gabonensis*, *Panda oleosa*, *Parinari excelsa*, *Pentaclethra macrophylla*, *Piptadenisatrum africanum*, *Plagiostyles africana*, *Pycnanthus angolensis*, *Staudtia kamerunensis*, *Strombosia grandifolia*,...

Répartition : cette forêt à Okoumé est spécifique des collines, plateaux et crêtes de l'Ouest du PNI (Figure II.5). Peuplements typiques : Placette N°1 (N° 0°02'39.7'' / E 12°28'12.4'') et N°9 (N 0°15'43,5'' / E 12°29'22,9''). Quelques vieilles forêts secondaires – avec de beaux Okoumés, Ozigo, Alep, etc. – sont visibles sur les sites de coordonnées : N 0°14'21,1" / E 12°30'35,2" ; N 0°17'56,7" / E 12°33'25,9" ; N 0°17'37,6" / E 12°33'32,4" à N 0°17'56,7" / E 12°33'25,9".

Forêts diversifiées, faciès de Langoué

Physionomie : Canopée dense, vers 25 – 30 m, avec, par endroits, de grands arbres émergents à plus de 40 m.

Espèces les plus fréquentes : forêt plus diversifiée que la moyenne, avec, en particulier *Dialium spp.* (*D. Dinklagei, D. pachyphyllum*), *Diogoa zenkeri, Ongokea gore, Neochevallierodendron stephanii, Coula edulis, Chrysophyllum lacourtianum, Crudia gabonensis, Klainedoxa gabonensis, Duguetia confine,...* Une *BIGNONIACEAE* rare au Gabon, *Fernandoa ferdinandi*, y est parfois abondant localement. Nous avons aussi noté dans ces forêts la présence de grands *Entandrophragma spp.* (*E. angolense, E. candollei, E. utile*), qui semblent plus rares dans le reste du parc. *Santiria trimera* y est au contraire moins abondant qu'ailleurs mais avec de beaux arbres. L'Okoumé est aussi assez rare.

Répartition : plateau des alentours des clairières de Langoué ; Peuplement typique : Placette N°3 (S 0°11'22,9'' / E 12°33'13,0''). Le mont Kinguié et les petites montagnes entourant la région de Langoué n'ayant pu être prospectés par la présente mission, leur probable originalité floristique ne peut être précisée à l'heure actuelle. De nouvelles missions de prospection dans ce secteur sont vivement souhaitables.

Forêts à une espèce dominante

Forêts à *Julbernardia pellegriniana* (Awougha)

Physionomie : forêt haute, à canopée fermée et particulièrement dense, à ± 25 – 30 m de haut. La présence des contreforts sinueux de l'Awougha est l'un des éléments marquants de ces forêts.

Espèces les plus fréquentes : forte dominance de l'Awougha, en mélange avec d'autres espèces : *Marquesia excelsa, Desbordesia glaucescens, Santiria trimera, Uapaca guineensis,...*

Répartition : pentes fortes sur sols relativement sableux/rocheux de la vallée de la Djidji (par exemple : N 0°00'31,0'' / E 12°26'38,0'') et du Sud du PNI (début de la piste piétonne menant aux clairières de Langoué). Ces peuplements sont généralement de superficie limitée ; pas d'Awougha en dehors.

Forêts à *Eurypetalum batesii*

Physionomie : dans les peuplements typiques, où l'*Eurypetalum batesii* peut représenter plus de 80 % des arbres de la canopée, celle-ci est dense mais relativement basse (20 – 25 m de haut) et surtout assez régulière (sans émergents remarquables). Lorsque la forêt à *Eurypetalum* est plus diversifiée (30 % d'*Eurypetalum batesii* dans la canopée), il peut y avoir quelques émergents à ± 35 m de haut. L'*Eurypetalum* se régénère abondamment sous son couvert. Les nombreux rejets partant de la base de leurs troncs donnent un aspect particulier à cette forêt.

Espèces les plus fréquentes : l'*Eurypetalum* est accompagné de *Diogoa zenkeri, Coula edulis, Cryptosepalum congolanum, Dialium guineense, Neochevallierodendron stephanii, Polyalthia suaveolens, Scorodophloeus zenkeri,...*

Répartition : les forêts à *Eurypetalum* se rencontrent dans les bas de versants et zones basses non inondables. Elles remontent aussi sur les versants et même parfois en haut de versant et bord de plateau. Dans ce dernier cas, leur composition spécifique est plus diversifiée. On les trouve aussi sur certaines îles de l'Ivindo à berges élevées (par exemple : N 0°17'45,6'' / E 12°36'16,9''). Peuplement typique de bas de versant : Placette N°2 (S 0°11'48,5'' / E 12°33'41,7'') ; peuplement plus diversifié de plateau : Placette N°4 (S 0°11'26,2'' / E 12°32'42,3'').

Forêts à *Gilbertiodendron dewevrei*

Physionomie : forêt haute, canopée très fermée, relativement régulière, à environ 25 m de haut ; sous-bois très clairsemé. Lorsque la forêt à Limbali est plus diversifiée, la canopée est plus irrégulière et les chablis sont plus fréquents.

Espèces les plus fréquentes : le Limbali est l'espèce dominante avec, en mélange : *Cryptosepalum pellegrinianum*, *Dialium pachyphyllum*, *Diospyros spp.*, *Gilletiodendron pierreanum*, *Oubanguia sp.*, *Strombosiopsis tetrandra*,... Lorsque les Limbali sont moins abondants, ils sont associés généralement à une plus grande diversité d'espèces de terre ferme mais aussi, plus rarement, d'espèces marécageuses lorsque le sol est plus frais.

Répartition : ces forêts sont présentes sur les bords de la Djidji, de la Louli et surtout de l'Ivindo, ainsi que sur certaines îles du fleuve. Elles forment de petits peuplements, rarement très profonds, sur des replats où la nappe phréatique est proche de la surface. Les sols sont généralement sableux à sablo-argileux. Peuplement typique : Placette N°6 (N 0°08'34,4'' / E 12°43'12,0'').

Forêts dégradées

Forêts dégradées

Physionomie : les forêts denses soumises à perturbations naturelles (tornades) ou anthropiques (exploitation forestière) présentent une canopée de plus en plus ouverture et déstructurée lorsque la perturbation est de plus en plus forte. Les chablis et trouées sont de plus en plus fréquents et étendus. Lianes ligneuses et herbacées sont nombreuses. Lorsque la dégradation est très forte, la végétation prend une physionomie de forêt clairsemée où quelques arbres du peuplement résiduel dépassent d'un fourré d'arbustes, de lianes et d'herbacées (par exemple : N 0°14'09,6'' / E 12°31'38,64'').

Sur certains sites, en effet, l'envahissement par de grandes herbacées (en particulier des *MARANTACEAE*) et l'installation de fourrés arbustifs et lianescents bloque – ou tout au moins ralentit fortement – la régénération forestière naturelle. Cela semble le cas dans les zones les plus exploitées de l'ancienne concession de Rougier Gabon (alentours des points de coordonnées N 0°14'09,6'' / E 12°31'38,64'' ou N 0°13'51,96'' / E 12°29'57,12'', par exemple). Ces observations posent la question des seuils d'exploitation souhaitables pour permettre la reconstitution de la structure forestière et la régénération des espèces souhaitées à moyen-long terme (Okoumé vs *Anthocleista* ou *Macaranga*, par exemple).

Dans les zones exploitées, les routes forestières et les pistes de débardage sillonnent la forêt. Les sols les plus compactés et latérités peuvent rester nus assez longtemps. Plusieurs années d'abandon sont nécessaires à l'installation d'une couverture herbacée. Si la fermeture du couvert peut-être assez rapide au niveau des accotements, elle est probablement très lente sur les routes elles-mêmes (voir ci-après : « Recrûs herbacés des pistes forestières abandonnées » et « Fourrés et recrûs forestiers »).

Espèces les plus fréquentes : outre les espèces relictuelles des forêts diversifiées et des forêts à Okoumé (voir plus haut), les espèces favorisées par les ouvertures sont : *Macaranga spp.*, *Maprounea membranacea*, *Xylopia spp.* (*X. aethiopica*, *X. hypolampra*),...

Répartition : les superficies de forêts dégradées les plus importantes se situent le long de l'Ivindo, en amont des chutes de Kongoué (perturbations naturelles crées par des vents violents) et dans l'Ouest du parc, dans la partie de la concession de Rougier Gabon rétrocédée lors de la création du PNI.

Forêts clairsemées

Forêts pionnières sur fourrés arbustifs

Physionomie : ces peuplements se présentent sous forme de quelques arbres plus ou moins dispersés dépassant d'un fourré d'herbes, d'arbustes et de lianes jusqu'à 8 m de haut environ. Au contraire des forêts dégradées ci-dessus, les arbres sont d'abord des essences pionnières à durée de vie relativement courte. Des essences héliophiles plus longévives sont présentes mais pas dominantes.

Espèces les plus fréquentes : parmi les arbres : *Anthocleista schweinfurthii* (souvent quelques gros individus) et *Xylopia spp.* (*X. aethiopica, X. hypolampra, X. pynaertii, X. quintasii* ; parfois de très gros individus), avec *Barteria nigritana ssp. fistulosa, Bridelia grandis, Cola rostrata, Macaranga spp., Psydrax spp., Rauvolfia caffra,* ,... Parmi les espèces du fourré : divers arbustes, des *MARANTACEAE* herbacées et lianescentes, quelques rotins, *Aframomum spp., Manniophyton fulvum, Pseudoprosopis gillettii,...*

Autres espèces : de temps en temps, quelques arbres appartenant aux espèces suivantes : *Alstonia boonei, Canarium schweinfurthii, Ceiba pentandra, Duguetia staudtii, Klainedoxa gabonensis, Lophira alata, Panda oleosa, Pausinystalia johimbe, Pentaclethra macrophylla, Piptadeniastrum africanum, Treculia africana...*

Répartition : ce type de forêt pionnière sur fourrés se rencontre ponctuellement dans diverses zones du parc (vers les chutes de la Djidji, ou entre l'Ivindo et la Louli,...). La physionomie de la végétation alliée à la taille atteinte ici par certaines espèces pionnières (plus de 40 cm de diamètre pour certains arbres!) nous suggère qu'il s'agirait de sites d'anciens villages où la forêt denses et haute n'arrive pas à se reconstituer après plusieurs dizaines d'années d'abandon (40 à 50 ans au moins ?). Les sites les plus typiques ont pour coordonnées : N 0°00'49.4" / E 12°26'43.1" ; N 0°01'21.1" / E 12°26'51.9" ; N 0°07'50,2" / E 12°42'39,2" ; N 0°10'12,0" / E 12°43'04,8" ; N 0°17'12,1" / E 12°34'02,6", N 0°21'12,9" / E 12°38'43,8" (Figure II.7).

Encart II.1. Sites d'anciens villages et migrations au sein du PNI

Afin de vérifier cette supposition, parce que cela nous apporterait des informations intéressantes sur l'histoire de la région et que cela pourrait être valorisé pour le développement du parc, il serait souhaitable d'engager des recherches ethnogéographiques/historiques sur les anciens villages créés lors des migrations par les peuples Ba-Kota. Perrois (1970) nous donne déjà certaines pistes mais les informations qu'il a pu collecter dans les années 1960 ne sont pas suffisantes pour nous permettre de localiser la plupart des villages avec précision (seuls quelques uns ont pu être reportés sur la figure II.7). En tout état de cause, L. Perrois précise bien que les rivières ont été des axes de pénétration privilégiés lors des migrations : l'Ogooué, l'Ivindo, la Sébé, en particulier. L'Ivindo, la vallée de la Djidji, la Mouniangui (Nord-Est du PNI), sont souvent mentionnées dans les migrations Ba-Kota. Ce furent très certainement des voies de passage vers et en provenance du Mt Ngouadi, un centre très important dans les migrations Ba-Kota. L'ancien village de Kandjama, situé en amont des chutes de Kongoué, sur l'Ivindo, était encore vivant au début du siècle dernier. Citons aussi pour mémoire quelques sites d'anciens villages encore connus des personnes interrogées à l'époque :

- villages Bakota : Mandombo sur la Langwé (ou Langoué) ; Bengondè sur la basse Djidji ; Ibengué sur la haute Djidji ;
- villages Shaké : Bokolo sur la Djidji ; Kemboma qui était situé sur un affluent de la Djidji, la Bakemgué ;
- villages Ndambomo : Kombéla sur la Djidji ; Nyamèlodi sur la Langwé.

Certains informateurs de L. Perrois lui ont aussi assuré être nés sur la Djidji vers le début du siècle dernier.

Fourrés et recrûs forestiers

Recrus des bords de routes

Physionomie : bandes de jeunes arbres et arbustes, parfois monocaules, de quelques mètres à moins de 10 m de haut.

Espèces les plus fréquentes :

Arbustes et espèces pionnières de petite taille les plus abondantes : *Anthocleista schweinfurthii, Barteria nigritana ssp. fistulosa, Croton oligandrus, Macaranga spp., Pauridiantha efferata, Porterandia cladantha,... Musanga cecropioides* n'est présent, dans le parc, que sur le site de la station de recherche d'Ipassa-Makokou et ses alentours. Hors des limites du parc, il abonde dans les champs abandonnés des alentours de Makokou et les recrûs le long des routes menant à Booué, Mékambo, Okondja. On trouve aussi cette essence tout au Sud, près de la gare Ivindo et sur le site d'un ancien gros village sur la route qui monte de la gare vers le Nord.

Régénération d'arbres plus grands (héliophiles longévives): *Aucoumea klaineana, Lophira alata* (par places), *Erythroxylum mannii, Odyendyea gabunensis, Zanthoxyllum spp.* (*Z. gilletii, Z. heitzii*),...

Herbacées et lianes sur les routes forestières : *Aframomum spp., Cissus dinklagei, Dicranopteris linearis, Diodia sarmentosa, Ipomoea involucrata, MARANTACEAE SPP., Pseudoprosopis gilletti, Scleria boivinii, Tetracera spp.*,...

Répartition : surtout dans la partie Ouest du parc, dans l'ancienne zone exploitée par Rougier Gabon.

5.2. Forêts inondables

Forêts denses

Forêts inondables ripicoles

Physionomie : minces bandes le long des rivières, à canopée dense qui vient jusqu'au ras de l'eau (premiers arbres ou arbustes souvent penchés sur l'eau).

Espèces les plus fréquentes : *Baikiaea robynsii, Baphia sp., Bikinia evrardii, Chrysophyllum ogoouense, Didelotia africana, Ficus asperifolia, Lophira alata, Oncoba glauca, Prioria dewevrei, Raphia sp., Scytopetalum sp., Uapaca heudelotii,... Anchomanes difformis* est souvent présent. Des fourrés d'*Alchornea cordifolia* et de Rotins (*Calamus, Eremospatha, Laccosperma*) peuvent être abondants localement, surtout en amont des chutes de Kongoué. Lors de notre passage, un *Mussaenda sp.* formant des bouquets au bord de l'Ivindo, était partout en fleur.

Répartition : en bandes le long des rivières (Ivindo, Djidji), sur les berges un peu surélevées.

Forêts inondables à une espèce dominante

Physionomie : peuplements peu étendus, à canopée dense et relativement basse, généralement unistrate, avec parfois un sous-bois clairsemé. Parfois sur sol plus marécageux qu'inondable.

Espèces les plus fréquentes : *Diospyros sp., Garcinia sp., Manilkara sp.*, une *SCYTOPETALACEAE* (probablement *Oubanguia africana*),...

Répartition : petits peuplements d'étendues limitées aux confluents de rivières.

Forêts inondables clairsemées

Physionomie : arbres dominant un fourré arbustif et lianescent (à rapprocher des forêts clairsemées décrites ci-dessus).

Espèces les plus fréquentes : parmi les arbres, *Lophira alata, Anthocleista vogelii*,...

Répartition : îles basses dans l'Ivindo.

5.3. Forêts marécageuses

Forêts denses

Forêts marécageuses ripicoles des grandes rivières

Physionomie : peuplements peu étendus, à canopée dense et relativement basse, venant jusqu'au ras de l'eau, sur les sols marécageux des rives basses.

Espèces les plus fréquentes : *Sarcocephalus pobeguinii, Gardenia imperialis, Hymenodictyon biafranum, Uapaca heudelotii,...* Les bouquets de *Chrysophyllum ogoouense* sont plus fréquents en aval de Kongoué qu'en amont. Des *Pandanus sp.* et *Raphia sp.* sont aussi présents (voir plus loin).

Répartition : en bandes le long des rivières (Ivindo, Djidji), sur les berges basses. Les *Sarcocephalus* sont aussi remarquables sur les îles dans les zones de rapides de l'Ivindo.

Forêts marécageuses (petites rivières, bords de clairières marécageuses, dépressions « suspendues »)

Physionomie : la canopée des forêts marécageuse est basse, de 8 – 10 – 15 m de haut (rarement plus). Elle est plus haute en bordure de vallée marécageuse qu'au centre des dépressions. La canopée est assez régulière dans les parties denses. Dans les lits des petites rivières, ces poches de forêt dense alternent avec des poches plus clairsemées (voir ci-après) ou avec des fourrés herbacés (en particulier fourrés d'*Halopegia azurea, Renealmia sp.*). Généralement, le lit principal de la rivière serpente d'un côté de la vallée ; l'autre côté étant occupé par une forêt ou des fourrés marécageux. Souvent, le sous-bois arbustif est dense et envahi de petites lianes ligneuses.

Espèces les plus fréquentes : *Anthocleista vogelii, Anthonotha macrophylla, Berlinia bracteosa, Calpocalyx dinklagei, Hallea ledermannii* et aussi : *Aphanocalyx djumaensis, Baikiaea robynsii, Berlinia confusa, Cryptosepalum pellegrinianum, Didelotia africana, Diospyros sp., Duguetia barteri, Gardenia imperialis, Gilbertiodendron ogoouense, Plagiosiphon longitubus, Strephonema mannii, Uapaca sp., Xylopia rubescens,...* Dans les rivières plus « courantes », on trouve aussi *Nauclea vanderguchtii.*

Répartition : dans tout le parc : bas fonds des petites rivières, périphérie des clairières marécageuses, confluents de rivières, ou vastes étendues de forêts dans des dépressions et zones de têtes de source (par exemple, entre la Djidji et la Lassandja).

Forêts clairsemées

Forêt marécageuse clairsemée

Physionomie : quelques arbres dispersés dominent un fourré d'herbacées.

Espèces les plus fréquentes : similaires à la forêt marécageuse, avec *Anthocleista vogelii, Berlinia bracteosa, Calpocalyx dinklagei, Hallea ledermannii, Gilbertiodendron ogoouense,...* Parmi les herbacées : *Halopegia azurea, Aframomum sp., Renealmia sp., Costus sp.*, fougères...

Répartition : diverses zones marécageuses plates du parc.

Raphiales

Physionomie : touffes de palmiers aux grandes feuilles de plusieurs mètres de long.

Espèces les plus fréquentes : *Raphia sp.* accompagné souvent de *Renealmia sp.*

Répartition : rives basses marécageuses le long de l'Ivindo et dans la partie aval de la clairière marécageuse de Langoué. Sous forme d'un rideau discontinu le long de l'Ivindo, plus fréquent en aval qu'en amont de Kongoué.

Peuplements de Pandanus

Physionomie : bouquets plus ou moins denses et étendus ; parfois quelques *Pandanus* sur leurs racines échasses. Le *Pandanus* se présente à la fois sous forme de buissons et d'arbres qui peuvent atteindre une dizaine de mètres de haut.
Espèces les plus fréquentes : *Pandanus sp.* en peuplements monospécifiques.
Répartition : ponctuels : aval des chutes de la Djidji (sur des bancs de sable), Ivindo, clairière marécageuse de Langoué. A noter, quelques germinations de *Pandanus* dans des zones un peu ouvertes, sur sol humide, traversées par des pistes d'Eléphants (leur devenir est toutefois plus qu'incertain).

Fourrés arbustifs

Fourrés arbustifs marécageux
Physionomie : mélange de petits arbres, arbustes lianescents, lianes. Quelques arbres dominent parfois de ce fourré de quelques mètres de haut.
Espèces les plus fréquentes : *Anthonotha macrophylla, Duguetia barteri, Mallotus oppositifolius, Alchornea cordifolia, Oxyanthus sp.,...*
Répartition : d'assez grandes étendues sont visibles le long de la Djidji.

5.4. Végétation herbacée

Végétation des dalles rocheuses

Physionomie : végétation basse d'herbacées et de rares buissons.
Espèces les plus fréquentes : *CYPERACEAE spp., ORCHIDACEAE spp., Clappertonia ficifolia* lorsquil y a un filet d'eau,...
Répartition : clairière sur dalles rocheuses de Langoué.

Recrûs herbacés des pistes forestières abandonnées

Physionomie : végétation rampante composée d'herbes basses et de lianes.
Espèces les plus fréquentes : *POACEAE, FABACEAE,...*
Répartition : partie Ouest du parc, dans l'ancienne zone exploitée par Rougier Gabon

Savanes marécageuses

Physionomie : végétation basse d'herbacées et de buissons. Des zones dénudées, sans végétation, sont créées et ma intenues par les Eléphants dans les lits des cours d'eau qui traversent ces savanes marécageuses[2]. Ces savanes marécageuses et salines sont aussi fréquentées par d'autres animaux, Mammifères (Buffle, Sitatunga, Gorille,...) ou Oiseaux. Elles constituent des points d'attraction particuliers pour tous les animaux herbivores, d'où leur très grand intérêt pour la conservation de certaines espèces phares, la recherche et le développement touristique.
Espèces les plus fréquentes : *CYPERACEAE spp.,...*
Répartition : clairières marécageuses (Langoué : une grande clairière incluant une saline très fréquentée; Méko : chapelet de clairières plus petites et de salines ;...).

[2] A noter, l'existence de salines en bordure de l'Ivindo, sur certaines berges relevées en petites falaises. Ces salines sont créées par les Eléphants sous forêt. Ils creusent de véritables petites grottes dans les berges, déchassant peu à peu certains arbres de la forêt ripicole.

Végétation des rapides et chutes

Physionomie : herbacées accrochées aux rochers formant touffes ou appliquées aux rochers.
Espèces les plus fréquentes : *CYPERACEAE, PODOSTEMACEAE,...*
Répartition : rapides des grandes rivières, en particulier l'Ivindo.

Végétation aquatique

Physionomie : radeaux accrochés aux berges ou végétation ancrée dans le sol.
Espèces les plus fréquentes : *Pistia stratiotes, Crinum natans, Impatiens sp., POACEAE spp.,...*
Répartition : le long de l'Ivindo.

5.5. Cultures

Physionomie : champs avec quelques arbres résiduels.
Espèces les plus fréquentes : ...
Répartition : essentiellement en dehors du parc, autour des villages et des axes de communication.

6. Réalisation de la carte de végétation

La réalisation de la cartographie des principales formations végétales dans le Parc National de l'Ivindo est actuellement en cours. Elle s'appuie sur les observations de terrain réalisées lors des missions de reconnaissance de 2003 et 2004 (cf. paragraphes ci-dessus). Cette carte se base principalement sur l'analyse de trois images satellitaires SPOT XS (1999) et une image Landsat ETM+ (2002). L'utilisation conjointe de données multi-capteurs devrait permettre de réduire la proportion des régions affectées par la couverture nuageuse (Figures II.9). Seule une petite partie dans le Sud-Ouest du Parc National est couverte par les nuages sur les deux jeux de données, et ne pourra donc être cartographiée. Toutefois, les zones nuageuses, mises en évidence et délimitées par traitement d'image, ne reprennent pas les zones couvertes par la brume : ce qui devrait accroître sensiblement la taille des zones ne pouvant être analysées par traitement numérique.

Les données GPS acquises lors des missions de terrain en 2003 et 2004 ont permis de rectifier la géométrie des images, afin (i) de réaliser des mosaïques des trois images SPOT et (ii) de superposer ces images aux information provenant directement des mesures de terrain et des cartes ou documents utilisés comme support à l'interprétation des images.

Ce travail pourra également bénéficier du support des données de vidéo numérique acquises lors de survols aériens du PNI réalisés par WCS en 2001 et 2003 (Figure II.6). Ces données à très haute résolution spatiale, acquises sur une grande partie du PNI et couvrant les principales formations végétales identifiées, permettront de vérifier les observations et mesures collectées lors des missions de terrain. Elles permettront d'autre part de compléter les informations relatives aux formations végétales pour les zones qui n'ont pas encore été prospectées et/ou les zones les moins accessibles. Une sélection d'un échantillon d'images vidéo a été réalisée lors de la mission à Libreville en juin 2004. Ces données devraient être disponibles dès que possible afin d'appuyer les analyses de traitement d'image et de cartographie de la végétation.

Des données annexes ont été collectées et rassemblées dans le SIG, et devront permettre également d'appuyer et affiner la réalisation de la carte de végétation : ces données reprennent par exemple la localisation des anciens sites de villages (Figure II.7), ainsi que la délimitation des concessions forestières ayant été allouées dans le passé dans ou à la périphérie du Parc National de l'Ivindo (Figure II.8). La collecte d'informations complémentaires quant à la localisation précise, l'historique et l'intensité d'exploitation forestière dans les zones de concession doit encore être réalisée. Les informations relatives à l'historique de l'exploitation forestière seront particulièrement nécessaires, afin de supporter l'interprétation des images qui ont été acquises à des périodes de temps différentes (1999 et 2002). En effet, les informations spectrales et texturales des images sont affectées par les processus d'exploitation forestière, et l'historique de l'exploitation devrait permettre d'éviter une mauvaise interprétation de ces informations.

Une première version de la carte devrait circuler auprès des personnes connaissant le terrain en septembre/octobre 2004. Suivront ensuite le recueil des commentaires, modifications et édition de la carte.

Figure II.6 : Localisation des axes de survols aériens – prise de vue vidéo numérique réalisés par le WCS - World Conservation Society

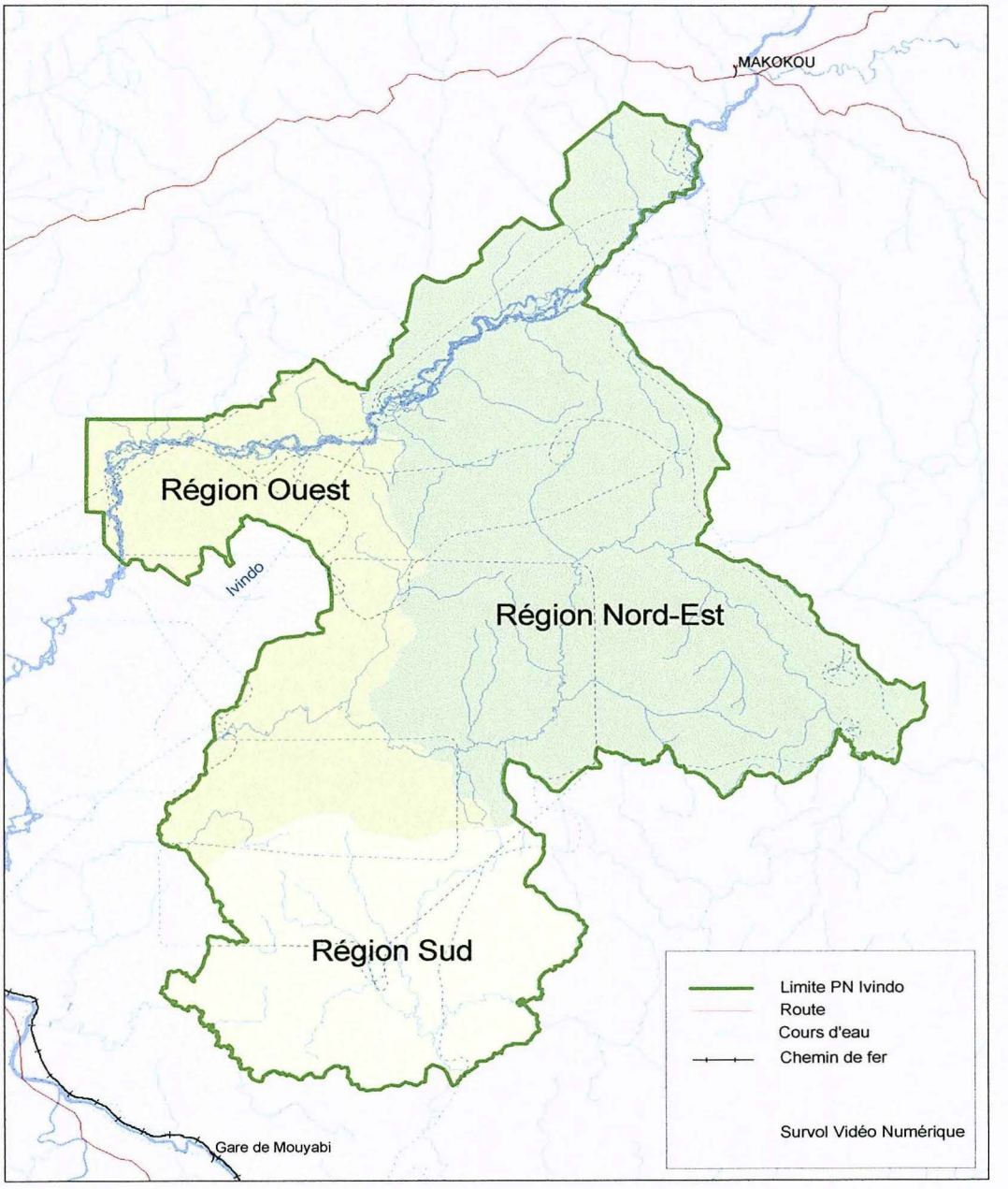
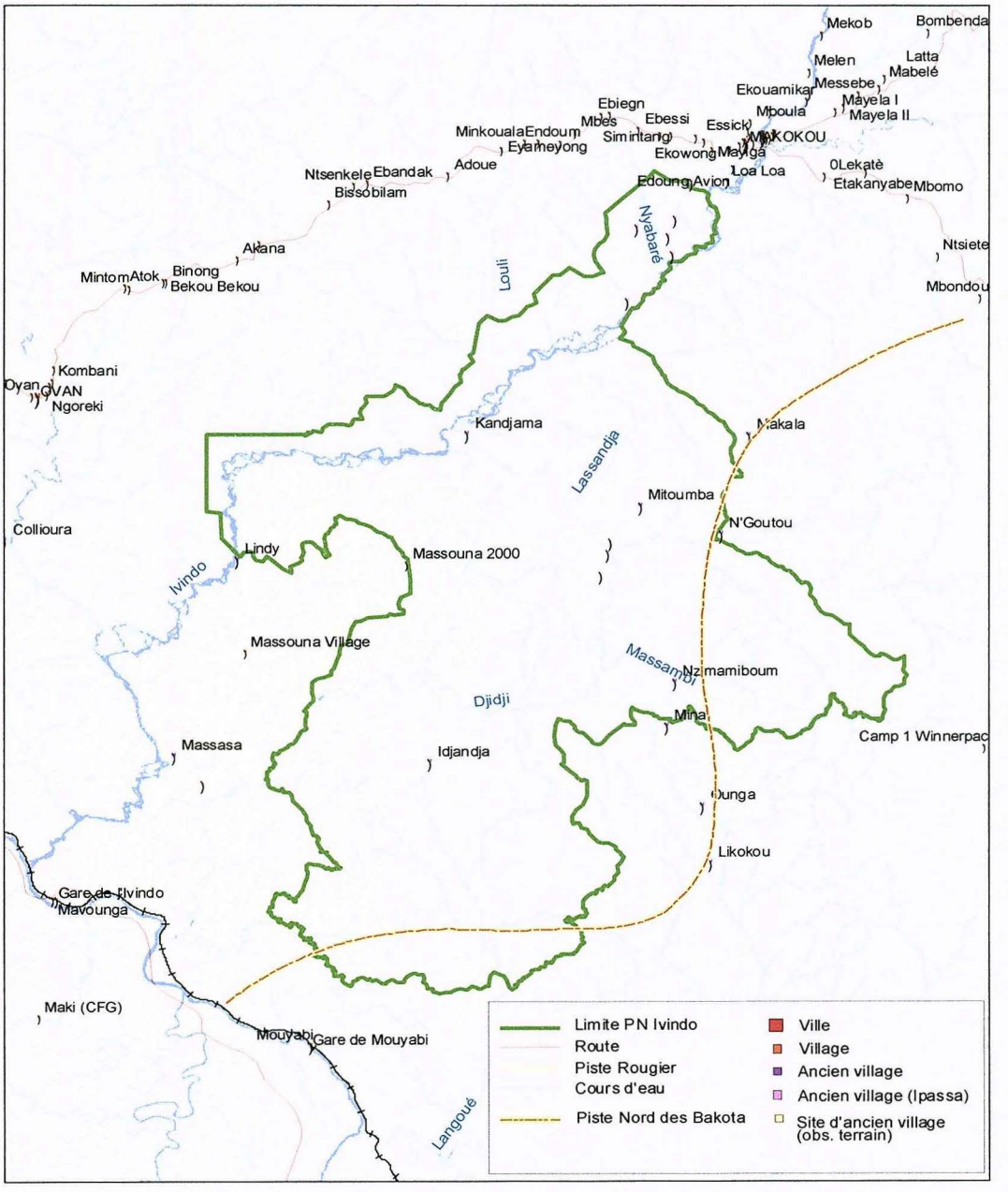
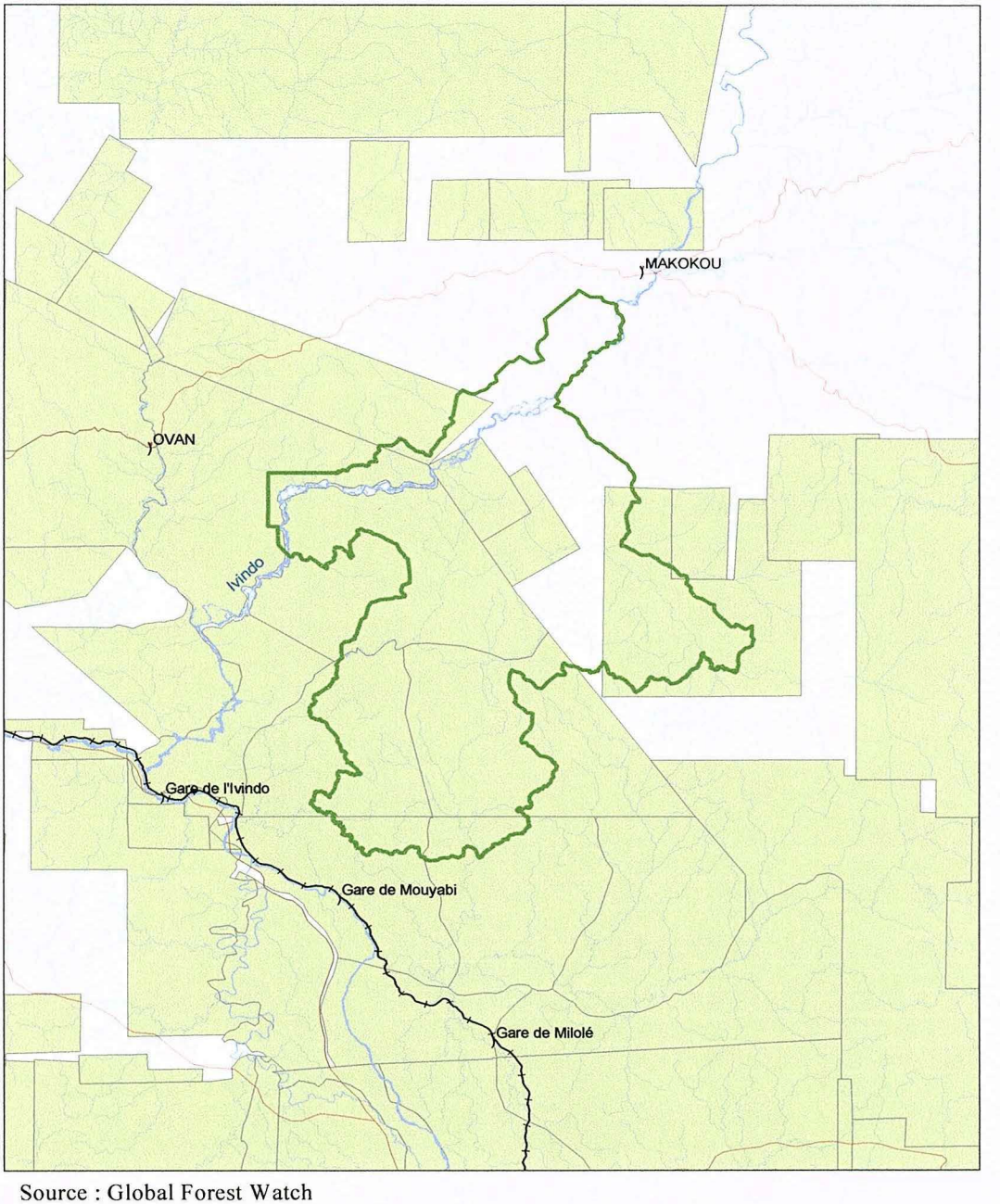


Figure II.7 : Localisation des anciens villages (situation au début du XX^{ème} siècle)



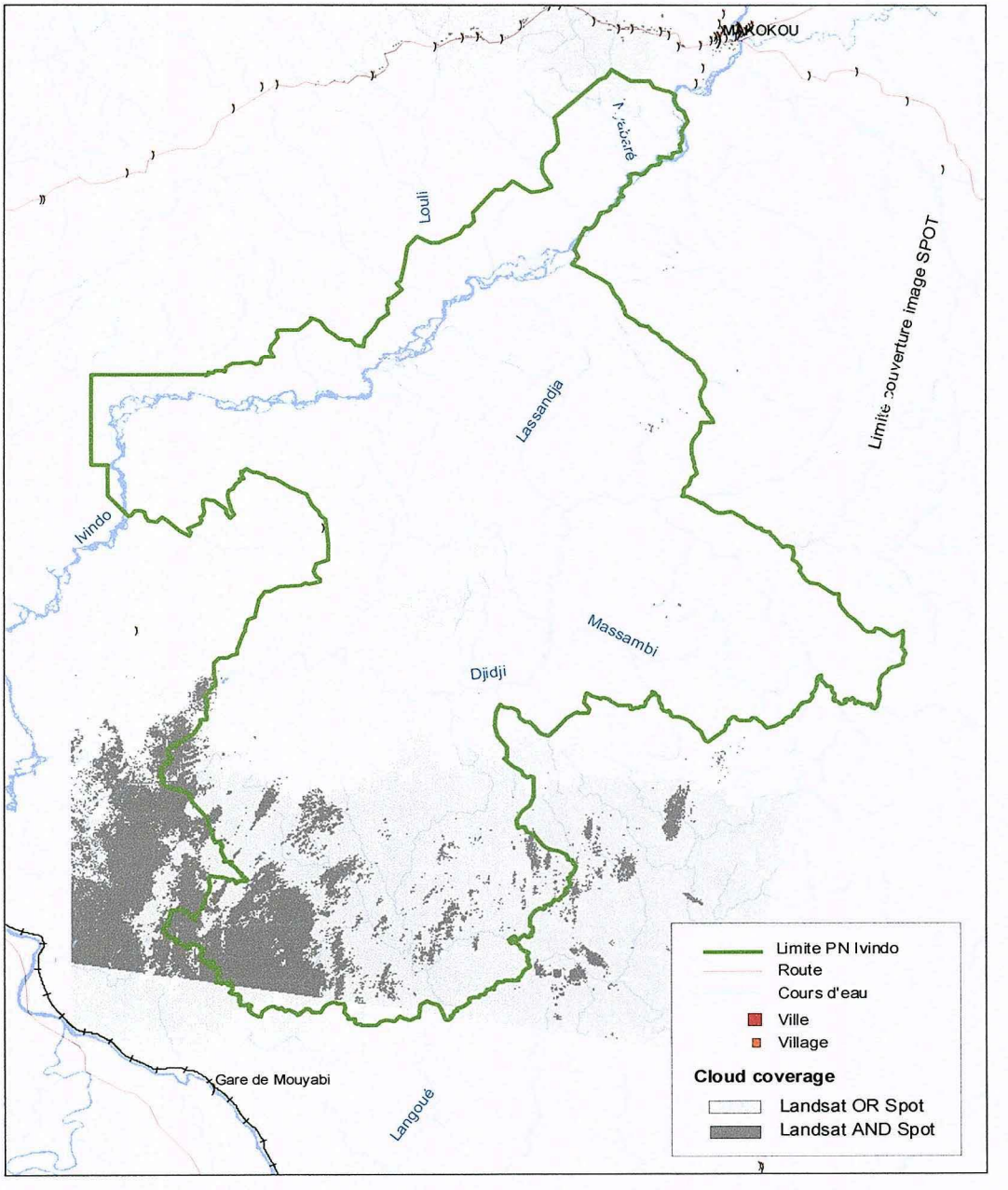
Source : Adapté de Hallé (1964) et Perrois (1970)

Figure II.8 : Distribution des permis forestiers en 1997



Source : Global Forest Watch

Figure II.8 : Couvertures nuageuses



7. Valorisation des données botaniques pour la gestion et le tourisme

Sans entrer ici dans le détail, quelques données issues de nos enquêtes de terrain peuvent d'ores et déjà s'avérer utiles pour la protection et la valorisation du patrimoine naturel du parc national de l'Ivindo... voire aussi de son patrimoine culturel (sites d'anciens villages) :

- Clairières marécageuses et salines
  Les clairières marécageuses et salines de Langoué et de la Méko (et probablement d'autres sites qui ne sont pas encore bien connus) présentent un potentiel d'attraction pour les Eléphants et la grande faune (Gorille, Sitatunga, oiseaux...). On peut y observer ces animaux charismatiques relativement facilement, d'où leur intérêt pour le tourisme, et y mettre en place des procédures de suivi des populations animales (intérêt scientifique, pour la conservation et le tourisme).
  De même, sur certains sites le long de l'Ivindo, plusieurs petites falaises sont creusées de petites grottes par les Eléphants qui viennent y manger la terre. Ces salines ont aussi un triple intérêt pour la science, la conservation et le tourisme. On en trouve en divers endroits du parc, en particulier entre les chutes de Kongoué et de Mingouli (aux alentours des rapides de Bondja, par exemple). Une autre petite saline existe aussi près des chutes de la Djidji.
  Remarquons ici que ces salines étaient traditionnellement des zones de chasse à l'Eléphant bien connues des chasseurs de la région. Elles devront donc aussi faire partie d'un plan de surveillance et de gestion bien ciblé du PNI.
  D'autres clairières et salines sont aussi connues ou restent à identifier, en particulier dans la partie Nord-est du parc. Certaines clairières de l'ancienne réserve d'Ipassa, sur la rive droite de l'Ivindo, les plus proches de la route Makokou-Ovan, ont été visitées lors de la première mission (en 2003). Ce sont celles qui sont soumises à la plus forte pression de chasse. Même si leur protection pourra peut-être favoriser le retour des Eléphants et des autres grands mammifères, leur potentiel touristique est actuellement bien plus faible que celui des clairières de Langoué et de la Méko.

- Beaux arbres
  Au cours de nos déplacements, nous avons relevé la position de quelques sites où subsistent encore de beaux arbres appartenant à des espèces emblématiques du PNI et du Gabon :
  - Okoumé (vieille forêt secondaire vers la Louli : N 0°17'56,7'' / E 12°33'25,9" ; N 0°17'37,6" / E 12°33'32,4"),
  - Sorro (un peu partout, y compris près des points d'activités touristiques : Ipassa, Kongoué),
  - Moabi et Ozigo (Ipassa),
  - *Entandrophragma spp.* (Langoué),
  - *Uapaca spp.* (le long de l'Ivindo mais aussi, sur terre ferme : Kongoué - N 0°17'26,2'' / E 12°34'24,2'' ; Louli-Ivindo - N 0°17'39,1'' / 12°33'45,7'' ; N 0°17'29,4'' / E 12°34'11,3''),
  - Awougha (chutes de la Djidji : N 0°00'31,0'' / E 12°26'38,0'' ; Langoué),
  - *Eurypetalum batesii* (exutoire de la Langoué : S 0°11'48,4'' / E 12°33'41,8''),
  - Limbali (divers sites au bord de l'Ivindo).

- Forêt
  Une jolie forêt secondaire ancienne occupe certaines zones d'un plateau dominant la basse Louli (N 0°17'37,6" / E 12°33'32,4" à N 0°17'56,7" / E 12°33'25,9"). Ce pourrait être un site de visite touristique associé à un circuit passant par le site d'un ancien village et aboutissant à de petites chutes sur la Louli. Cette barre rocheuse plus ou moins submergée est aussi un lieu de passage et de pâture occasionnelle des Buffles (ils broutent la végétation des rochers).

- Sentiers botaniques
  Un premier sentier botanique pourrait être organisé dans et en périphérie des quadrats de recherche écologique de la station d'Ipassa car Makokou constitue l'un des points d'entrée importants du parc. De plus, on valorisera et bénéficiera ainsi de la présence de la station de recherche et de ses acquis scientifiques. Un autre sentier botanique pourrait aussi être mis en place dans la région de Langoué, sur la base du travail d'identification et de numérotation d'un certain nombre d'arbres qui a déjà été réalisé. Enfin, un dernier sentier botanique pourra éventuellement voir le jour près de Massouna 2000, si ce site devient effectivement le centre de gestion du parc et un point d'entrée important vers l'Ivindo et la Djidji.

- Sites d'anciens villages
  Nos prospections rapides nous ont permis d'identifier plusieurs sites qui semblent avoir hébergé des anciens villages. Si cette hypothèse est vérifiée, les sites les plus proches des centres d'activité touristique (Langoué, Kongoué, Makokou) pourraient être valorisés dans le cadre de circuits de visite à but culturel ou incluant une composante culturelle. Cela suppose bien entendu que des enquêtes auprès des personnes âgées ayant gardé la mémoire des déplacements des populations Ba-Kota confirment l'emplacement des anciens villages et précisent les informations collectées par Perrois (1970) au sujet des migrations Ba-Kota, puis que des fouilles y soient menées. La valorisation de l'histoire et de certains aspects du patrimoine culturel des Ba-Kota pourra alors soutenir, au même titre que le patrimoine naturel, le développement touristique du parc. Les sites identifiés à l'heure actuelle ont pour coordonnées : N 0°00'49.4'' / E 12°26'43.1'' ; N 0°01'21.1'' / E 12°26'51.9'' ; N 0°07'50,2'' / E 12°42'39,2'' ; N 0°10'12,0'' / E 12°43'04,8'' ; N 0°17'12,1'' / E 12°34'02,6'', N 0°21'12,9'' / E 12°38'43,8'' (voir aussi Figure II.7).

8. Recommandations pour des évaluations et expertises complémentaires

La présente mission ne nous a pas permis d'effectuer une évaluation – même rapide – de l'ensemble de la végétation du PNI. Il serait souhaitable que les opérateurs scientifiques et de gestion du PNI prévoient de compléter les informations sur des zones peu connues. Ceci permettra de produire au final une carte de végétation du PNI plus précise et fiable.

Nos recommandations sont les suivantes:

- Evaluation rapide de la végétation de l'ancienne réserve d'Ipassa et de la rive droite de l'Ivindo jusqu'à Kongoué selon les méthodes développées au cours de la présente mission, en complément des informations déjà collectées lors d'un premier passage. Multiplication du nombre de placettes (cf. Annexe 2) dans un plus grand nombre de forêts représentatives de divers types forestiers.

- Evaluation rapide de la végétation entre la rive gauche de l'Ivindo et la haute Lassandja.

- Evaluation rapide de la végétation de la haute Djidji et de la Massambi.

- Evaluation rapide de la végétation entre la moyenne Djidji et les monts entourant la région de Langoué.

- Compléments d'évaluations rapides dans la région de Langoué, et évaluation de la végétation du mont Kinguié et des petits sommets du Sud du parc, ainsi que du cours inférieur de la Djidji (aval des chutes).

- Caractérisation plus fine des formations marécageuses et inondables sur les sites qui s'avèreront les plus diversifiés et intéressants des points de vue hydrologique, botanique et zoologique, en relation avec la cartographie sur base d'images satellitaires.

- Compléter la liste des plantes du PNI et de sa proche périphérie à partir des données existantes (bibliographie) et des nouveaux inventaires (IRET / Herbier National du Gabon).

Au-delà de la connaissance du milieu végétal, la collecte de données sur la répartition, l'abondance et les déplacements de la faune, en particulier la grande faune mammalienne et les oiseaux, doit être développée de manière systématique. Une partie du personnel de la station de recherche d'Ipassa est formé à l'utilisation du Cybertraker mais une réflexion globale sur les informations à collecter (type de donnée, échantillonnage, périodicité...) doit être développée entre les divers partenaires sur le terrain (IRET, WCS et autres). Ces informations permettront de confirmer ou d'infirmer nos premières conclusions relatives à la biogéographie du parc mais doivent aussi être utiles à la gestion et au développement touristique.

D'autre part, l'intégration des données collectées par les scientifiques ou les gestionnaires dans un SIG opérationnel nécessite encore un appui externe afin de rendre ce SIG pleinement opérationnel tant pour les recherches scientifiques que pour les réflexions à engager entre toutes les parties prenantes sur la gestion et l'aménagement du parc et de sa périphérie (voir Troisième partie).

9. Recommandations pour des projets de recherche

Enfin, nous ne pouvons terminer cette seconde partie sans souligner quelques sujets d'un intérêt particulier pour des projets de recherche :

- Salines de Méko
  Ce chapelet de clairières marécageuses est relativement proche de Makokou et de Kongoué, l'un des points d'encrage des activités touristique avec l'achèvement du campement de la FIGET. Il faudrait : 1) localiser rapidement et cartographier précisément ces clairières marécageuses et salines ; 2) évaluer leur fréquentation (quelle saline est la plus fréquentée en saison sèche et ultérieurement en saison des pluies: traces, animaux rencontrés) ; 3) mettre en place un protocole à plus long terme de suivi de la fréquentation (localisation d'une ou deux plates formes de surveillance ; tracé d'une nouvelle piste piétonne pratique depuis l'Ivindo ; mise en place un petit campement relais au bord de l'Ivindo ; organisation du suivi,...). Pour ce faire, on pourra valoriser l'expérience de Langoué (par exemple, en faisant venir un formateur de Langoué à Ipassa permettant de transférer les compétences nécessaires en suivi de la grande faune) ; 4) évaluer les potentialités de valorisation touristique en collaboration avec la FIGET et démarrer quelques visites tests.

- Salines des berges de l'Ivindo entre Kongoué et Mingouli (île en aval des rapides de Bondja, amont des rapides de Bondja,...): 1) inventorier et évaluer rapidement la fréquentation de ces salines afin d'identifier celles qui semblent les plus prometteuses en terme de fréquentation par les animaux ; 2) monter un projet de recherche sur la fréquentation et la dynamique de ces salines à plus long terme (zoologique et pédologique).

- Clairières marécageuses d'Ipassa : 1) entamer un suivi scientifique sur la dynamique de la végétation et la fréquentation animale et, sur la base des données collectées, 2) prévoir, si cela semble faisable, leur réhabilitation à but touristique.

- Zone exploitée par Rougier
  L'investissement de l'IRET et du projet IRET-CIFOR sur le site de Massouna 2000 n'a de sens que si un projet de recherche pluri-disciplinaire sur la régénération de la végétation après exploitation et l'appropriation des pistes et du milieu par la grande faune est monté et financé. Ce projet devra inclure les frais d'entretien des infrastructures mises à disposition de la recherche sur le site de Massouna 2000. Un tel projet peut être intéressant à plusieurs titres, tant du point de vue d'une meilleure connaissance de la dynamique de régénération forestière après exploitation en limite de l'aire de répartition de l'Okoumé (en particulier dans les zones très exploitées), que du point de vue de la vision de la grande faune et de la valorisation touristique de la zone.

- Etude ethnogéographique/historique des déplacements de populations Kota et des sites d'anciens villages dans et en périphérie du parc (Ivindo et Djidji, Mont Ngouadi...). Le but est de lier la végétation actuelle aux interventions humaines passées et de favoriser la connaissance de tout le contexte culturel du parc et de sa périphérie. Cela sera utile à la fois pour une meilleure connaissance des migrations des Ba-Kota dans le Nord-Est du Gabon et, donc, de l'histoire du Gabon, mais aussi pour asseoir la reconnaissance de la culture Kota et de son empreinte sur le milieu du PNI. Toutes ces informations seront utiles tant pour la gestion du parc que pour sa valorisation par l'écotourisme. A ce stade, nous n'avons pas trouvés de signes plus anciens de l'occupation humaine mais il est probable, étant donné la situation géographique du PNI – entre le Cameroun et le Congo (région d'Odzala) et le Centre-Gabon (région de Booué) –, que des signes plus anciens d'occupation humaines puissent y être décelés.

TROISIEME PARTIE

ANALYSE DES BESOINS ET CONTRIBUTION A LA MISE EN PLACE DU SIG A LA STATION DE RECHERCHE DE MAKOKOU ET APPUI A LA FORMATION POUR L'UTILISATION ET LA GESTION DES BASES DE DONNEES

1. L'activité SIG

On peut voir le système d'information géographique (SIG) comme un système d'information spécialisé. On peut l'interpréter comme un « mot valise », agrégation de système d'information (SI) associé à information géographique (IG) : SIG = SI + IG (*L. GAZULL et J.P. CHEYLAN,* 2001).

La première composante, s'appuyant sur des conventions sociales, des procédures, des données du matériel, des logiciels, des utilisateurs et une équipe spécialisée, a pour principale vocation de fédérer les différents protagonistes du système. Quant à la seconde composante, la dimension géographique, elle ajoute un niveau de complexité supplémentaire du système. Le mode de découpage de l'espace, la représentation de l'information géographique, le/5ntient des représentations multiples et l'évolution des objets sont autant d'évènements à gérer.

Lorsque le système d'information est défini par les utilisateurs il a un rôle fédérateur.

La bonne association de ces deux composantes permet d'atteindre l'objet principal : représentation des informations géographiques et mise à disposition de cette information. Les différentes activités du SIG peuvent être résumées par :

- L'acquisition, collecte et transfert des données et informations géographiques à mettre dans un référentiel commun ;
- L'archivage, construction de bases de données, relationnelles ou non ;
- L'accès, mise en place des procédures pour accéder et partager les informations, données,/5s aussi pour les localiser dans l'espace géographique ;
- L'analyse, construction d'informations basées sur des méthodes de traitement pour la mise en évidence de phénomènes spatiaux ;
- L'affichage, représentation de l'information géographique sous forme cartographique ;
- L'abstraction.

En règle générale, une équipe SIG devrait être constituée de :

- Un spécialiste SIG (cartographe, géographe ou thématicien motivé). Il est le responsable du projet SIG, il coordonne les activités SIG et son rôle est d'élaborer avec l'ingénieur informaticien, les applications du système et d'assurer la production cartographique.
- Un ingénieur informaticien spécialisé en conception et gestion de bases de données et en programmation. Son rôle est d'assurer la/5ntenance informatique de l'ensemble du projet (cellule SIG), et de concevoir les bases de données et développer les applications logicielles spécifiques ;

- Un opérateur de saisie assurant la numérisation des fonds cartographiques, la saisie des diverses données à intégrer dans le SIG et participer aux prélèvements des données sur le terrain.

Cette équipe est complétée et soutenue en fonction de la charge de travail et des objectifs poursuivis par des spécialistes en programmation, télédétection, multimédia, géomatique, technologie Internet...

L'équipe SIG

L'équipe SIG actuelle est constituée de une personne :

Edwige EYANG EFFA, recrutée en tant que technicien SIG par le World Conservation Society (WCS) en contrat à durée déterminée de 1 an. Elle mise à disposition de l'IRET dans le cadre du projet de réhabilitation et de re-dynamisation de la station de recherche de Ipassa-Makokou et du projet de délimitation du Parc National Ivindo.

L'objectif de travail est la gestion du SIG. Son temps de travail annuel est réparti pour 1/ 3 du temps à Libreville, 2/3 du temps à Makokou et Langoué, avec 11 mois de travail et 1 mois de congés par an.

De formation supérieure, titulaire d'un DESS « Technique et méthodes de gestion de l'information environnementale » suivi à l'ENEF – Libreville de 2001 à 2002, cet emploi représente sa première expérience professionnelle.

Le point de vue de Edwige Eyang a été exprimé lors d'un entretien en fin de mission (annexe 2). Cet entretien permet de connaître les domaines de compétences, les domaines d'investissement, les besoins en formation et les attentes de l'équipe SIG.

Objectifs de l'équipe SIG

L'objectif de l'équipe SIG est la gestion du SIG de la station de recherche de Makokou, la station de recherche du WCS et le Parc National Ivindo et la participation au projet de délimitation du Parc National Ivindo.

Par ailleurs, lors des entretiens de l'analyse des besoins, il a été exprimé les objectifs suivants :

- Le SIG de la station de recherche doit être un prototype servant de base de réflexion pour la conception des SIG de chaque parc national.
- L'équipe doit intégrer les données anciennes prélevées par les chercheurs sur la station de recherche et mettre en place les relations de collecte de l'information.
- Les différentes applications développées dans le cadre de la station de Makokou devront faire l'objet d'une recherche de financement.
- Proposer des services permettant un autofinancement de l'équipe SIG. Ces services pourront s'orienter vers de la sous-traitance locale pour la cartographie, structuration SIG, développement de base de données, formations SIG et base de données, collecte d'informations géographiques géoréférencées.
- Réaliser des études prospectives concernant les activités humaines en périphérie et à l'intérieur du parc (ex : étude d'impact de l'exploitation des ressources minières en périphérie du parc).

Matériels et logiciels SIG

Le SIG est actuellement équipé de deux postes de travail fixe, dans les locaux de la station de recherche de Makokou et un poste mobile affecté au technicien SIG lié à ces contraintes de mobilité (Tableau III.1). Des mots de passe et différents comptes ont été créés pour particulariser les accès aux ordinateurs (Tableau III.2).

Tableau III.1. Matériel et logiciels SIG présents à la station de recherche

NOM DU POSTE	MATERIELS	LOGICIELS	VOCATION
SIG DEVELOPPEMENT	Ordinateur HP Pentium 4 2.66 GHZ 2 disques dur de 80 Go chacun Un graveur de DVD Un lecteur CD 512 Mo de RAM 2 écrans plats de 17 pouces 1 imprimante HP Deskjet 9300, couleurs, au format A3	Arcview 3.3 Spatial analyst 2 MS Office pro comprenant Access	Ordinateur dédié au technicien SIG pour : • Développement du SIG • Préparation des données SIG • Développement des bases de données • Cartographie • Traitements SIG
SIG CONSULTATION	Ordinateur HP Pentium 4 40 GHZ 1 disque dur partitionné en 10 Go et 30 Go Un lecteur de CD 256 Mo de RAM 1 écran de 17 pouces	Arcview 3.3 Spatial Analyst 2 MS Office pro comprenant Access	Ordinateur dédié aux utilisateurs SIG : Stagiaires, étudiants, chercheurs
SIG MOBILE	Ordinateur portable Toshiba Satellite. Pentium 4	Arcview 3.3 – Licence partagée avec le Poste SIG développement Spatial analyst 23 – Licence partagée avec le Poste SIG développement MS Office pro comprenant Access	Ordinateur dédié au technicien SIG pour : • Développement du SIG • Préparation des données SIG • Développement des bases de données • Cartographie Traitements SIG

Tableau III.1. Liste des mots de passe des ordinateurs SIG

NOM DU POSTE	COMPTE	MOT DE PASSE	TYPE DE COMPTE	PHRASE MNEMOTECHNIQUE
SIG DEVELOPPEMENT	Administrateur	makokou	administrateur	Nouveau job
	Edwige Eyang	ivindo	administrateur	SIG Ivindo
	stagiaire		Utilisateur sans pouvoir	
	chercheur		Utilisateur sans pouvoir	
SIG CONSULTATION	Pas de compte utilisateur pour l'instant			
SIG MOBILE	Pas de compte utilisateur pour l'instant, l'ordinateur doit être changé			

Dans un proche futur (quelques mois), la station de recherche de Makokou sera équipée d'une antenne parabolique permettant l'accès au réseau Internet. De plus un réseau Intranet sera installé favorisant les échanges entre les différents ordinateurs SIG et de la station.

La parabole sera vraisemblablement installée près du bâtiment accueillant la bibliothèque. En toute logique l'accès Internet sera géré par un ordinateur à vocation de serveur Internet et Intranet.

Lors de la mission, le poste SIG DEVELOPPEMENT était installé dans un bureau, dédié à l'équipe, SIG, dans un bâtiment éloigné (environ 50 m) de la bibliothèque. L'équipe SIG peut avoir besoin de consulter le réseau Internet et la mise en place de serveur de données SIG à distance. Pour répondre à ces besoins, Il est conseillé de :

- Soit de déménager le poste SIG DEVELOPPEMENT prés de la bibliothèque pour limiter les frais d'installation du réseau ;
- Soit d'installer un câble réseau pour connecter l'ordinateur au réseau Intranet et Internet.

Le bureau SIG est équipé du mobilier suivant : bureau en bois avec tiroirs, armoire en bois avec étagère fermant à clef et deux chaises. Pour l'instant l'imprimante est installée sur les cartons d'emballage du matériel informatique. Afin d'améliorer la stabilité du matériel, il est conseillé de rajouter une table suffisamment grande pour accueillir l'imprimante et des cartes papiers.

Le poste SIG CONSULTATION était installé dans la bibliothèque. La première partition du disque dur de cet ordinateur (10 Go) est saturée alors que la seconde est complètement vide. Il est conseillé d'utiliser :

- La première partition pour installer les logiciels
- La seconde partition pour installer les données et les différents espaces de travail des utilisateurs.

Par ailleurs, il apparaît important de prévoir un matériel de sauvegarde des données (graveur de CD interne ou externe) ou un lien par réseau pour opérer les sauvegardes sur un autre ordinateur.

L'ordinateur portable du poste SIG MOBILE identifié pendant la mission n'est pas celui qui sera utilisé définitivement par l'équipe SIG. Il sera changé dans un proche futur (quelques mois) par le WCS.

La station de recherche dispose de matériel de saisie et localisation d'information sur le terrain issu de la technologie CYBERTRACKER. L'équipe SIG devrait prendre en charge la gestion de ce matériel et les méthodes de travail associées, car l'équipe devra développer les bases de données relationnelles à intégrer dans ce matériel et participer à la formation du personnel de collecte de l'information.

2. Formations dispensées

L'objet initial de la formation était la mise à jour des connaissances de l'expert SIG à l'utilisation du logiciel ArcView 3 et d'une extension de ce logiciel Spatial Analyst.

L'emploi du temps de la mission, la disponibilité des personnes et le niveau d'utilisation du logiciel ont conduit à organiser la formation comme suit :

Arcview 3

La formation a été dispensée dans la bibliothèque de la station de recherche pendant la deuxième semaine de la mssion, pour 6 personnes : Edwige EYANG EFFA (WCS), Ariane PEYNE (CIRAD), Patrick KOUMBI (WWF), Victor MBOLO (ONG CYBERTRACKER), Joseph OKOUYI (CENAREST), Asté Serge Ludovic BONGUI (ECOFAC CONGO) , pour une durée de deux jours.

Le logiciel Arcview est l'outil SIG acquis par la station de recherche. Il permet la gestion des données SIG.

Le programme de formation était :

- Quel type de logiciel ?
- Environnement logiciel
- Acquisition de données
- Données attributaires et requêtes
- Aide à l'analyse spatiale
- Mise en page

Au regard des personnes présentes pour cette formation, en préambule à la formation du logiciel, un complément de formation théorique a été délivré présentant le domaine des SIG avec au programme :

- Définition et concept des SIG
- Modèle de données
- Géoréférencement

Le programme de formation, dense pour le temps imparti, a été complété d'exercices pratiques mettant en œuvre les commandes du logiciel.

Un support de formation, ainsi que le jeu de données des exercices pratiques ont été fournis aux stagiaires.

Spatial Analyst

La formation a été dispensée dans les locaux de l'INC pendant la première semaine de la mission pour 3 personnes : Edwige EYANG EFFA (WCS), Andréana Paola MEKUI BIYOGO (WWF), Léonard AKIE (INC), pour une durée d'une journée.

L'extension du logiciel permet de réaliser des analyses spatiales en mode raster. Le programme dense pour le temps imparti a porté sur les points suivants :

- Préparation et création des données ;
- L'analyse des surfaces ;
- L'algèbre raster ;
- L'analyse locale ;
- L'analyse zonale ;
- L'analyse focale.

La formation rythmée par des exercices a permis de voir l'essentiel du logiciel. Une partie accessible par de la programmation n'a pas été abordée. Un support de formation ainsi que le jeu de données des exercices pratiques ont été délivrés aux stagiaires.

3. Installation du matériel et logiciels

Matériel

Le poste de SIG DEVELOPPEMENT a été installé avec les deux écrans et l'imprimante. Le matériel a été testé et est fonctionnel.

Le poste SIG CONSULTATION était fonctionnel avant la mission, une vérification du fonctionnement a été réalisée.

Logiciels

Les logiciels Arcview 3 et Spatial Analyst ont été installé sur les postes SIG DEVELOPPEMENT, SIG CONSULTATION, SIG MOBILE.

Le projet dispose de deux licences pour chaque logiciel. Chaque licence est protégée par une clef électronique à brancher sur le port parallèle de l'ordinateur. Ces clefs sont indispensables au fonctionnement du logiciel.

Un problème réside dans l'installation de la seconde licence de Spatial Analyst. Cette licence mise à disposition par le World Ressource Institute (WRI) est une version sans clef électronique. A priori, pour que cette version puisse être fonctionnelle, elle doit être associée à une version d'Arcview sans clef électronique ou changé pour une version avec clef.

Par ailleurs, chaque licence est normalement livrée avec un code de licence. Or, la version mise à disposition par le WRI a été reçue sans code.

En résumé, actuellement le projet dispose de :

Tableau III.2. Clés des logiciels SIG disponibles

	Numéro de licence	Clef	Fournisseur
Arcview 3	OUI	OUI	ESRI USA
Arcview 3	NON	OUI	WRI
Spatial Analyst	OUI	OUI	ESRI USA
Spatial Analyst	NON	NON	WRI

Malgré cette contrainte fonctionnelle, les logiciels ont pu être installés et testés sur chaque ordinateur./5s seules, deux licences Arcview et une licence de spatial Analyst peuvent fonctionner simultanément.

4. Analyse des besoins SIG

Contexte du SIG

L'activité SIG de la station de recherche de Makokou concerne une problématique d'observation et d'étude d'un espace naturel protégé : Parc National. Le SIG devra intégrer des données de suivi et évaluation du milieu et restituer les informations périodique sous forme de synthèse.

L'étude de ce milieu se réalisera à plusieurs échelles (sites de recherche particuliers, parc national, la périphérie du parc), avec la participation de plusieurs chercheurs appartenant à différents organismes (IRET, CENAREST, ENEF, USTM, ERAIFT, CIRAD, CIFOR...), abordant diverses thématiques sur le milieu naturel (faune, végétation, activités humaines), et anthropique (suivi des villages périphériques).

Le système d'information géographique s'oriente vers un système multi échelles, multi organisme, multi thématique et multi utilisateurs.

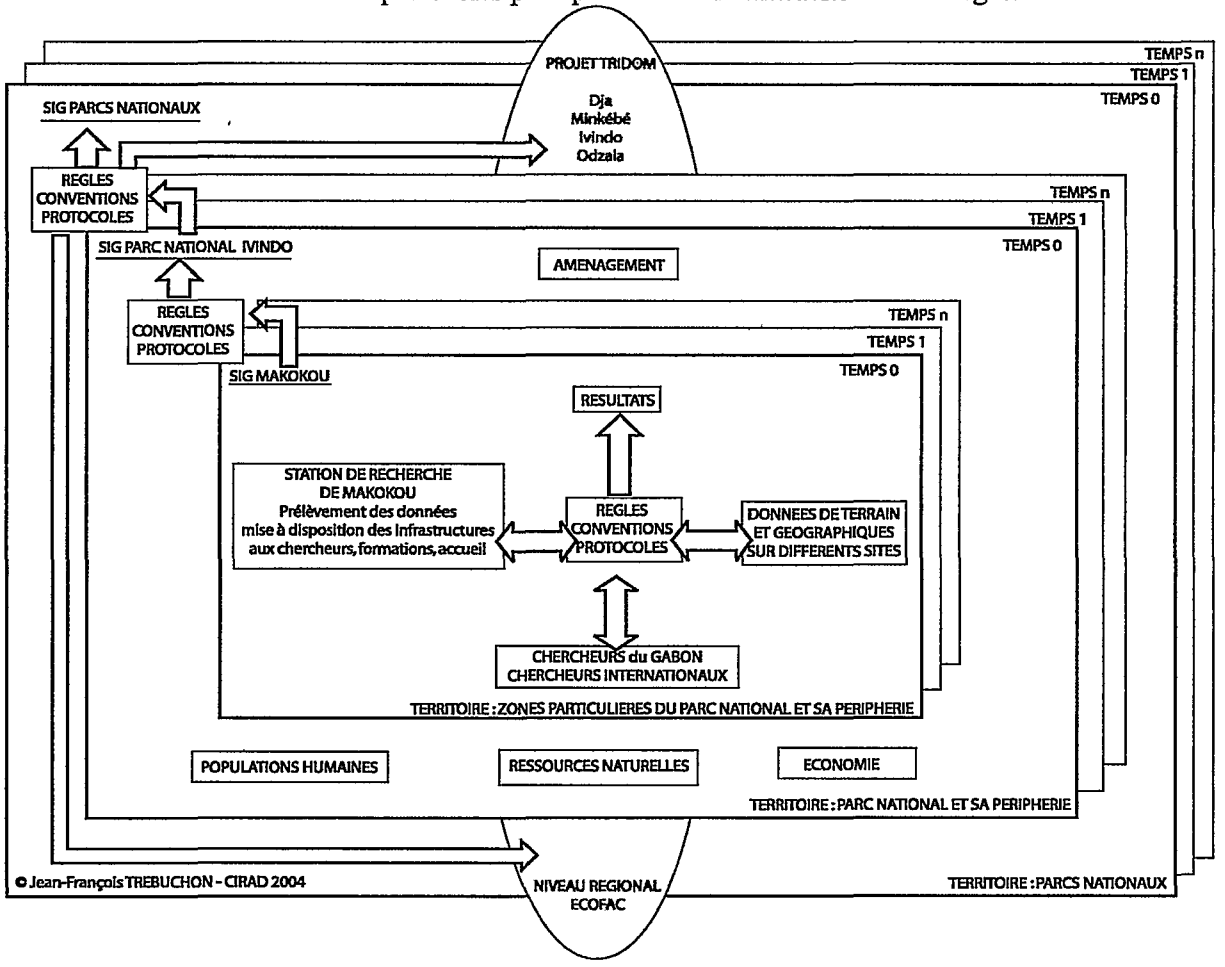
Par ailleurs, ce système d'information aura un lien avec des niveaux d'observations différents (Figure III.1) : suivi des parcs nationaux du Gabon, lien avec le projet TRIDOM privilégiant un couloir Nord-Sud d'observation des parcs sur plusieurs pays et un lien régional avec le projet ECOFAC. Ces projets sont en cours de formalisation.

De plus, localement, les acteurs économiques sont ouverts à une collaboration dans le cadre des activités SIG : Groupe Rougier par l'intermédiaire de Eric CHEZEAU. Une convention de collaboration sera signée avec les responsables du projet pour déterminer le cadre de la collaboration et mettre en place une « plateforme locale » pour l'information géographique.

Dans ce contexte, il est important de mener une analyse des besoins, dans un premier temps à la station de Makokou et dans le futur pour faire le lien avec les besoins des projets englobants.

Ce type de système, pour fonctionner le mieux possible doit être défini par les utilisateurs, car il sera à la disposition des utilisateurs. Afin que les utilisateurs, il faudra impérativement mettre en place des règles, protocoles, conventions pour le prélèvement des données, le transfert et le partage des données et informations. C'est une condition indispensable pour le bon fonctionnement du système.

Figure III. 1. Contexte SIG englobant le SIG de la station de recherche de Makokou. Les liens entre les différents systèmes doivent être accompagnés de règles, conventions et protocoles pour permettre une efficacité des échanges.



Démarche adoptée

Pour l'analyse des besoins, la démarche adoptée actuellement consiste en une série d'entretiens avec les utilisateurs identifiés, demandeurs, les responsables, l'équipe SIG, les protagonistes des systèmes englobants. Cette démarche n'est pas figée pour l'instant et s'adaptera aux différents cas de figure rencontrés (recherche, gestion des infrastructures et du territoire, prises de mesure sur le terrain, suivi et évaluation, aménagement...).

Tous les entretiens ont été menés en collaboration avec Edwige Eyang Effa pour lui permettre de s'imprégner de la démarche et percevoir la mosaïque d'activités futures de son emploi.

Chaque entretien dure de deux à trois heures par personnes ou équipe. Un questionnaire type (annexe 5) est proposé pour mettre en évidence un diagnostique existant, identification des applications, analyse des besoins par applications.

Souvent la dernière étape, qui demande à être précis dans la description des objets géographiques, n'a pas été aboutie par manque d'information en amont.

Un retour dans le futur sera indispensable que le système réponde aux besoins des utilisateurs.

Un système d'information est un objet vivant qui évolue dans le temps. Son évolution est un signe d'utilisation du système. Pour chaque évolution souhaitée, chaque question posée au système, il est fortement conseillé d'avoir recours à cette démarche.

Personnes rencontrées pour l'analyse

Pendant la mission les personnes suivantes ont été rencontrées pour l'analyse des besoins :

Tableau III.3. Personnes rencontrés pour l'analyse des besoins

NOM	PRENOM	ORGANISME	LIEU
LAHM	Sally	CENAREST	LIBREVILLE-MAKOKOU
COLFER	Carol	CIFOR	BOGOR-MAKOKOU
HECKETSWEILER	Philippe	CIFOR	LIBREVILLE
SASSEN	Marieke	CIFOR	YAOUNDE-MAKOKOU
AKIE	Léonard	INC	LIBRFEVILLE
OKOUYI	Joseph	IRET-CENAREST	MAKOKOU
DOUMENGE	Charles	CIRAD	MONTPELLIER
EYANG EFFA	Edwige	WCS	LIBREVILLE

Malheureusement, le programme de la mission n'a pas permis de rencontrer M. MPOSSO, responsable du projet pour le CENAREST, ni M. WILKS du WCS, responsable de l'équipe SIG. Après la mission, une dizaine de chercheurs arriveront à la station de recherche, il serait intéressant de pouvoir les rencontrer pour définir leurs besoins en terme d'information géographique.

Résultats de l'analyse

Le premier entretien a permis de mettre en évidence les besoins exprimés par les chercheurs présents au travers d'applications. Pour l'instant 48 applications ont été exprimées (tableau III.7). Les besoins sont exprimés par des chercheurs nationaux (2) et internationaux (5). Les applications concernent les besoins de déplacements sur le terrain, la construction de bases de données pour la collecte et le partage des données prélevées, les plan d'aménagement, les recherches, la production de cartes et le développement d'interfaces de consultation locale et distantes.
Le territoire observé comporte des limites différentes suivant les utilisateurs et les thèmes de travail. L'échelle de représentation n'est pas encore réellement définie par les utilisateurs,/5s elle sera imposée par les données existantes (1 :200 000 et 1 :50 000, plus précis sur les dispositifs de recherche) et disponibles. En général on a (pour l'instant) du plus vaste au plus petit :

- La périphérie du Parc National, apparemment délimité par les axes de communication ou les limites d'usages des villages situés sur ces axes (environ 1 :200 000);
- Le parc national (environ 1 :200 000 à 1 :50 000) ;
- Les sites de recherches (environ 1 :50 000);
- Les dispositifs de recherche (environ 1 :2 500 ou précision des relevés).

La présence d'utilisateurs internationaux favorise la demande d'accéder aux informations par l'intermédiaire de service de messagerie électronique, accès par le réseau ftp, mise en place de serveur web.

Plusieurs niveaux de partage ont été exprimés :

- Libre d'accès ;

- Accès réglementé par un mot de passe ;
- Partage sous conditions.

Les activités de suivi et d'évaluation, de plan d'aménagement doivent démarrer le plus tôt possible (fin 2004 à début 2005).

Par ailleurs, pour connaître le contexte et les applications du futur projet SIG englobant, le futur responsable du projet, Léonard Akié (INC) a été rencontré. Ce projet est en cours de définition et formalisation. L'objectif est de mettre en place un système d'information au niveau national pour suivre les 13 parcs nationaux.

Sa vocation sera un appui SIG aux différents parcs en terme de formation, matériel, méthodes. Les flux d'informations entre les différents parcs et les différents niveaux de suivi ne sont pas encore définis. A priori, l'échelle de suivi des parcs serait de l'ordre du 1 :1 000 000 et 1 :200 000. Toutefois une liste, non exhaustive, des applications a été identifiée (tableau III.8).

Tableau III.4. Liste des applications identifiées par les utilisateurs pour l'équipe SIG de Makokou

Code	Applications	Demandeurs	Territoires	Echelles	Pour quand ?	Pour combien de temps ?	Pour qui ?	Quelle forme ? Comment partager ?
1	Intégration des données anciennes acquises sur la station de recherche	Ph. Hecketsweiler	Ipassa	Mailles de prélèvements des données	A partir de/5ntenant	Année 1 et en relation avec les protagonistes	IRET Chercheurs	A clarifier
2	Organisation de la collecte de l'information à l'aide du cybertracker	Ph. Hecketsweiler	Parc et périphérie	Suivant les besoins	En continu	En continu	IRET Equipes terrain Chercheurs	Programmation des missions avec le responsable de la station et construction des bases de données à collecter
3	Aménagement du parc : rassembler les informations réaliser les croisements et les cartes	Ph. Hecketsweiler	Parc et périphérie	1 :200 000 ??	Date non définie : Début 2005 ??	5 ans	IRET CNPN Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes A clarifier
4	Inventaire des besoins SIG des chercheurs	Ph. Hecketsweiler	Parc et périphérie Stations de recherche	1 :200 000 1 :50 000 plus précis si possible	Immédiatement	Bilan dans un an	IRET Chefs de projet Chercheurs	Un rapport
5	Cartes de sensibilisation et d'information auprès des populations à l'existence du parc et de ses limites	Ph. Hecketsweiler	Parc et périphérie	1 :200 000	Immédiatement	En continu	IRET Villageois Equipe SIG Chercheurs	Suivi de la fabrication et implantation de panneaux dans les villages.
6	études prospectives concernant les activités humaines en périphérie et à l'intérieur du parc	Ph. Hecketsweiler	Parc et périphérie	1 :200 000 1 :50 000	Période de faible activité	En continu	IRET A clarifier	A clarifier
7	Formations SIG	Ph. Hecketsweiler	Tous les parcs nationaux		Date non définie : Début 2005 ??	En continu	IRET Chercheurs Personnel des parcs	Cours Support de cours Exercices
8	Plan d'aménagement des forêts communautaires pour l'exploitation du bois et de la chasse	Ph. Hecketsweiler	Parc et périphérie	1 :200 000 ??	Date non définie : Début 2005 ??	A clarifier	IRET CNPN Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes A clarifier
9	Réalisation d'un outil pédagogique sur l'information du parc	Ph. Hecketsweiler	Parc et périphérie		A clarifier	A clarifier	IRET A clarifier	A clarifier

Code	Applications	Demandeurs	Territoires	Echelles	Pour quand ?	Pour combien de temps ?	Pour qui ?	Quelle forme ? Comment partager ?
10	Intégration des images vidéo liées avec les points GPS acquise pendant le projet de délimitation du parc	Ph. Hecketsweiler	Parc et périphérie		Immédiatement	A chaque survol	IRET Equipe SIG Chercheurs	Structuration des fichiers dans le système
11	Relevé de la mosaïque de la canopée du sol et comparaison avec une photographie aérienne ou image satellite THR	Ph. Hecketsweiler	Ipassa Zone de 20 ha	Echelle du relevé 1 : 2 500	Dés que possible	Fréquence à définir	IRET Equipe SIG Chercheurs	Couches SIG pour analyse
12	Aménagement du parc : Suivi et évaluation de la faune	Sally Lahm + appui futur pour Stéphanie Letour	Parc	1 :200 000 ?? 1 :50 000 ??	Dés que possible	En continu	IRET CNPN WCS Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes pour rapport et publications. Accès aux données à distance pendant le suivi Partage à définir
13	Aménagement du parc : Introduction des données de suivi des animaux dans le SIG	Sally Lahm	Parc	1 :200 000 ?? 1 :50 000 ??	Dés que possible	En continu	IRET CNPN WCS Gestionnaires Chercheurs Après validation	SGBDR en temps réel et cartographie dynamique Accès aux données à distance pendant le suivi Partage à définir
14	Carte des limites du domaine vital utilisé par les villages	Sally Lahm	Parc et périphérie	1 :200 000 ?? 1 :50 000 ??	Dés que possible	Tous les 5 ans Ou après évènement naturel	IRET CNPN WCS Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes pour rapport et publications. Accès aux données à distance pendant le suivi Partage à définir
15	Carte historique des flux migratoires des populations périphériques du parc	Sally Lahm	Parc et périphérie	Diverses échelles	Dés que possible	1 fois	IRET CNPN WCS Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes pour rapport et publications. Accès aux données à distance pendant le suivi Partage à définir
16	Organiser le suivi et l'évaluation de la faune hors du parc	Sally Lahm	Parc et périphérie	1 :200 000 ?? 1 :50 000 ??	Dés que possible	En continu	IRET CNPN WCS Gestionnaires Chercheurs Après validation	SGBDR en temps réel et cartographie dynamique Accès aux données à distance pendant le suivi Partage à définir

Code	Applications	Demandeurs	Territoires	Echelles	Pour quand ?	Pour combien de temps ?	Pour qui ?	Quelle forme ? Comment partager ?
17	Localisation et typologie des campements dans le parc avec définition de la zone d'usage des campements	Sally Lahm	Parc	1 :200 000 ?? 1 :50 000 ??	Dés que possible	1 fois	IRET CNPN WCS Gestionnaires Chercheurs Après validation	SGBDR Cartes Accès aux données à distance pendant le suivi Partage à définir
18	Cartes de la population des villages : diverses variables	Sally Lahm Carol Colfer Marie Sassen	Parc et périphérie	1 :200 000 ??	Dés que possible	A chaque recensement	IRET CNPN WCS Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes et SGBDR Avec accès à distance Partage à définir ou après publication
19	Carte des pistes forestières, anciennes, actuelles et nouvelles suivies sur le terrain et par télédétection	Sally Lahm Marie Sassen	Parc et périphérie	1 :200 000 ?? 1 :50 000 ??	Dés que possible	En continu	IRET CNPN WCS Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes et SGBDR Avec accès à distance Partage à définir ou après publication
20	Carte des sites de fréquentation par les animaux	Sally Lahm	Parc et périphérie	1 :200 000 ??	Dés que possible	En continu	IRET CNPN WCS Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes et SGBDR Avec accès à distance Partage à définir
21	Définition des trajets de visite dans le parc	Sally Lahm	Par cet périphérie	1 :200 000 ??	Dés que possible	En continu	IRET CNPN WCS Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes et SGBDR Avec accès à distance Partage à définir
22	Aménagement du parc : Comprendre les interactions entre les populations humaines et la forêt	Carol Colfer	Parc et périphérie	1 :200 000 ??	Début 2005	Tous les 5 ans Ou après évènement naturel	IRET CNPN Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes pour rapport et publications Accès aux données à distance (email, ftp, internet)
23	Aménagement du parc : Délimitation des limites d'usages de tradition, d'utilisation et de cadastre des populations	Carol Colfer Marie Sassen	Parc et périphérie	1 :200 000 ??	Début 2005	Tous les 5 ans Ou après évènement naturel	IRET CNPN Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes pour rapport et publications Accès aux données à distance (email, ftp, internet) Partage à définir ou après publication

Code	Applications	Demandeurs	Territoires	Echelles	Pour quand ?	Pour combien de temps ?	Pour qui ?	Quelle forme ? Comment partager ?
24	Aménagement du parc : Carte des permis forestiers et limites d'aménagement	Carol Colfer	Parc et périphérie	1 :200 000 ??	Début 2005	Tous les 5 ans Ou après évènement naturel	IRET CNPN Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes pour rapport et publications Accès aux données à distance (email, ftp, internet)
25	Délimitation des zones retenues pour les enquêtes sur l'agriculture à l'aide d'image satellite	Carol Colfer Marie Sassen	Parc et périphérie Zones pour les enquêtes	1 :200 000 ?? 1 :50 000 ??	Début 2005	Tous les 5 ans Ou après évènement naturel	IRET CNPN Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes pour rapport et publications Accès aux données à distance (email, ftp, internet) Partage à définir ou après publication
26	Aménagement du parc : Zones d'agriculture et typologie des grandes plantations dans les limites d'usage avec une chronique si possible	Carol Colfer Marie Sassen	Parc et périphérie Zones pour les enquêtes	1 :200 000 ?? 1 :50 000 ??	Début 2005	Tous les 5 ans Ou après évènement naturel	IRET CNPN Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes pour rapport et publications Accès aux données à distance (email, ftp, internet) Partage à définir ou après publication
27	Cartes des divisions administratives : provinces, départements, communes/cantons, arrondissements...	Carol Colfer	Parc et périphérie Zones pour les enquêtes	1 :200 000 ?? 1 :50 000 ??	Début 2005	Tous les 5 ans Ou après évènement naturel	IRET CNPN Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes pour rapport et publications Accès aux données à distance (email, ftp, internet) Partage à définir ou après publication
28	Cartographie de l'hydrographie	Marie Sassen	Parc et périphérie	1 :50 000	Début 2005	Tous les 5 ans Ou après évènement naturel	IRET CNPN Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes pour rapport et publications Accès aux données à distance (email, ftp, internet) Partage à définir ou après publication
29	Cartographie de la pédologie	Marie Sassen	Parc et périphérie	1 :50 000	Début 2005	Tous les 5 ans Ou après évènement naturel	IRET CNPN Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes pour rapport et publications Accès aux données à distance (email, ftp, internet) Partage à définir ou après publication

Code	Applications	Demandeurs	Territoires	Echelles	Pour quand ?	Pour combien de temps ?	Pour qui ?	Quelle forme ? Comment partager ?
30	Cartographie de la topographie	Marie Sassen	Parc et périphérie	1 :50 000	Début 2005	Tous les 5 ans Ou après évènement naturel	IRET CNPN Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes pour rapport et publications Accès aux données à distance (email, ftp, internet) Partage à définir ou après publication
31	Cartographie des routes	Marie Sassen	Parc et périphérie	1 :50 000	Début 2005	Tous les 5 ans Ou après évènement naturel	IRET CNPN Gestionnaires Chercheurs Après validation	Cartes pour rapport et publications Accès aux données à distance (email, ftp, internet) Partage à définir ou après publication
32	Production de cartes pour les sorties de terrain	Joseph Okouyï	Parc et sites de recherche Ipassa, Louli Koungou, Uvomba, Djiji, Boka et Djiji, la lassandja, la Massumbla	1 :200 000 1 :50 000	Immédiatement	En continu	IRET Equipes terrains Equipe SIG Chercheurs	Cartes papier et Application de production de cartes en automatique Définition de règles pour l'accès et le partage des données
33	Préparer un fond de carte pour la mise à jour des cartes anciennes (toponymes, sous régions du parc...)	Joseph Okouyï	Parc et sites de recherche Ipassa, Louli Koungou, Uvomba, Djiji, Boka et Djiji, la lassandja, la Massumbla	1 :200 000 1 :50 000	Immédiatement	En continu	IRET Equipes terrains Equipe SIG Chercheurs	Cartes papier et Application de production de cartes en automatique
34	Caractériser les changements de type de végétation	Joseph Okouyï	Parc et sites de recherche Ipassa, Louli Koungou, Uvomba, Djiji, Boka et Djiji, la lassandja, la Massumbla	1 :200 000 1 :50 000	Immédiatement	En continu	IRET Equipes terrains Equipe SIG Chercheurs	Cartes papier et Application de production de cartes en automatique
35	Caractériser la localisation des populations animales	Joseph Okouyï	Parc et sites de recherche Ipassa, Louli Koungou, Uvomba, Djiji, Boka et Djiji, la lassandja, la Massumbla	1 :200 000 1 :50 000	Immédiatement	En continu	IRET Equipes terrains Equipe SIG Chercheurs	Cartes papier et Application de production de cartes en automatique

Code	Applications	Demandeurs	Territoires	Echelles	Pour quand ?	Pour combien de temps ?	Pour qui ?	Quelle forme ? Comment partager ?
36	Croisement entre type de végétation et localisation des populations animales	Joseph Okouyi	Parc et sites de recherche Ipassa, Louli Koungou, Uvomba, Djiji, Boka et Djiji, la lassandja, la Massumbla	1 :200 000 1 :50 000	Immédiatement	En continu	IRET Equipes terrains Equipe SIG Chercheurs	Cartes papier et Application de production de cartes en automatique
37	Cartographier les arbres utiles pour les animaux sur les layons (en priorité les éléphants)	Joseph Okouyi	Parc et sites de recherche Ipassa, Louli Koungou, Uvomba, Djiji, Boka et Djiji, la lassandja, la Massumbla	1 :200 000 1 :50 000	Immédiatement	En continu	IRET Equipes terrains Equipe SIG Chercheurs	Cartes papier et Application de production de cartes en automatique
38	Cartographier les sentiers (grands mammifères, chasseurs, équipes)	Joseph Okouyi	Parc et sites de recherche Ipassa, Louli Koungou, Uvomba, Djiji, Boka et Djiji, la lassandja, la Massumbla	1 :200 000 1 :50 000	Immédiatement	En continu	IRET Equipes terrains Equipe SIG Chercheurs	Cartes papier et Application de production de cartes en automatique
39	Localisation des sites particuliers dans le parc et sa périphérie	Joseph Okouyi	Parc et périphérie	1 :200 000 1 :50 000	Immédiatement	En continu	IRET Equipes terrains Equipe SIG Chercheurs	Cartes papier et Application de production de cartes en automatique
40	Gestion des stocks des camps vie	Joseph Okouyi	Parc et sites de recherche Ipassa, Louli Koungou, Uvomba, Djiji, Boka et Djiji, la lassandja, la Massumbla		A clarifier	En continu	Gestionnaires de la station	A clarifier SGBDR ?
41	Cartes de répartition des espèces végétales	Charles Doumenge	Parc et périphérie	A définir	Pour fin septembre	En continu	IRET Chercheurs gestionnaires	Cartes pour publication Accès aux données à distance (email, ftp, internet) Partage à définir
42	Liste à jour des espèces végétales	Charles Doumenge	Parc et périphérie		Immédiatement	En continu	IRET Chercheurs gestionnaires	Liste dans un fichier Excel Accès aux données à distance (email, ftp, internet avec interface) Partage à définir

Code	Applications	Demandeurs	Territoires	Echelles	Pour quand ?	Pour combien de temps ?	Pour qui ?	Quelle forme ? Comment partager ?
43	Carte de la végétation	Charles Doumenge	Parc et périphérie	1 :200 000 voir 1 :100 000	Fin septembre	Tous les 5 ans Ou après évènement naturel	IRET Chercheurs gestionnaires	Couche SIG Carte papier Notice explicative Pour publications Accès aux données à distance (email, ftp, internet avec interface permettant les regroupements de classes) Partage à définir
44	Consultation des informations disponibles pour chaque formation végétales	Charles Doumenge	Parc et périphérie	Toutes échelles	Juillet 2005	En continu	IRET Chercheurs gestionnaires	SGBDR + interface de consultation sur internet Partage à définir
45	Accès aux documents rédigés du plan d'aménagement	Charles Doumenge	Parc et périphérie		Dés validation du plan d' aménagement	En permanence	CNPN IRET Chercheurs gestionnaires	interface de consultation sur internet Partage à définir
46	Développer des interfaces de saisie cybertracker pour les relevés de végétation et floristique	Charles Doumenge	Parc et périphérie		2005	En continu	IRET Chercheurs Equipes de terrain	SGBDR et interfaces de saisie cybertracker
47	Accès aux données anciennes prélevées pendant la thèse de C. Doumenge et les données à venir	Charles Doumenge	Ipassa Quadrats Zone de 2,5 ha	Précision des prélèvements : Position de +- 20 cm et carré de 10 m de côté	Début 2005 Après apuration	En continu	IRET Chercheurs Equipes de terrain	SGBDR Interface de saisie Interface de requête A distance ou en local Partage à définir
48	Préparer la réalisation d'un nouvel inventaire du quadrat	Charles Doumenge	Ipassa Quadrats Zone de 2,5 ha	Précision des prélèvements : Position de +- 20 cm et carré de 10 m de côté	2005	Fréquence à définir	IRET Chercheurs Equipes de terrain	SGBDR Interface de saisie Interface de requête A distance ou en local Partage à définir

Tableau III.5 : Applications identifiés pour le SIG des parcs nationaux

Code	Applications	Demandeurs	Territoires	Echelles	Pour quand ?	Pour combien de temps ?	Pour qui ?	Quelle forme ? Comment partager ?
1	Inventaire et intégration des données	Léonard Akié	13 parcs et leurs périphéries	1 : 1 000 000 ??	A définir	En continu	CNPN Les gestionnaires des parcs Les équipes SIG	A définir
2	Mise en place des méta données	Léonard Akié	13 parcs et leurs périphéries	1 : 1 000 000 ??	A définir	En continu	CNPN Les gestionnaires des parcs Les équipes SIG	A définir
3	Collecte des nouvelles informations et évaluations des méthodes actuelles	Léonard Akié	13 parcs et leurs périphéries	1 : 1 000 000 ??	A définir	En continu	CNPN Les gestionnaires des parcs Les équipes SIG	A définir
4	Mise en place du cahier des charges pour l'information géographique contenu dans les plans d'aménagement	Léonard Akié	En test Parc de Loango et Lopé	1 :200 000	En cours de construction. Précédent atelier : 26 au 30 avril 2004	A définir	CNPN Les gestionnaires des parcs Les équipes SIG Les chercheurs	A définir
5	Inventaire des besoins SIG en recherche et suivi des activités	Léonard Akié	13 parcs et leurs périphéries		2005	En continu	CNPN Les gestionnaires des parcs Les équipes SIG	SGBDR Interface de saisie et de consultation à distance Synthèse trimestrielle
6	Formations SIG des équipes SIG de chaque parc	Léonard Akié	13 parcs et leurs périphéries		2005	En continu	Les équipes SIG	Ateliers Outils pédagogiques Support de cours Séances de formation
7	Formations SIG des conservateurs de parc	Léonard Akié	13 parcs et leurs périphéries		2005	En continu	Les conservateurs	Ateliers Outils pédagogiques Support de cours Séances de formation
8	Aide à la mise en place des formations des éco-guides par les équipes SIG	Léonard Akié	13 parcs et leurs périphéries		2005	En continu	Les conservateurs	Ateliers Outils pédagogiques Support de cours Séances de formation
9	Aménagement des forêts communautaires	Léonard Akié	13 parcs et leurs périphéries	??	??	??	??	A définir

5. Les données géographiques

Données nécessaires et disponibilités

Les données suivantes seront nécessaires :

Tableau III.6. Liste non exhaustive des données utiles

THEME	ECHELLE	ANNEE	DISPONIBILITE	FOURNISSEUR	REMARQUE
Photographies aériennes AE SA 33 I–IR AE SA 33 II–IR AE SA 33 I (IR) AE NA 33 I(IR) AE 138/250 GAB 83/80 GAB 83/300 AE Na 33–I(IR) AENA 33-II-IR AENA33-I-IR	 1 :50 000 1 :50 000 1 :50 000 1 :50 000 1 :25 000 1 :8 000 1 :30 000 1 :50 000 1 :50 000 1 :50 000	 1964/65 1964/65 1962/63 1962/63 1960/61 1982 1983 1962/63 1965 1962/63/64/65	Quelques semaines	INC-IGN France	Photographie sur papier
Hydrographie	1 :1 000 000 1 :200 000 1 :50 000	1980	Transmis par l'INC Transmis par l'INC	INC	Réseau 1 :200 000 densifié par le 1 :50 000, 1 :50 000 à compléter
Routes	1 :1 000 000 1 :200 000	1980	Transmis par l'INC Transmis par l'INC	INC	
Pistes	1 :50 000	1980-2004	Digitalisation des pistes	INC	
Villages	1 :1 000 000 1 :200 000	1980	Transmis par l'INC Transmis par l'INC	INC	
Villes	1 :1 000 000 1 :200 000	1980	Transmis par l'INC Transmis par l'INC	INC	
Voie de chemin de fer	1 :1 000 000 1 :200 000	1980	Transmis par l'INC Transmis par l'INC	INC	
Topographie	1 :1 000 000 1 :200 000	2000	En cours de validation	INC	
Topographie	1 :50 000		Digitalisation des courbes de niveau	INC	
Toponymie	1 :1 000 000 1 :200 000	1980	En cours de validation	INC	
Permis forestiers	1 :1 000 000	2003-04	Transmis par l'INC	Ministère des eaux et forêts	
Limite des parcs	1 :1 000 000	2004	Transmis par l'INC	INC	En cours de finalisation
Pédologie	1 :200 000 ou 1 :50 000	?	?	BRGM-IRD-Ministère des ressources minières	
Géologie	1 :200 000 ou 1 :50 000	?	?	BRGM-IRD-Ministère des ressources minières	
Divisions administratives	1 :200 000 1 :50 000	?	En partie transmis	INC	
Cadastre dans les centres urbains	?	?	?	Ministère de l'habitat	
Recensement des populations		1993 2003 ?	En cours de finalisation	Ministère de la planification (RGPH)	1993 pas de position précise des villages
Etat des équipements sanitaires		?	?	Ministère de la planification	
Recensements agricoles		1990	APG-FIDA Caisse Cacao Café Culture	Voir à Makokou Voir à Makokou	
Réserves forestières (plantations)	?	?		Ministère des eaux et forêts	
Pistes forestières	1 :50 000	Différentes dates	Exploitants forestiers Images satellites très haute résolution (radar, optique)	Exploitants forestiers Ministères des eaux et forêts	Convention à définir avec les exploitants (Rougier en cours)

THEME	ECHELLE	ANNEE	DISPONIBILITE	FOURNISSEUR	REMARQUE
Campements	1 :50 000	Différentes dates	Exploitants forestiers Images satellites très haute résolution (radar, optique)	Exploitants forestiers	Convention à définir avec les exploitants (Rougier en cours)
Carte de végétation	1 :200 000 ou 1 :100 000	1999-2002	En cours de réalisation	CIFOR-CIRAD	
Image satellite Landsat 7 ETM+	1 :200 000 Multi Spectral 1 :100 000 panchromatique	2002	Disponible	CIFOR	
Images satellite SPOT XS 88-348 et 88-349	1 :130 000	1999	Disponible	CIFOR	
Images satellites anciennes (type MSS et TM)	1 :200 000	Fonction de la disponibilité	Evolution de l'occupation des sols sur la périphérie du parc	USGS	Détails de l'information à définir avec les chercheurs
Photographie aériennes récentes ou image satellite très haute résolution (résolution 1 m ou 0,6 m)	1 :2 500 1 :3 500	1984 et récente	Fonction de la disponibilité	Mission aérienne ou Spotimage ou Eurimage	Dispositif d'Ipassa
Images satellites futures sur le par cet la périphérie (radar et optique)	1 :200 000 1 :50 000 ou plus précis	5 ans ou après évènement naturel	A programmer	USGS Spotimage Eurimage	Définir précisément les besoins et les limites du territoire à suivre. Prévoir des frais de programmation urgente en cas d'évènement naturel.

Dictionnaire des données

Le dictionnaire des données ou méta données (la donnée sur la donnée ou l'information) est un outil indispensable permettant de connaître à tout moment quelles données sont présentes dans le système d'information et quelles procédures ont été utilisées pour transformer les informations. De plus, il sera un signe de la bonne santé du système et de la qualité des données présentes dans le système.

Aussi, il a été proposé de mettre en place un dictionnaire de données type (Annexe 4) et un exemple de synopsis de traitement (Annexe 5).

Dans l'avenir, une base de données relationnelles sera à développer pour accueillir le dictionnaire des données.

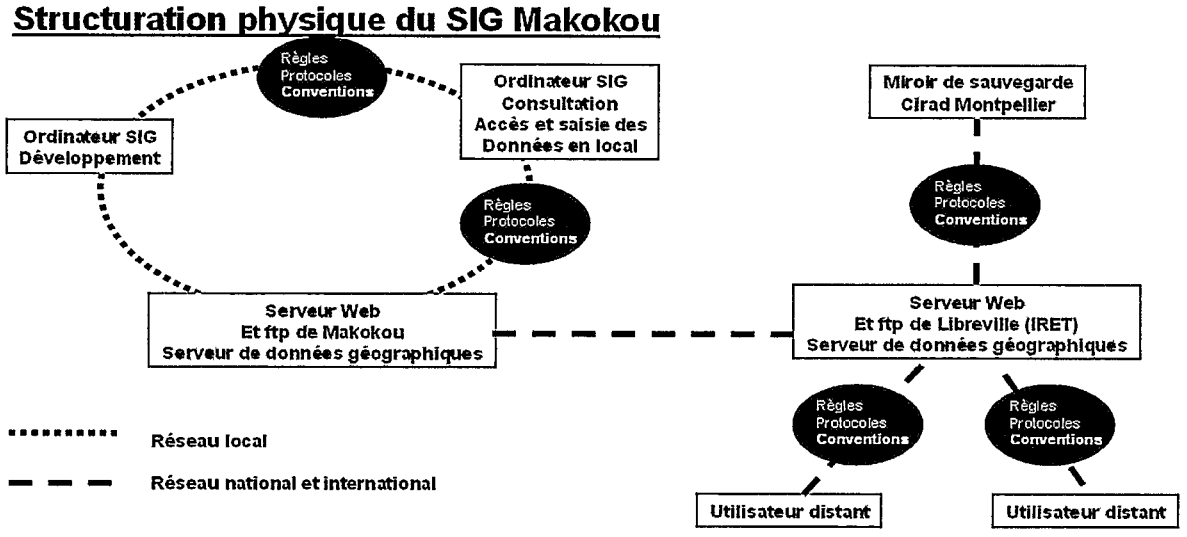
Ces outils proposés sont à faire évoluer au gré des besoins exprimés.

Structuration physique des données

Tel que l'exprime les utilisateurs, le SIG de la station de recherche de Makokou peut se structurer de la manière suivante :

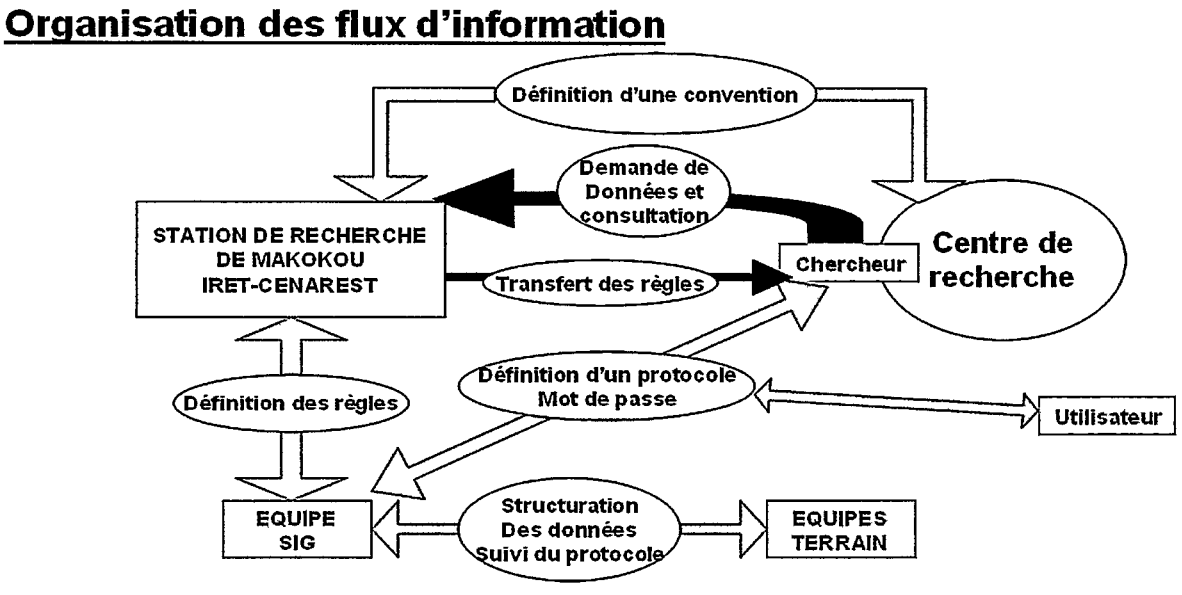
On peut imaginer sur la station de recherche de Makokou trois ordinateurs mis en réseau, avec le SIG développement, le poste de consultation et le serveur web, et un ordinateur basé à Libreville dans les locaux de l'IRET en tant que serveur de données géographiques sur lequel peuvent se connecter les utilisateurs distants. Un miroir de sauvegarde peut être envisagé dans le centre de recherche du Cirad à Montpellier (Figure III.2).

Figure III.2 : Structuration physique des données



Les flux d'information peuvent s'organiser suivant le schéma suivant (figure 3) : un chercheur fait une demande de données ou de consultation, les organisation se rapprochent pour définir une convention avec la station de recherche qui définit des règles avec l'équipe SIG et transmets les règles. Le chercheur défini avec l'équipe SIG le protocole et le mot de passe pour l'accès aux données. L'équipe SIG structure l'application en fonction du protocole de données et suit la bonne conduite du protocole de la part de l'équipe terrain. Les règles de partage avec les autres utilisateurs sont définies avec la même méthode.

Figure III.3 : Proposition d'organisation des flux d'informations.



Les données peuvent être structurées en trois ensembles pouvant accueillir les répertoires suivant (figures III.4-5-6-7) :

- Niveau national (1 :1 000 000) ;
- Niveau parc national et la périphérie (1 :200 000) ;
- Niveau Station de recherche (1 :50 000 ou plus précis).

Figure III.4 : Organisation globale des répertoires du SIG Makokou

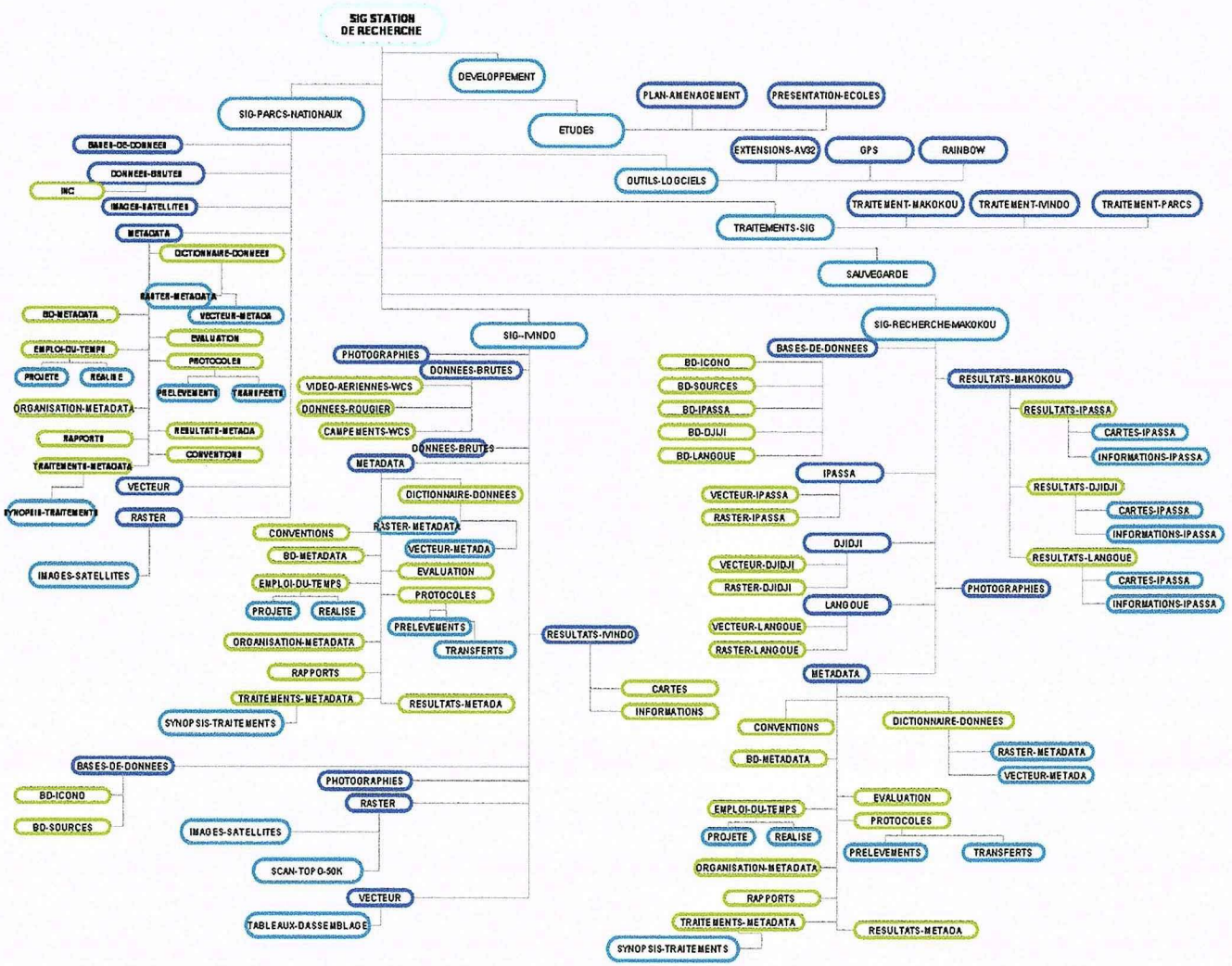


Figure III.5 : Organisation globale des répertoires du SIG Makokou
détail du répertoire SIG-PARCS-NATIONAUX

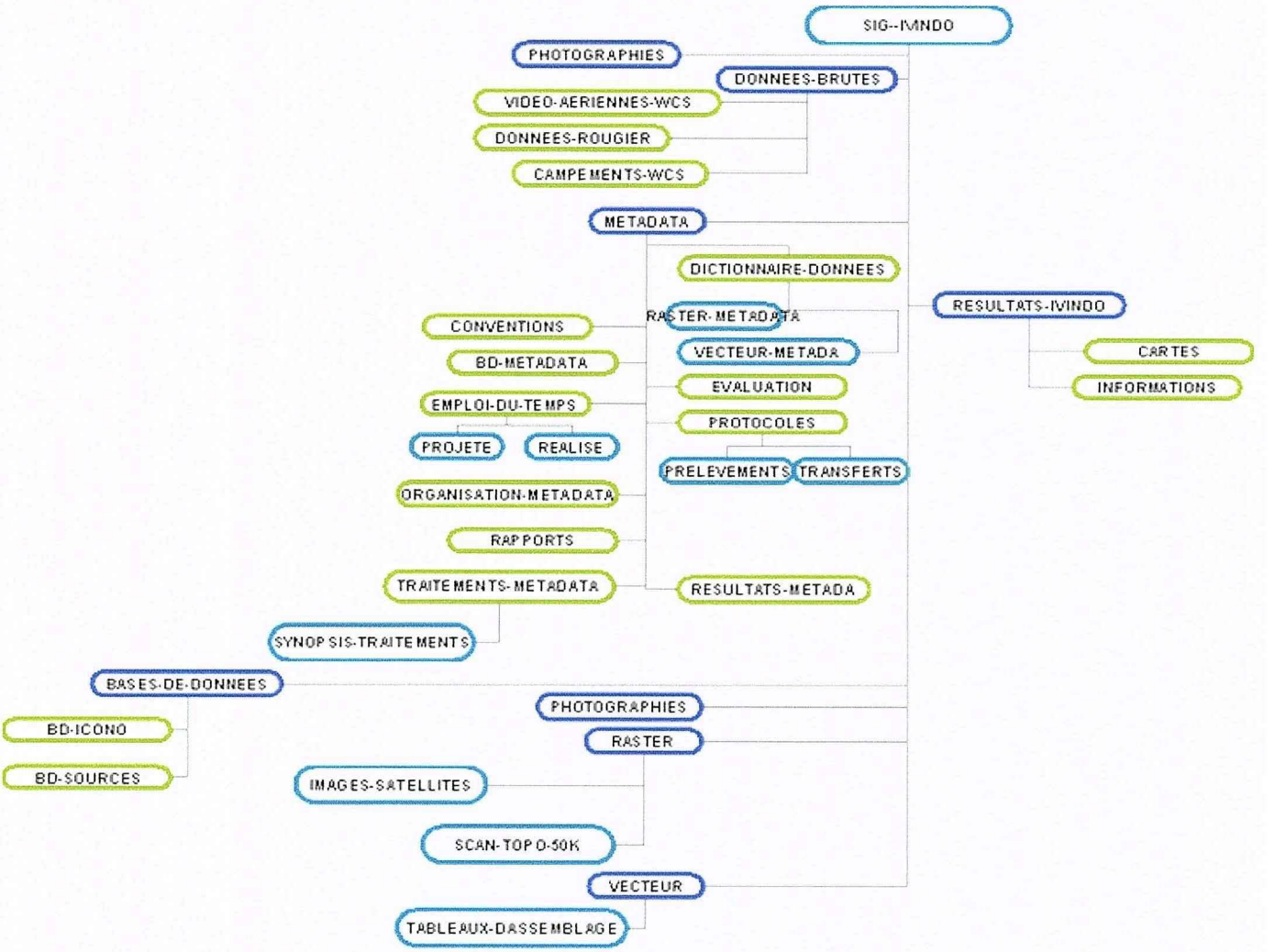


Figure III.6 : Organisation globale des répertoires du SIG Makokou détail du répertoire SIG-IVINDO

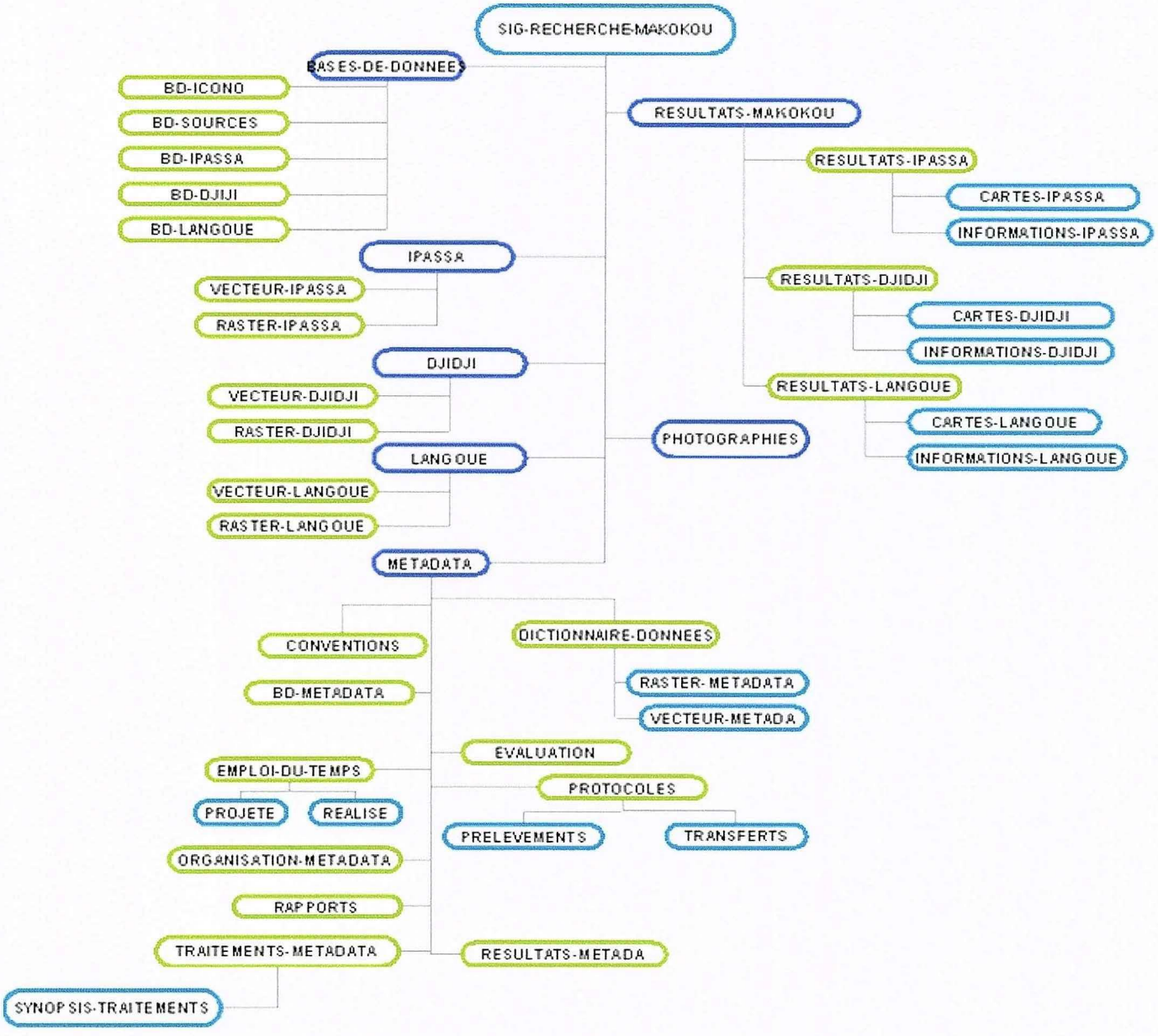


Figure III. 7 : Organisation globale des répertoires du SIG Makokou – Détail du répertoire SIG-RECHERCHE-MAKOKOU

Les système de coordonnées

Pour le bon fonctionnement du système d'information et du à la contrainte du logiciel SIG utilisé, il y aura deux systèmes de coordonnées utilisés pour les données :

- **Echelles 1 :200 000 et plus précis → Universal Transverse fuseau 33 Nord – Datum WGS84 ;**
- **Echelles 1 :1 000 000 → Longitude / Latitude en degrés décimaux –Datum WGS84.**

Le transfert d'un système de coordonnées à l'autre se réalise sans dégradation du positionnement.

6. Perspectives

Matériel nécessaire

Du matériel et des logiciels complémentaires seront nécessaires pour répondre à certains besoins ponctuels :

Tableau III.7 : Matériels et logiciels nécessaires pour les activités SIG

MATERIEL ou LOGICIEL	VOCATION
Tableau blanc + feutre à accrocher au mur	Prises de notes, schémas, discussions
Table supplémentaire dans le bureau de l'équipe SIG	Installation stable de l'imprimante Installation de la table à digitaliser Consultation de cartes papier en grand format (A2 ou A1)
Meuble à cartes vertical format A1/A0	Archivage des cartes en bibliothèque
Table à digitaliser type « ROLL UP table » Ce type de table est un matériel qui se roule, par contre, il faut prévoir un meuble pour accueillir ce matériel. Ce matériel est moins onéreux à l'importation qu'une table à digitaliser traditionnelle.	Digitalisation des cartes papier A2 ou A1
Traceur couleur A0 type HP 800 avec disque dur et carte réseau, prévoir les encres, rouleaux de papier	Impression des cartes et images satellites
Scanner A3	Scanner des documents
WINDESIGN ou AMCDESIGNER	Logiciel de modélisation conceptuelle de base de données relationnelles
Passage de ArcView 3 à ARCGIS 9.0 + Spatial Analyst	Logiciel SIG successeur de Arcview
Licence de base ERDAS	Traitement d'image
Mise à jour du logiciel Spatial Analyst 2 par Spatial Analyst pour ARCGIS 9.0	Logiciel SIG successeur de l'extension Spatial Analyst de Arcview
Appareil GPS en mode absolu type Garmin, Trimble ou Magellan	Localisation d'information relevée par l'équipe

Formation de l'équipe SIG

Pour répondre aux besoins futurs, l'équipe SIG doit être formée à :

- Conception de système d'information
- ARCGIS
- Utilisation et programmation du cybertraker
- Photo-interprétation/Photogrammétrie, niveau de base
- Développement informatique
- Système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR)

L'équipe SIG peut suivre une formation SIG délivrée par le Cirad en novembre et décembre sur la mise en place d'un système d'information et le SIG avec l'outils ArcGis, ceci pourrait être l'occasion pour réaliser un recadrage des activités.

Définition des règles d'accès aux données

Pour que le système d'information réponde aux besoins des utilisateurs, il est conseillé de définir rapidement les règles d'accès et de partage des données et informations. Les doivent rédigées par les responsables de la station de recherche. L'équipe SIG ne peut qu' accompagner la démarche.

Programme de travail

Un programme de travail est proposé pour la construction du système d'information géographique de la station de Makokou (Annexe 6). Ce programme de travail est conséquent. Il apparaît important de définir quels buts doivent être atteints à la fin du projet pour étoffer ponctuellement l'équipe SIG soit en terme de saisie des données, soit en terme de développement de base de données, soit en terme de mise en place du serveur Internet, soit en programmation. Il est déconseillé de réaliser les applications avec des stagiaires.

Appui complémentaire

Afin de conduire au mieux les activités jusquà la fin du projet, il est proposé de réaliser les missions suivantes :

- Octobre-Novembre poursuite de l'analyse des besoins, recadrage des activités

  Au programme, visite au parc de petit Loango pour rencontrer l'équipe SIG et voir leur état d'avancement, leur structuration des données, rencontre avec les chercheurs du WCS pour les problématiques de gestion et de recherche, rencontre des nouveaux chercheurs de la station de Makokou, définition des objectifs de la fin du projet

- Mission d'appui pour la définition des besoins pour un serveur web des données SIG dés que des données son structurées et disponibles au partage.

Les missions d'appui pourront être réalisées par d'autres personnes du Cirad en fonction des compétences nécessaires et des disponibilités.

7. Conclusion

La mission a été réalisée dans de bonnes conditions. Le système d'information en cours de construction est conséquent. Il doit impliquer à tout instant les utilisateurs pour répondre à leurs besoins. Le travail à réaliser est conséquent, les objectifs de la fin du projet doivent être définis car il reste peu de temps pour la réalisation.

La durée de la mission a été trop courte pour mener à termes toutes les activités (renommer les couches d'informations, rédaction du rapport de mission). L'analyse des besoins est une étape importante de la construction d'un système, la restitution sous forme d'un rapport demande un temps de recul pour une bonne formulation et est extrêmement chronophage.

L'expert remercie la collaboration et la disponibilité de toutes les personnes rencontrées pendant la mission.

BIBLIOGRAPHIE

BRUNCK F., GRISON F. & MAITRE H.-F., 1990.- *L'Okoumé. Monographie.* CTFT, Nogent-sur-Marne, France : 102 p.

CABALLE G., 1978.- Essai sur la géographie forestière du Gabon. *Adansonia*, sér. 2, 17 (4) : 425-440.

DE SAINT AUBIN G., 1963.- *La forêt du Gabon.* CTFT, Nogent-sur-Marne, France : 208 p., nbses. fig. h.-t.

DOUMENGE C., 1990.- Contribution à l'étude des structures de populations d'arbres des forêts d'Afrique centrale (Exemples du Gabon, Cameroun et Congo). *Th. Doctorat Univ. Montpellier, France* : XVII + 272 p.

FLORENCE J. & HLADIK A., 1980.- Catalogue des Phanérogames et des Ptéridophytes du Nord-Est du Gabon (sixième liste). *Adansonia*, sér. 2, 20 (2) : 235-253.

GILLARDIN J., 1959.- *Les essences forestières du Congo belge et du Ruanda-Urundi. Leurs dénominations indigènes, leur distribution et leur habitat.* Direction de l'Agriculture, des Forêts et de l'Elevage, Bruxelles.

GLORIOD G., 1974.- La forêt de l'Est du Gabon. *Bois For. Trop.*, 155 : 35-57.

HALLE N., 1964.- Première liste de Phanérogames et de Ptéridophytes des environs de Makokou, Kemboma et Bélinga. *Biologia Gabonica*, 1 : 41-46.

HALLE N., 1965.- Seconde liste de Phanérogames et Ptéridophytes du N.-E. Gabon (Makokou, Bélinga et Mékambo). *Biologia Gabonica*, 1 : 337-344.

HALLE N. & LE THOMAS A., 1967.- Troisième liste de Phanérogames du N.-E. Gabon. *Biologia Gabonica*, 3 (2) : 113-120.

HALLE N. & LE THOMAS A., 1970.- Quatrième liste de Phanérogames et Ptéridophytes du N.-E. du Gabon (bassin de l'Ivindo). *Biologia Gabonica*, 6 (2) : 131-138.

HLADIK A. & HALLE N., 1973.- Catalogue des Phanérogames du N.-E. du Gabon (cinquième liste). *Adansonia*, sér. 2, 13 (4) : 527-544.

LEBRUN J.-P. & STORK A.L., 1991-1997.- Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève, Suisse : Vol. I (249 p.), Vol. II (257 p.), Vol. III (341 p.), Vol. IV (712 p.).

LEBRUN J.-P. & STORK A.L., 2003.- *Tropical African flowering plants. Ecology and distribution. Vol. 1 – Annonaceae – Balanitaceae.* Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève, Suisse.

LETOUZEY R., 1985.- *Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1 : 500 000 (1985).* Institut de la Carte Internationale de la Végétation, Toulouse, France, 5 vol. : 240 p.

LIBEN L., 1970a.- Distributiones plantarum africanarum, 2. 47 – *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. léonard (1952). *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 40 : 296.

LIBEN L., 1970b.- Distributiones plantarum africanarum, 2. 48 - *Scorodophloeus zenkeri* Harms (1901). *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 40 : 297.

PALLA F., LOUPPE D. & DOUMENGE C., 2002.- *Azobé*. Fiche sylvicole, Projet FORAFRI. Cirad-Forêt & Cifor, Libreville, Gabon : 4 p.

PERROIS L. 1970. Chronique du Pays Kota (Gabon). Cah. ORSTOM, Sér. Sc. Hum., VII, 2: 15-119.

RAPONDA-WALKER A. & SILLANS R., 1961.- *Les plantes utiles du Gabon*. Ed. Paul Lechevalier, Paris. Nouvelle édition : Sépia, Fondation Raponda-Walker et CCF, Libreville (1995) : 614 p.

RIETKERK M., KETNER P. & DE WILDE J.J.F.E., 1995.- *Caesalpinioidae* and the study of forest refuges in Gabon: preliminary results. *Adansonia*, 1-2: 95-105.

VILLIERS J.-F;, 1996.- Les Légumineuses Mimosoïdées ombrophiles de basse altitude africaines et malgaches : biodiversité et répartition. *In* : Van der Maesen L.J.G. *et al.* (eds.), *The biodiversity of African plants*. Proc. XIV AETFAT Congress, 22-27 August 1994, Wageningen, The Netherlands. Kluwer Acad. Pub., The Netherlands : 121-130.

VIVIEN J. & FAURE J.-J., 1985.- *Arbres des forêts denses d'Afrique centrale*. Ministère des Relations Extérieures, Coopération et Développement et ACCT, Paris : VIII + 565 p.

WHITE L. & ABERNETHY K., 1996.- *Guide de la végétation de la Réserve de la Lopé, Gabon*. Adaptation française Fontaine B. & Rouvière A. Projet ECOFAC, Libreville, Gabon : 224 p.

WILKS C. & ISSEMBE Y., 2000.- Les arbres de la Guinée Equatoriale. Région continentale. Guide pratique d'identification. Projet CUREF, Bata, Guinée Equatoriale : VI + 546 p., X pl. photo h.-t.