



HAL
open science

L'approche paysagère pour des stratégies d'actions en vue d'optimiser la conservation et la restauration d'un écosystème menacé : exemple de la forêt sèche de Nouvelle-Calédonie

Benoît Grange

► **To cite this version:**

Benoît Grange. L'approche paysagère pour des stratégies d'actions en vue d'optimiser la conservation et la restauration d'un écosystème menacé : exemple de la forêt sèche de Nouvelle-Calédonie. Sciences agricoles. 2012. dumas-00745997

HAL Id: dumas-00745997

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00745997>

Submitted on 26 Oct 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Agrocampus Ouest - Centre d'Angers
Institut National d'Horticulture et du Paysage
2, rue André Le Nôtre
49045 Angers – FRANCE



Organisation mondiale
pour la protection de la nature
Parc Forestier Michel-Corbasson BP 692
98845 Nouméa - NOUVELLE-CALEDONIE

- MEMOIRE DE FIN D'ETUDES -

**Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des
Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage**

Année universitaire : 2011-2012
Spécialité/Option : Paysage/Ingénierie des territoires

**L'approche paysagère pour des stratégies d'actions
en vue d'optimiser la conservation et la restauration
d'un écosystème menacé :**

Exemple de la forêt sèche de Nouvelle-Calédonie

Par : *Benoît GRANGE*



Volet à renseigner par l'enseignant responsable de l'option/spécialisation* Bon pour dépôt (version définitive)

Date : .../.../... Signature :

Autorisation de diffusion : Oui Non

JURY

Présidence : *Sébastien CAILLAULT*

Maître de stage : *Anaïs ODDI*

Tutrice : *Nathalie CARCAUD*

Soutenu à Angers (visioconférence),
le 20/09/2012

« Les forêts précèdent les peuples, les déserts les suivent »

(François René de Chateaubriand)

Photographie page de garde : Bernard Suprin
Vue sur les creeks de la forêt sèche du Pic Jacob prise depuis son sommet

Résumé :

La fragmentation des milieux est sans doute la cause principale de perte de biodiversité dans le monde.

La forêt sèche de Nouvelle-Calédonie, dont la surface actuelle ne représente plus que 1 % de sa surface originelle, est particulièrement fragmentée et les lambeaux restants se retrouvent isolés à travers une matrice paysagère constituée d'espaces très majoritairement anthropisés. Ces derniers sont généralement défavorables : les flux d'espèces sont contraints et de nombreuses menaces (feux, squats, surpâturages, etc.) affectent les différents lambeaux. Impliquant différentes échelles spatiales allant du site au paysage, l'approche paysagère est la plus pertinente pour cette étude.

Dans un premier temps, la cartographie de 10 unités paysagères fonctionnelles (UPF) de forêts sèches en Nouvelle-Calédonie a été réalisée. Des traitements géomatiques opérés avec le logiciel ArcGIS ont permis de croiser divers critères. Ensuite, une méthodologie a été élaborée pour l'étude d'une UPF donnée. Celles-ci s'appuie sur 6 axes : la contextualisation de l'unité paysagère, la caractérisation de son écosystème forêt sèche, l'évaluation de ses massifs sources, la modélisation de la connectivité fonctionnelle entre ses massifs de forêts sèches par la mesure des « distances coûts » appliquée à la guildes avifaune, la localisation des espaces à restaurer et enfin, la détermination des sites aptes ou inaptes à la sécurisation des espèces précaires.

Cette méthodologie est appliquée à l'UPF1 (Grand Nouméa) dont la mutation rapide de ses paysages en fait une unité prioritaire. Elle a permis de proposer des recommandations pour la conservation des habitats et des espèces précaires qu'ils contiennent, pour la restauration d'espaces potentiellement végétalisables en espèces natives de FS et pour la lutte contre les espèces exotiques envahissantes.

Ces recommandations permettront d'orienter l'aménagement du territoire afin d'améliorer la viabilité et d'assurer la sécurisation de la biodiversité de cet écosystème.

Abstract:

Habitat fragmentation is certainly the main cause of biodiversity loss worldwide.

The dry forest of New Caledonia, whose current surface represents only 1% of its original surface, is highly fragmented and the remaining fragments are isolated through a landscape matrix principally made of anthropized areas. These are generally unfavorable: species flows are restrained and many threats (fire, squats, overgrazing, etc.) affect the different fragments. Involving different spatial scales from site to landscape, the landscape approach is the most relevant for this study.

In a first step, the cartography of 10 functional landscape units (UPF) of dry forests in New Caledonia was established. Geomatic treatments operated with ArcGIS software, allowed to cross various criteria. Then, a methodology has been developed to study each UPF. It's based on six axis: the contextualization of the landscape unit, the characterization of its dry forest ecosystem, the evaluation of the source forests, the establishment of a model of functional connectivity by measuring the cost surface applied to birds, the localization of spaces for restoration and finally, the determination of apt or inapt sites to secure rare species.

This methodology has been applied to the UPF1 (Grand Nouméa) where the rapid mutation of its landscapes makes it a priority. It has allowed to propose recommendations for the conservation of habitats and for the rare species they contain, the restoration of potential areas with native species of dry forest and the fight against invasive species.

These recommendations will guide the land settlement to improve the sustainability of this ecosystem and ensure the security of its biodiversity.

REMERCIEMENTS

La rédaction de ce mémoire, et d'une manière plus générale, le déroulement de ce stage de 6 mois, n'aurait pas pu être possible sans l'aide et le soutien de nombreuses personnes. Je tenais ainsi à remercier tout particulièrement :

- Anaïs ODDI, coordinatrice écorégionale « Forêts » au sein de WWF et maitre de stage, pour son encadrement, son aide efficace et pour ses nombreux conseils, en particulier pour la rédaction de ce mémoire.
- Nathalie CARCAUD, enseignante-chercheuse au sein d'Agrocampus Ouest – Centre d'Angers, pour son rôle de tutrice, ses conseils et pour ses encouragements.
- Hubert GERAUX, responsable du bureau WWF en Nouvelle-Calédonie, pour m'avoir accueilli pendant ces six mois de stage et surtout pour son aide précieuse et ses réponses à mes interrogations malgré un emploi du temps très chargé !
- Danielle SAINTPIERRE, directrice du Programme de Conservation de la Forêt Sèche et Stéphane HENOCQUE, son assistant, pour m'avoir fait part de leurs connaissances et recommandations.
- Damien BUISSON, chef du service géomatique de la DTSI, pour son accueil et son aide précieuse pour la manipulation du système d'information géographique (ArcGIS) et des données associées.
- L'ensemble des personnes m'ayant accordé de leur temps pour des entretiens et de précieux conseils : Jean Christophe LEFEUVRE (Conservation Internationale), Mr et Mme LETOCARD (botanistes amateurs), Bernard SUPRIN (ex-botaniste ORSTOM), Caroline GROSEIL (DENV), Hélène CAZE, les chercheurs de l'IRD, le personnel de la SCO, le personnel communal de Nouméa, de Païta et de Dumbéa.
- L'ensemble des personnes présentes, partenaires ou non du PCFS, lors de la restitution de mon étude au Parc Zoologique et Forestier Michel-Corbasson le 31 août 2012.
- Je tenais à remercier tout particulièrement le Professeur Allan GRANT pour l'ensemble de ses conseils scientifiques avisés et pour m'avoir fait bénéficier de ses connaissances.
- Enfin, et c'est le plus important, je remercie ma famille et mes amis qui m'ont toujours soutenu tout au long de ma formation et de mon stage ainsi que l'ensemble des étudiants Erasmus et des stagiaires de la Résidence Universitaire Internationale de Nouville pour leur bonne humeur et les bons moments passés en leur compagnie !

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	I
TABLE DES MATIERES	II
LISTE DES ABBREVIATIONS	I
GLOSSAIRE	II
LISTE DES ANNEXES.....	IV
LISTE DES FIGURES	V
LISTE DES TABLEAUX	V
INTRODUCTION.....	1
PARTIE 1 : CONTEXTE DE L'ETUDE.....	2
I. <i>La Nouvelle-Calédonie, un « caillou vert » dans l'océan Pacifique</i>	2
1. Une géographie et une histoire géologique particulières.....	2
2. Une biodiversité exceptionnelle mais menacée.....	2
II. <i>L'écosystème forêt sèche</i>	2
1. Une forêt fortement dégradée dans le monde entier	2
2. Sa préservation et la création du Programme de Conservation de la FS.....	3
III. <i>L'écologie du paysage et la restauration écologique</i>	3
1. La notion de paysage.....	3
2. La notion d'écologie du paysage.....	4
3. La restauration écologique	6
PARTIE 2 : DELIMITATION DES UNITES PAYSAGERES FONCTIONNELLES EN NOUVELLE- CALEDONIE.....	7
I. <i>La définition des Unités Paysagères Fonctionnelles (UPF) de FS</i>	7
1. Qu'est-ce qu'une UPF ?	7
2. Cartographier les unités paysagères	7
3. Choix des critères de délimitation et méthodologie appliquée	8
II. <i>La représentation cartographique et la description des UPF</i>	9
1. Caractérisation des UPF.....	9
2. Répartition foncière dans les UPF	10
3. Conclusion.....	11
PARTIE 3 : METHODOLOGIE DE L'APPROCHE PAYSAGERE POUR L'ETUDE D'UNE UPF ET L'ECOSYSTEME FORET SECHE.....	13
I. <i>Méthodes de caractérisation de la FS dans les UPF</i>	13
1. Création d'une base de données EXCEL pour l'étude des FS d'une UPF	13
2. Evaluation de la trame forestière et détermination des principales zones sources ..	17
II. <i>Etude de la connectivité comme outil de la restauration paysagère</i>	18
1. Estimation de la connectivité fonctionnelle entre les massifs de FS	18
2. Localisation des espaces à restaurer : reconnecter et améliorer les FS	19
III. <i>Optimisation de la sécurisation des espèces au statut précaire</i>	20
PARTIE 4 : ETUDE DES FORETS SECHES DE L'UNITE PAYSAGERE FONCTIONNELLE DU GRAND- NOUMEA (UPF1)	21

I.	<i>Contexte paysager de l'UPF 1</i>	21
1.	Relief et hydrographie.....	21
2.	Infrastructure urbaine et végétation.....	21
3.	Dynamique de la démographie et de l'urbanisation.....	23
4.	L'écosystème forêt sèche de l'UPF1.....	24
5.	Menaces pesant sur l'écosystème forêt sèche de l'UPF1.....	26
6.	Zones sources potentielles et continuum forestier.....	30
II.	<i>Estimation des relations écologiques entre les massifs</i>	30
III.	<i>La sécurisation des espèces au statut précaire</i>	31
	PARTIE 5 : RECOMMANDATIONS STRATEGIQUES	32
I.	<i>La sécurisation des habitats</i>	32
1.	Réglementations et protection de la forêt sèche en province Sud.....	32
2.	Propositions de priorisation des forêts sèches à préserver dans l'UPF1.....	33
II.	<i>La sécurisation des espèces précaires</i>	34
1.	L'intensification des efforts de prospection et la mise en place d'un système d'inventaire participatif en Nouvelle-Calédonie.....	34
2.	La préservation de la qualité des forêts sèches dans l'UPF1.....	34
3.	La conservation <i>ex-situ</i> pour préserver le matériel génétique.....	35
4.	La conservation <i>ex-situ</i> appliquée à l'UPF1.....	36
III.	<i>Recommandations pour la restauration sur l'UPF1</i>	37
1.	A l'échelle du paysage : espaces végétalisables et reconnectants.....	38
2.	A l'échelle du site : des surfaces bénéfiques à la qualité d'une forêt.....	40
3.	Synthèse : propositions d'espaces prioritaires à restaurer dans l'UPF1.....	41
IV.	<i>Recommandations pour la lutte contre les EEE</i>	42
1.	Communication et sensibilisation.....	42
2.	Prévention et limitation des nœuds de propagation.....	43
3.	Détection précoce des nouveaux foyers et réaction rapide.....	43
4.	Gestion des espèces exotiques établies.....	43
	DISCUSSION	44
I.	<i>Limites de l'étude et proposition d'amélioration de la méthodologie</i>	44
II.	<i>Vers une mutualisation des données existantes</i>	45
III.	<i>Dans la continuité de ce travail</i>	46
	CONCLUSION	47
	BIBLIOGRAPHIE	48
	SITOGRAFIE	50

LISTE DES ABBREVIATIONS

CEN : Conservatoire des Espaces Naturels de Nouvelle-Calédonie

CI : Conservation International

DENV : Direction de l'Environnement de la province Sud

DIMENC : Direction de l'Industrie des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie

DITTT : Direction des Infrastructures, de la Topographie et des Transports Terrestres

DTSI : Direction des Technologies et Sciences de l'Information de Nouvelle-Calédonie

EEE : Espèce exotique envahissante

EP : Espèce précaire

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

FS : Forêt Sèche

GEE : Groupe Espèces Envahissantes

IAC : Institut Agronomique Néo-Calédonien

INC : Incendie et Biodiversité des Ecosystèmes de Nouvelle-Calédonie

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

ISEE : Institut de la Statistique et des Etudes Economiques de Nouvelle-Calédonie

LIFE + : Instrument Financier pour l'Environnement en Europe

MA : Million d'années

NC : Nouvelle-Calédonie

PCFS : Programme de Conservation des Forêts sèches de Nouvelle-Calédonie

PN : Province Nord

PNR : Parc Naturel régional

PS : Province Sud

PUD : Plan d'Urbanisme Directeur

PZF : Parc Zoologique et Forestier Michel Corbasson (Nouméa)

SCO : Société Calédonienne d'Ornithologie

SER : Society for Ecological Restoration International

SIG : Système d'Information Géographique

SMAI : Service des Méthodes Administratives et Informatiques de Nouvelle-Calédonie

UICN : Union Internationale pour la conservation de la nature

UNESCO : Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture

UP : Unité paysagère

UPF : Unité paysagère fonctionnelle

WWF : World Wildlife Fund - Organisation Mondiale pour la Protection de la Nature

ZAC : Zone d'aménagement concertée

GLOSSAIRE

Biodiversité : Diversité des organismes vivants qui s'apprécie en considérant : la diversité des espèces, des gènes de chaque espèce et l'organisation et la répartition des écosystèmes.

Connectivité : Paramètre fonctionnel du paysage relatif à la disposition et au nombre de liaison qui existent entre les taches noyées dans une matrice.

Connectivité biologique « ou fonctionnelle » : Possibilités de mouvement des organismes entre les taches de la mosaïque paysagère. Elle est fonction de la connectivité structurale.

Connectivité structurale : Mesure cartographique de l'arrangement spatial des éléments du paysage qui prend en compte la contiguïté entre éléments de même nature.

Corridor écologique : Voie de déplacement plus ou moins large, continue ou non, empruntée par la faune et la flore pour relier des réservoirs de biodiversité. Ces liaisons fonctionnelles entre écosystèmes permettent la dispersion et la migration des espèces.

Dépendances vertes : Bandes herbacées et arbustives situées de part et d'autre d'une route.

Distance euclidienne : Distance à vol d'oiseau mesurée par un mètre entre deux points.

Diversité spécifique : Diversité des espèces dans un territoire donné.

Écologie du Paysage : Discipline qui étudie, à un niveau d'organisation large, comment la structure et la dynamique des paysages hétérogènes influent sur les phénomènes écologiques.

Ecorégion : Grande unité écologique terrestre ou aquatique présentant un ensemble de communautés qui partage une grande majorité d'espèces, de dynamiques et de conditions environnementales.

Écosystème : Ensemble des êtres vivants d'un même milieu (biocénose) et des éléments non vivants, climat, sol, etc. (biotope) qui leur sont liés de manière vitale.

Effet lisière : Influence de la modification des conditions écologiques et biologiques liée à la transition entre deux milieux.

Élément paysager : Structure la plus élémentaire du paysage, cet élément de paysage isolé peut être naturel ou culturel. Par leur redondance ou leur organisation dans l'espace, les éléments paysagers participent à l'identité du paysage.

Espèce endémique : Espèce dont la présence à l'état naturel est limitée à une région.

Espèce exotique : Espèce introduite hors de leur aire de répartition originelle.

Espèce indigène : Espèce naturellement originaire d'un environnement ou d'une région.

Espèce exotique envahissante : Espèce qui devient un agent de perturbation nuisible à la biodiversité autochtone des écosystèmes naturels.

Espèce microendémique : Espèce dont la présence naturelle est limitée à un seul lieu.

Forêt sèche : En Nouvelle-Calédonie, la forêt sclérophylle est une formation forestière qui se développe sur la côte ouest dans un climat sec (à moins de 1 100 mm de pluie par an) et à des altitudes inférieures à 350 m et généralement sur des roches sédimentaires. Elle est une des formations végétales la plus menacée de disparition en Nouvelle-Calédonie.

Fragmentation : Paramètre structurel du paysage issu du phénomène artificiel de morcellement de l'espace qui empêche un individu de se déplacer comme il le pourrait en l'absence de facteur de fragmentation. Il s'agit d'un processus dynamique de réduction et de séparation de la superficie d'un habitat.

Géomatique : Ensemble des outils informatiques et des méthodes permettant de représenter, d'analyser et d'intégrer des données géographiques.

Groupement d'intérêt public : Personne morale de droit public dotée d'une structure de fonctionnement légère et de règles de gestion souples.

Hétérophylle : Polymorphisme foliaire, qui pour des espèces de forêt sèche évolue dans le temps.

Hotspot ou « point chaud de biodiversité » : Zone géographique représentative de la biodiversité présentant au moins 1500 espèces de plantes endémiques et ayant perdu au moins 70 % de sa végétation primaire.

Indice de cœur : Indice de forme relatant la surface d'une tâche sans la surface de lisière.

Indice de compaction : Indice de forme d'une tâche égal au ratio « périmètre/surface ».

Kanak : Populations autochtones de Nouvelle-Calédonie.

Massif forestier : Ensemble de plusieurs îlots ou « patchs » de forêt, suffisamment proches pour être considérés comme appartenant à un même massif.

Mesure compensatoire : Opération compensant les effets négatifs des impacts sur l'environnement d'un projet ne pouvant être supprimés ou atténués.

Occupation du sol : Couverture biophysique de la surface des terres émergées.

Périurbanisation : Urbanisation des périphéries urbaines.

Plan d'urbanisme directeur (PUD) : Document d'urbanisme des communes en Nouvelle Calédonie. Il traduit les objectifs de développement (environnement, habitat, transport, etc.).

Polygone : Représentation vectorielle présentant un élément (ArcGIS).

Projet SIG : Outil de réponse à une problématique de gestion du territoire ou d'étude de phénomènes géographiques à l'aide d'un logiciel de traitement d'informations géographiques.

Raster : Division régulière de l'espace sous forme de cellules appelées pixels (ArcGIS).

Résilience écologique : Capacité d'une espèce, d'une population ou d'un écosystème à retrouver un fonctionnement et un développement normaux après une perturbation importante.

Richesse floristique : Nombre d'espèces différentes dans un territoire donné. Elle traduit la répartition de la biodiversité dans le paysage.

Rurbanisation : Développement de villages ruraux proches de villes dont ils constituent des banlieues. Elle se traduit par la construction d'habitats individuels consommateurs d'espace.

Structure paysagère : Système formé par des objets, les éléments matériels du territoire, et les interrelations, matérielles ou immatérielles, qui les lient.

Substrat ultramafique : Support de roches magmatiques très pauvres en silice (< 45 %) et contenant plus de 90 % de minéraux riches en fer et magnésium. Il s'agit principalement de péridotites ou de roches issues de l'altération de la péridotite, comme la serpentinite.

Tâche ou patch : Unité écologique fonctionnelle, plus ou moins stable ou isolée, pour une certaine échelle temporelle et écopaysagère.

Taux de recouvrement : Surface exprimée en pourcentage d'une surface couverte par une population donnée.

Unité paysagère : Enveloppe systémique caractérisée par la somme des structures paysagères qui la composent et de leurs relations et par son caractère unique (contexte, caractéristiques et problématiques).

Urbanisation : Phénomène démographique se traduisant par une tendance à la concentration de la population dans les villes.

Vecteur : Représentation géométrique sous forme de point, de ligne ou de polygone (ArcGIS).

Zone cœur ou nodale : Partie riche d'un massif forestier où l'effet lisière ne se fait pas sentir.

Zone source : Structure ponctuelle refuge d'intérêts écologiques et biologiques confirmés pour le maintien de la biodiversité sur le paysage. Elle rassemble des milieux de grands intérêts. Elle est un réservoir à partir de laquelle des individus d'espèces se dispersent.

Zone tampon : Zone s'interposant entre un milieu anthropisé et une ressource naturelle pour limiter les effets néfastes du contact (pollution, nuisances, etc.).

Zones puits : Structure ponctuelle aux qualités écologiques modestes dont la biodiversité est déficitaire. Le milieu épuisable attire potentiellement les espèces.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : CARTE DE LOCALISATION DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE.....	1
ANNEXE II : FORETS ET TERRES BOISEES TROPICALES SECHES DANS LE MONDE	2
ANNEXE III : PREMIERE CARTE SITUANT LES SITES DES FORETS SECHES PRIORITAIRES DU PROGRAMME FORET SECHE	3
ANNEXE IV : PARTENAIRES DU PROGRAMME DE CONSERVATION DE LA FORET SECHE ET PRINCIPAUX OBJECTIFS	4
ANNEXE V : IMPACT DE L'EFFET LISIERE SUR LA REPARTITION DES ESPECES	5
ANNEXE VI : TRAJECTOIRE ECOLOGIQUE DE LA RESTAURATION, DE LA REHABILITATION ET DE LA REALLOCATION D'UN ECOSYSTEME.....	6
ANNEXE VII : LES 3 AGREGATS MAJEURS DE FORETS SECHES	7
ANNEXE VIII : ANALYSE CRITIQUE DU PREMIER « TRAVAIL DE DELIMITATION DES UNITES PAYSAGERES »	8
ANNEXE X : EXTRAIT DU GEOTRAITEMENT EFFECTUE A PARTIR DE « MODEL BUILDER » DANS ARCGIS 10 : DELIMITATION DE LA ZONE D'EXPANSION POTENTIELLE DE FS	9
ANNEXE IX : DISTANCE EUCLIDIENNE EN METRES ENTRE LES PATCHS DE FORET SECHE.....	10
ANNEXE XI : PROTOCOLE I-RANK POUR L'EVALUATION DES ESPECES VEGETALES EXOTIQUES ENVAHISSANTES	11
ANNEXE XII : ILLUSTRATIONS DE QUELQUES MENACES CONCERNANT LA FORET SECHE	12
ANNEXE XIII : EVALUATION DES CARACTERISTIQUES D'UN PATCH DE FS DANS LA BASE DE DONNEES EXCEL.....	13
ANNEXE XIV : CHOIX ET PONDERATION DES CARACTERISTIQUES POUR LA DETERMINATION DES ZONES SOURCES D'UNE UPF	14
ANNEXE XV : METHODOLOGIE POUR LA MESURE DE LA CONNECTIVITE FONCTIONNELLE	15
ANNEXE XVI : CHOIX ET PONDERATION DES CARACTERISTIQUES POUR L'EVALUATION DES SITES « APTES » OU « INAPTES » A LA SECURISATION DES ESPECES PRECAIRES DANS UNE UPF	16
ANNEXE XVII : CARTE DE LOCALISATION DE L'UPF 1 ET DE SES FORETS SECHES.....	17
ANNEXE XVIII : RELIEF ET HYDROGRAPHIE DE L'UPF1	18
ANNEXE XIX : CARTE DE L'OCCUPATION DES SOLS DE L'UPF1 EN 2008	19
ANNEXE XX : PLAN D'URBANISME DIRECTEUR (PUD) DE NOUMEA	20
ANNEXE XXI : EVOLUTION DE L'URBANISATION DE NOUMEA	21
ANNEXE XXII : VUES AERIENNES DES PROJETS DE LA ZAC DE DUMBEA SUR MER ET DU LOTISSEMENT DES TROIS VALLEE.....	22
ANNEXE XXIII : EXTRAIT DE LA BASE DE DONNEES EXCEL DES FS CREEE	23
ANNEXE XXIV : SURFACE (EN HA) DES MASSIFS DE FORET SECHE DE L'UPF 1	24
ANNEXE XXV : DISTANCE EUCLIDIENNE ENTRE LES MASSIFS DE FS DE L'UPF1	25
ANNEXE XXVI : ETATS DES FORETS SECHES DE L'UPF 1	26
ANNEXE XXVII : CARTOGRAPHIE DU FONCIER DE L'UPF 1.....	27
ANNEXE XXVIII : LISTE DES ESPECES PRECAIRES DE FORET SECHE SUR L'UPF 1	28
ANNEXE XXIX : REPARTITION DES ESPECES PRECAIRES DE FORET SECHE SUR L'UPF 1.....	29
ANNEXE XXX : LISTE ET LOCALISATION DES 28 ESPECES EXTREMEMENT DANGEREUSES (I-RANK >30) DANS L'UPF 1 POUR L'ENSEMBLE DES ECOSYSTEMES	30
ANNEXE XXXI : EVALUATION DES CARACTERISTIQUES DE LA VALEUR ECOLOGIQUE DES SITES SOURCES/PUITS.....	31
ANNEXE XXXII : CARTE DE RESISTANCE DES MILIEUX DE L'UPF1 A LA DISPERSION DE L'AVIFAUNE	32
ANNEXE XXXIII : EVALUATION DES SITES « APTES » OU « INAPTES » A LA SECURISATION DES ESPECES PRECAIRES	33
ANNEXE XXXIV : LISTE DES PERSONNES RENCONTREES ET CONTACTEES	34
ANNEXE XXXV : EXEMPLE DE FICHE ACTION DEVELOPEE DANS LA "CHARTRE DE L'ARBRE" DE LA VILLE DE NANTES (FRANCE).....	35
ANNEXE XXXVI : EXEMPLES DE CHARTES DE BONNE CONDUITE A DESTINATION DES PEPINIERISTES	36

LISTE DES FIGURES

FIG. 1 : LES STRATES DU PAYSAGE ET DISCIPLINES ASSOCIEES	4
FIG. 2 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES DIVERSES ECHELLES	4
FIG. 3 : SCHEMA FONCTIONNEL DES TROIS ELEMENTS DU PAYSAGE.....	5
FIG. 4 : PERTE D'HABITATS ET FRAGMENTATION DANS UN PAYSAGE.....	5
FIG. 5 : FRAGMENTATION ET CONNECTIVITE EN BIOGEOGRAPHIE « INSULAIRE ».....	5
FIG. 6 : DETERMINATION DE L'AIRE ACTUELLE D'EXPANSION POTENTIELLE DE LA FS	9
FIG. 7 : REPARTITION DU FONCIER OCCUPE PAR LES MASSIFS DE FS DANS LES DIFFERENTES UPF	11
FIG. 8 : CARTOGRAPHIE DES UPF EN NOUVELLE-CALEDONIE	12
FIG. 9 : L'INFLUENCE DE LA FORME D'UN MASSIF SUR LA SURFACE DE LA ZONE NODALE	14
FIG. 10 : ALGORITHME POUR LE CALCUL DU COUT DE PASSAGE ENTRE DEUX CELLULES	19
FIG. 11 : TECHNIQUE DE « DILATATION-EROSION »	20
FIG. 12 : REPARTITION DES TYPES D'OCCUPATION DES SOLS DE L'UPF1 EN 2008.....	21
FIG. 13 : POPULATION DU GRAND NOUMEA DE 1956 A 2009 ET EVOLUTION POSSIBLE JUSQU'EN 2060	23
FIG. 14 : <i>PHYLLANTHUS CONJUGATUS</i> VAR. <i>DUKOSENSIS</i> : POPULATION, INDIVIDUS ET DECHETS	25
FIG. 15 : FS DE MAGENTA ET MITAGE AU « PIC AUX CHEVRES ».....	27
FIG. 16 : CONSTRUCTIONS A PROXIMITE DIRECTE DE LA FS (PIC AUX CHEVRES) ; FS DIVISEE EN DEUX POUR LE TRACE D'UNE VOIRIE (TROIS VALLEES) ; CANAL D'EVACUATION DES EAUX DE PLUIES (TROIS VALLEES)	27
FIG. 17 : CARTE DES MENACES RECENSEES POUR L'UPF1.....	28
FIG. 18 : CARTE DES ZONES SOURCES IN SITU ET EX SITU DE L'UPF1	28
FIG. 19 : ESTIMATION DE LA CONNECTIVITE FONCTIONNELLE DE L'UPF 1.	29
FIG. 20 : CONNEXIONS POTENTIELLES A TRAVERS LA TRAME FORESTIERE DE L'UPF1	29
FIG. 21 : ESPACES REVEGETALISABLES A NOUMEA ET A DUMBEA CENTRE	31
FIG. 22 : ESPACES RESTAURABLES LE LONG DE LA SAVEXPRESS : AU NIVEAU DE DUMBEA ET ZI DE PAÏTA (ZIZA)	38
FIG. 23 : SCHEMA FONCTIONNEL DES POTENTIALITES DE RECONNEXION GRACE A LA PERIURBANISATION	40
FIG. 24 : ILLUSTRATION DE LA RESTAURATION DES CONTINUITES ENTRE LES PATCHS D'UN MEME MASSIF ET UN MASSIF VOISIN	41
FIG. 25 : LE PIC JACOB, MASSIF TENTACULAIRE A RESTAURER	41
FIG. 26 : PROPOSITIONS D'ESPACES PRIORITAIRES A RESTAURER DANS L'UPF1	42

LISTE DES TABLEAUX

TAB. 1 : PROPRIETES GEOMETRIQUES, OCCUPATION DE LA FS ET PROCESSUS DE DELIMITATION DES UPF	10
TAB. 2 : TYPOLOGIES DES FS ADOPTES POUR L'ETUDE A L'ECHELLE PAYSAGERE	14
TAB. 3 : COEFFICIENTS DE FRICTION DES MILIEUX TRAVERSES PAR L'AVIFAUNE	19
TAB. 4 : CONTEXTUALISATION SPATIOTEMPORELLE DE L'UPF 1	24
TAB. 5 : REPARTITION ET QUANTIFICATION DES MILIEUX DE FS POTENTIELLEMENT SOURCES DANS L'UPF1.....	30
TAB. 6 : ESPACES POTENTIELLEMENT RESTAURABLES A NOUMEA.....	31
TAB. 7 : STRATEGIES CONTEXTUALISEES POUR LA GESTION DES FS DE L'UPF 1.	32
TAB. 8 : LISTES DES MASSIFS INAPTES A LA SECURISATION DES EP QU'ILS CONTIENNENT	36
TAB. 9 : LISTES DES MASSIFS APTES A LA SECURISATION DES EP QU'ILS CONTIENNENT	37
TAB. 10 : AUTRES ESPACES POUVANT ASSURER LA SECURISATION DES EP.	37

INTRODUCTION

« Les forêts les plus menacées dans le monde ne sont pas comme on le répète tout le temps les grandes forêts tropicales humides ; ce triste privilège appartient à la forêt sèche »

M. Janzen (botaniste américain)

La fragmentation et la perte des habitats sont reconnues comme les menaces majeures pour la biodiversité à l'échelle globale (Opdam *et al.*, 1993 ; Harrison et Bruna, 1999 ; Fahrig 2003). Ce phénomène réduit la taille des patchs, les isole davantage et les rend plus ou moins hostiles à la matrice qui les entoure. La dispersion, déterminée par les connexions entre ces patchs, joue un rôle primaire dans la viabilité et la durabilité des populations en contrant les effets de consanguinité, en induisant la recolonisation des populations puits, etc. (Hanski et Gilpin, 1997 ; Harrison et Bruna, 1999 ; Clobert *et al.*, 2001). Maintenir la connectivité existante et limiter la fragmentation des habitats sont donc nécessaires pour les processus à l'échelle du paysage tels que les flux de gènes, la dispersion ou encore la diversité des comportements naturels. (Crooks et Sanjayan, 2006).

Riche d'une diversité biologique exceptionnelle, la Nouvelle-Calédonie a été inscrite sur la liste de 34 points chauds de la biodiversité (Myers, 1998 ; Myers *et al.*, 2000 ; Lowry *et al.*, 2004). Parmi les 238 écorégions définies dans le monde et considérées comme écologiquement exceptionnelles et uniques, la forêt sèche (FS) de Nouvelle-Calédonie apparaît comme l'une des plus menacées. En effet, soumise à de fortes pressions anthropiques (urbanisation, introduction d'espèces exotiques, feux, etc.), elle ne recouvrirait actuellement plus que 1 % de son aire originelle, soit environ 45 km² (Papineau, 2004). Elle est constituée de lambeaux d'une taille maximale de 400 hectares, chacun très espacé et réparti de manière hétérogène le long de la côte ouest de l'île. La fragmentation générale de la FS induit une connectivité écologique relativement faible et donc de faibles échanges biologiques pourtant essentiels à la conservation durable de la biodiversité et à la viabilité de l'écosystème. Plus qu'ailleurs, cette préoccupation est ici incontournable et cet écosystème doit être étudié au-delà des frontières des éléments qui le composent. L'étude à l'échelle du paysage revêt alors toute son importance.

C'est au cours du séminaire sur « *la restauration écologique et le changement d'échelles* » organisé en Nouvelle-Calédonie en 2004 par le WWF, qu'il a été choisi d'aborder la FS dans son contexte paysager (Géraux, 2004). La conservation et les mesures de restauration ne peuvent être efficaces durablement qu'en abordant cet aspect, c'est-à-dire, en opérant un changement d'échelle permettant d'inclure ces FS dans un contexte d'interrelations entre elles et avec les écosystèmes environnants. Par nécessité d'intégrer les contraintes économiques, les dynamiques urbaines et écologiques conditionnant le succès de la conservation et de la restauration, cette échelle est donc la plus appropriée. De plus, la dimension paysagère est incontournable pour externaliser les attentes des acteurs (gestionnaires, aménageurs, restaurateurs) et leur permettre de communiquer en intégrant la FS dans les plans d'aménagements ou de préservation de la nature.

L'enjeu général est donc de maintenir la fonctionnalité de l'écosystème FS de manière à ce que les espèces et les habitats caractéristiques soient préservés et viables à long terme.

L'objectif de cette étude est de proposer des recommandations d'action pour la gestion et l'optimisation du programme de conservation et de restauration de l'écosystème FS.

Un premier chapitre présentera le contexte de l'étude (écosystème et concepts écologiques de conservation et de restauration paysagère) et permettra de mieux comprendre les intérêts de sa préservation. Dans une seconde et troisième parties, la définition et la cartographie des « Unités Paysagères Fonctionnelles (ou Opérationnelles) » (ou UPF) et la méthodologie employée pour l'étude de la FS au sein de ces unités permettent d'introduire et de détailler ce qu'est « l'approche paysagère générale pour la conservation de l'écosystème FS ». Dans une quatrième partie, cette méthodologie sera appliquée à l'une des UPF établies : celle du Grand Nouméa. Une analyse précise de son contexte paysager et de sa dynamique ainsi que les résultats relatifs à l'état actuel de ses massifs de FS seront détaillés. Cette analyse conduira enfin aux recommandations pour la stratégie de restauration et de conservation de la FS du Grand Nouméa.

PARTIE 1 : CONTEXTE DE L'ETUDE

I. La Nouvelle-Calédonie, un « caillou vert » dans l'océan Pacifique

1. Une géographie et une histoire géologique particulières

A 1 500 km à l'est de l'Australie, la Nouvelle-Calédonie est un archipel couvrant environ 18 500 km² (Annexe I). L'île principale (environ 16 400 km²), appelée Grande Terre, forme une bande allongée de 400 km sur une largeur maximale de 64 km autour de laquelle le lagon, inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO, est l'un des plus grands au monde.

La Grande Terre est divisée par une chaîne montagneuse dans son axe Nord-Sud dont le point culminant atteint 1 629 m (Mont Panié). La Nouvelle-Calédonie est un morceau d'origine non volcanique, comme la plupart des îles du Pacifique Sud, détaché du supercontinent Gondwana au cours du Crétacé (~ 70 MA). Sa formation s'est faite par une série de plissements de la plaque océanique entre 53 et 26 MA au niveau de la zone de subduction à l'Est de la future Nouvelle-Calédonie (Cluzel *et al.*, 1999). Lors du dernier plissement (pendant l'éocène), l'obduction du manteau océanique, principalement composé de péridotites riches en divers métaux (nickel, cobalt, manganèse, chrome, fer) (Van de Beuque, 1999 ; Pelletier, 2007), au-dessus des autres terrains, explique la composition des reliefs. L'érosion de la couche sédimentaire laisse apparaître aujourd'hui des feuilletés de roches ultramafiques sur un tiers de l'île (Jaffré, 1993). Ces particularités édaphiques uniques au monde font de la Nouvelle-Calédonie le 3^{ème} producteur mondial de nickel (Mazzeo, 2004).

2. Une biodiversité exceptionnelle mais menacée

Cette évolution géologique est à l'origine d'une grande variété de milieux elle-même à l'origine d'une **incroyable biodiversité**. Depuis la phase d'obduction, cette terre émergée est demeurée isolée de tout continent. Sa faune et sa flore extraordinaires résultent donc de la radiation, depuis cette période, d'espèces provenant principalement d'Australie, de Mélanésie et de Nouvelle-Zélande (Smith *et al.*, 2007, Muriene *et al.*, 2005). La forte concentration en métaux, la plupart toxiques, a été une contrainte environnementale forte pour les végétaux poussant sur ces sols et pour leurs consommateurs expliquant ainsi la radiation évolutive observée (Whiting *et al.*, 2004).

La végétation terrestre est constituée de plusieurs formations riches comme le maquis minier, la forêt dense humide ou la FS (Jaffré *et al.*, 1998). Au regard de la superficie de l'île, sa flore figure comme **l'une des plus riches du monde** : 3 322 espèces indigènes dont 77 % endémiques sont recensées (Jaffré *et al.*, 2004) et le microendémisme est très accentué (Gargominy, 2003).

La fondation WWF a défini 238 écorégions dans le monde considérées comme **exceptionnelles au niveau biologique et prioritaires pour la conservation**. Au total, 4 d'entre elles se trouvent en Nouvelle-Calédonie dont une correspond à l'écosystème FS.

Aujourd'hui, l'urbanisation, les feux, l'introduction d'espèces exotiques et l'activité minière sont sans doute les 4 causes majeures menaçant la biodiversité néo-calédonienne. Depuis l'arrivée des Européens il y a 150 ans, plus de 800 espèces végétales exotiques, quelques 400 invertébrés et 36 vertébrés ont envahi les écosystèmes originels (Gargominy *et al.*, 1996). 5% de ces espèces sont devenues envahissantes sur l'archipel (Soubeyran, 2008).

II. L'écosystème forêt sèche

1. Une forêt fortement dégradée dans le monde entier

Les forêts tropicales sèches au sens large (forêts denses, fourrés, forêts claires, savanes et steppes des régions très sèches) occupent environ 780 millions d'hectares, soit 5 % de la superficie de la planète, répartis dans 43 pays (Goarant *et al.*, 2004). La FS stricte, aussi appelée forêt sclérophylle (du grec skleros = dur & phylle = feuille), est un écosystème ayant une importance particulière du fait de sa rareté actuelle (Jaffré *et al.*, 1998). Le degré de menace, évalué selon les critères de l'UICN, montre clairement que la FS est la formation végétale la plus fortement menacée d'extinction. En effet, les FS connaissent un taux de déboisement de 0,8 million d'hectares

par année car elles sont bien souvent non répertoriées et considérées comme sans valeur marchande (Goarant *et al.*, 2004) (Annexe II).

En Nouvelle-Calédonie, les FS se développent à une altitude inférieure à 350 mètres sur le versant occidental de l'île (Veillon *et al.*, 1999) dans des secteurs recevant en moyenne moins de 1100 mm de précipitations par an (Jaffré et Veillon, 1991). Elles se retrouvent généralement sur roches sédimentaires (phtanites, grès flyschs et calcaires) et plus rarement sur basaltes (Veillon *et al.*, 1999). La FS stricte est une formation fermée dont le couvert ne laisse passer qu'assez peu de lumière au sol. La strate supérieure forme un couvert discontinu à partir d'individus isolés dont la taille n'excède pas 15 mètres, tandis que les arbustes et les lianes qui forment le sous-bois dense sont disposés sans stratification bien nette (Veillon *et al.*, 1999).

La FS de Nouvelle-Calédonie aurait couvert environ 4 500 km² il y a 3 500 ans (Jaffré *et al.*, 1993). Depuis, elle a été fortement réduite sous l'effet de l'activité humaine, qui s'est traduite par l'urbanisation, des feux répétés, des défrichements et par l'introduction d'espèces exotiques animales et végétales, comme notamment le cerf indonésien à la fin du XIX^{ème} siècle (Bouchet *et al.*, 1995). Aujourd'hui, la FS est finalement réduite à des lambeaux isolés dont la surface totale n'excède pas une cinquantaine de km² (Papineau, 2004) (Annexe III).

La FS est constituée d'un assemblage unique de 438 espèces, dont 59 % sont endémiques et 3 % micro-endémiques, regroupées à travers 253 genres et 93 familles (Jaffré *et al.*, 2004 ; Hequet, 2007). Elle est également le lieu d'une richesse faunistique importante où cohabitent oiseaux, papillons, reptiles, bulimes, insectes, etc.

2. Sa préservation et la création du Programme de Conservation de la FS

Malgré toute sa richesse intrinsèque, la FS « basse », « peu accueillante », présente l'aspect de « brousses » qu'il conviendrait en toute logique de « nettoyer ». « On y retrouve pas l'ambiance de fraîcheur et le côté mystérieux et grandiose qui fait tout le charme de la forêt humide et pourtant, cet écosystème est d'un intérêt crucial » (EPLP, 2010).

La forêt sèche assure de nombreux rôles écosystémiques comme la protection et le maintien des sols, la transition écologique avec d'autres écosystèmes et elle renferme des espèces précieuses pour l'Homme. Elle présente plusieurs valeurs : horticole (esthétique, unicité, rareté (ex : *Ixora margaretae*), originalité), agronomique (*Oryza neocaledonica*, espèce microendémique découverte en 1993, posséderait des gènes de résistance à des maladies), médicinale, cosmétique (santal), ou encore éco-touristique. De plus, l'attachement de la culture Kanak pour la FS est fort (alimentation, médecine traditionnelle, artisanat, ornementation, etc.) (Noulet, 2007).

La prise de conscience des enjeux qui pèsent sur la FS a induit la création du Programme de Conservation de la Forêt Sèche (PCFS) en 2001. Il est le fruit d'un partenariat réunissant dix instances politiques, scientifiques et associatives (Annexe IV). Il est aujourd'hui hébergé au sein du CEN (Conservatoire des Espaces Naturels) créé en 2010, qui est une structure partagée pérenne destinée à porter des actions d'intérêt commun dans le domaine de la conservation. Il permet de mieux coordonner à l'échelle du pays les programmes portés en matière de biodiversité terrestre ou marine.

III. L'écologie du paysage et la restauration écologique

1. La notion de paysage

a) Définitions et strates conceptuelles composants le paysage

La définition du paysage oscille entre plusieurs pôles selon qu'elle soit dictée par les sciences naturelles, les sciences humaines ou encore le domaine artistique. Il peut être une étendue de pays qui présente une vue d'ensemble de sa nature à un observateur (Robert, 1992). Cette définition évoque uniquement l'aspect esthétique de contemplation du paysage. Plus précisément, il désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations (Conseil de l'Europe, 2000). Cette définition implique que le paysage est à la fois l'objet et la perception que l'on se fait de lui, car il est une réalité physique et un ensemble de sentiments plus ou moins partagés.

Enfin, pour l'écologue, le paysage est un niveau d'organisation des systèmes écologiques, supérieur à l'écosystème. Il est la structure des écosystèmes par opposition à leurs fonctionnements (Neuray, 1982). Il existe indépendamment de la perception (Burel et Baudry, 1999). Il se caractérise par son hétérogénéité et par sa dynamique gouvernée pour partie par les activités humaines. Ainsi, il est composé d'un assemblage d'écosystèmes ou de milieux en interaction tels que des champs, des bois, des villages, des villes, etc. (Forman et Godron, 1986). L'organisation de ces éléments conditionne la distribution spatiale des populations.

Les définitions du paysage peuvent ainsi être groupées en trois ensembles (Fig. 1) :

- une approche centrée sur la perception par l'Homme : le paysage étant considéré comme formé par des entités fonctionnelles ayant un sens dans sa vie ;
- une approche biologique centrée sur la perception par un organisme quelconque de l'hétérogénéité de l'environnement par rapport à ses fonctions vitales et des transitions entre les éléments du paysage ;
- une approche selon laquelle le paysage est déterminé par des processus physiques (climat, géologie, topographie) et leurs interactions.

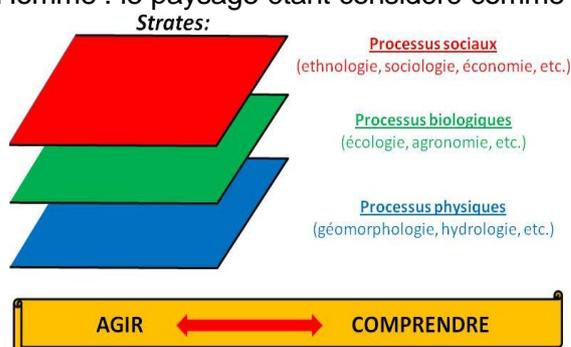


Fig. 1 : Les strates du paysage et disciplines associées

b) A l'échelle du paysage...

Le paysage est considéré comme une aire variable mais relativement large, de quelques hectares à quelques centaines de km² (Forman et Godron, 1981). Toutefois l'échelle de perception humaine exclut les échelles de l'ordre de la région et du continent d'une part, et des échelles très locales de l'ordre du m² d'autre part (Burel et Baudry, 1999). Ainsi, qu'il s'agisse d'un bassin versant de rivière, d'une région de bocage, ou d'une plaine cultivée parsemée d'îlots forestiers résiduels, il s'agit de paysages chacun constitué d'éléments du paysage (une rivière, une haie, un îlot de forêt). Le paysage peut ainsi être découpé en différentes échelles (Fig. 2).

Il est donc devenu central pour la gestion de l'espace, patrimoine commun à préserver, et est tantôt un objet à aménager, tantôt un support de discussion et de visualisation des problèmes (Guisepelli, 2005).

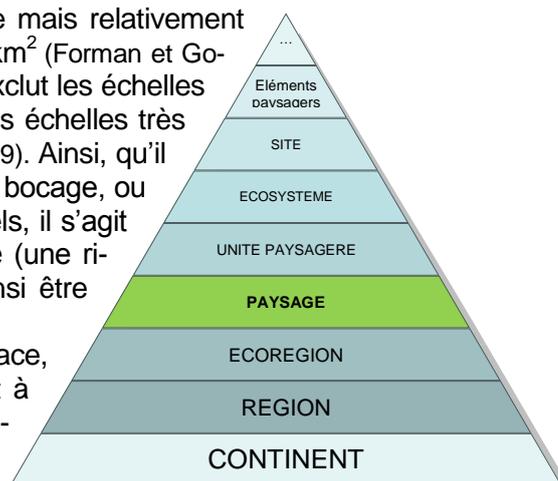


Fig. 2 : Représentation schématique des diverses échelles

2. La notion d'écologie du paysage

Basée sur une approche multidisciplinaire qui vise à mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes, l'écologie du paysage a suscité l'élaboration de plusieurs applications, tant pour la gestion de l'espace rural et forestier que pour la conservation de la nature.

Elle est définie comme **l'étude des effets réciproques des motifs du paysage sur les processus écologiques** (Turner, 1989). Elle s'intéresse donc à la répartition spatiale des différentes composantes et de leurs dynamiques dans le temps mais aussi aux relations de ces composantes. L'écologie du paysage se différencie donc de l'écologie classique par la prise en compte de l'hétérogénéité spatiale des paysages dans l'étude des processus écologiques, de l'Homme en tant que partie prenante des systèmes écologiques et de l'organisation des recherches à des échelles pertinentes pour l'Homme (Burel et Baudry, 1999).

a) Les éléments du paysage « écologique »

La mosaïque paysagère est caractérisée par trois éléments essentiels basés sur la configuration spatiale des unités paysagères (Forman, 1997) (Fig. 3) :

- **Le niveau tâche** : niveau le plus fin de l'étude paysagère. Il s'agit d'unités fonctionnelles, dont la surface, l'apparence, la composition, l'histoire et la dynamique diffèrent de ce qui les entoure. La tâche représente des conditions environnementales homogènes (Bogaert *et al.*, 2005) ;

- **Les corridors écologiques** : unités ayant une forme souvent linéaire, remplissant des fonctions écologiques de conduit (passage), filtre ou barrière. Ils sont souvent présents dans un paysage sous forme d'un réseau ;

- **La matrice** : élément dominant d'un paysage, à la fois en tant que support et produit de la biodiversité. Elle est le milieu interstitiel qui est peu ou pas optimal pour les espèces (Burel et Baudry, 1999). Elle permet les échanges, les flux des animaux et des plantes, de l'eau, du vent et des matériaux sur le territoire.

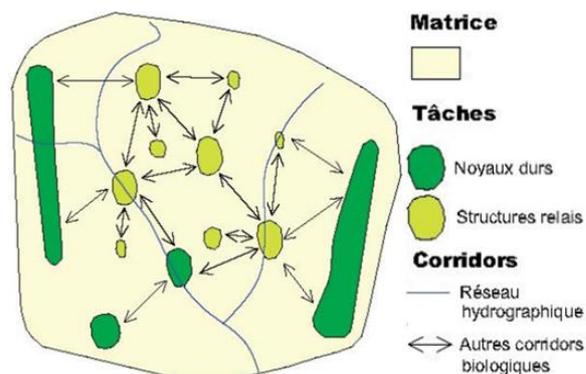


Fig. 3 : Schéma fonctionnel des trois éléments du paysage (d'après DREAL Nord-Pas-de-Calais, 2011)

Schématiquement, le paysage est comme un océan (la matrice), duquel émergent des îlots d'habitat (les tâches), reliés par des ponts (les corridors) (Gerbeaud Maulin, 2008).

b) *Les principes de base*

La mosaïque paysagère est donc un ensemble d'éléments plus ou moins fragmentés ou connectés entre eux. C'est un ensemble spatialement hétérogène qui organise le territoire. Cette hétérogénéité a deux composantes : la diversité des éléments du paysage et la complexité des relations spatiales. Deux principes sous jacents ont ainsi été établis :

- **La fragmentation** : est la conséquence des phénomènes artificiels (agriculture, urbanisation, exploitation, etc.) qui morcellent l'espace et qui affectent la taille des populations et leurs possibilités de se disperser dans le paysage comme elles le pourraient en l'absence de fragmentation. Il s'agit donc du passage d'un élément unique à une représentation de quelques pourcentages de la surface initiale (Fig. 4). La fragmentation modifie la taille, les formes et l'isolement des habitats naturels, générant un impact sur les fonctions écologiques des éléments isolés et des populations qui leurs sont inféodées (Gerbeaud Maulin, 2008). Ainsi, de petits fragments isolés sont moins aptes à conserver la biodiversité que les larges lambeaux de forêts (Peterken, 2000).

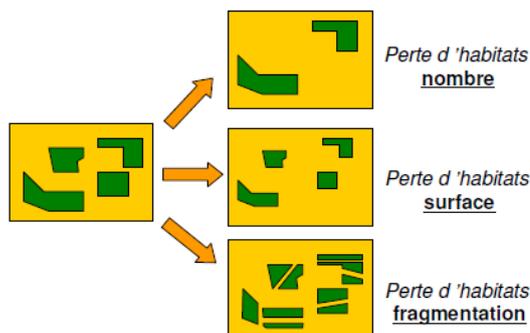


Fig. 4 : Perte d'habitats et fragmentation dans un paysage (Daniel, 2012)

- **La connectivité** : par opposition, elle correspond au degré avec lequel un paysage freine ou facilite les mouvements entre différents patches de ressources qui sont essentiels en écologie du paysage (Taylor *et al.*, 1993 ; Burel et Baudry, 1999) (Fig. 5). La connectivité diminue quand la fragmentation augmente : multiplication des barrières, des obstacles aux déplacements et à la dispersion. Une connectivité élevée et un maillage complexe comptent pour beaucoup dans la capacité de résilience des habitats dégradés par recolonisation à partir des zones sources. Bien souvent, ce sont les corridors écologiques, linéaires homogènes, qui favorisent celle-ci.

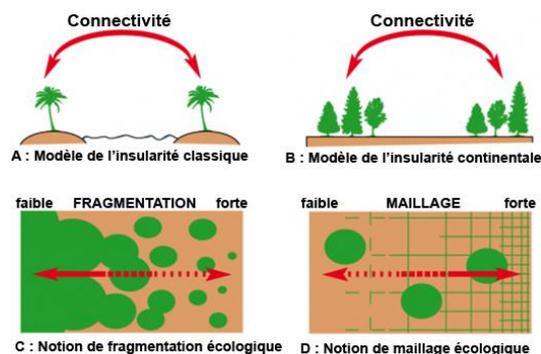


Fig. 5 : Fragmentation et connectivité en biogéographie « insulaire » (Blondel, 1995).

c) *Les conséquences de la fragmentation des milieux forestiers*

Selon Olesen et Jain (1994), les principaux processus de changement dans les interactions biotiques liées à la fragmentation et à la réduction des populations sont les suivants :

- Dérive génétique et perte de variabilité génétique ;
- Augmentation de l'autofécondation : perte d'hétérozygotie ;

- Isolation des îlots restants : circulation des gènes réduite et perte de leur variabilité ;
- Pollinisateurs plus rares : moins de graines produites et réduction des flux de gènes ;
- Perte d'espèces clefs : plus grand nombre d'extinctions concomitantes.

Lorsque la fragmentation concerne un écosystème forestier, elle induit principalement un « effet lisière » (Mery *et al.*, 2005) ou de bordure qui structure les communautés végétales (Gehlhausen *et al.*, 2000). La zone nodale (ou cœur) d'une forêt, non influencée par la lisière, réunit les espèces principales et leurs conditions vitales. Elle est l'espace le plus riche en biodiversité. La taille des fragments influence la proportion de lisières par rapport au cœur d'habitat (Forman et Godron, 1986). Ainsi, des parcelles longues et minces ont proportionnellement plus de bordures que des parcelles rondes et sont plus vulnérables aux effets de bordure (Saunders *et al.*, 1991). Une parcelle allongée est davantage exposée au vent et aux modifications du régime hydrologique (Saunders *et al.*, 1991). Les espèces de l'intérieur de la forêt, ne tolérant parfois pas ces conditions, peuvent **se raréfier et devenir en situation précaire** (Annexe V). Toutefois, l'effet de bordure induit parfois l'augmentation de la biodiversité marquée par la présence d'espèces nouvelles mais communes ailleurs (Simberloff, 1994).

3. La restauration écologique

a) *Les différentes approches de la restauration écologique*

Plusieurs approches peuvent être utilisées pour surmonter les formes de dégradation et contrecarrer l'effet de la fragmentation du paysage. La restauration écologique permet à un écosystème de retrouver idéalement son intégralité biologique et sa biodiversité. Elle est le procédé par lequel s'accompagne le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit (Clewel *et al.*, 2005). Lamb et Guilmour (2003) définissent trois approches différentes : la restauration stricto-sensu, la réhabilitation et la réallocation. Seules les deux premières ont pour vocation la restauration écologique d'un écosystème (Annexe VI) :

- **La restauration stricto-sensu** : consiste à recréer un écosystème le plus proche de l'état historique avec des espèces animales et végétales, une structure et une productivité originelles. L'écologue s'attache ainsi à imiter la structure, le fonctionnement, la diversité et la dynamique de l'écosystème naturel. La restauration active se distingue donc de la restauration passive par des travaux et des plantations artificielles ne mettant pas seulement à profit la dynamique naturelle ;

- **La réhabilitation** : consiste à créer un écosystème forestier alternatif écologiquement viable se rapprochant le plus possible de l'état initial. Celui-ci est toutefois différent en termes de structure, composition et de fonctionnement. Le passage par un état intermédiaire réhabilité est souvent nécessaire pour la restauration elle-même, compte tenu de l'échelle temporelle de reconstitution d'un écosystème forestier très dégradé (Vallauri et Géaux, 2004).

b) *La restauration pour lutter contre la fragmentation du milieu*

La restauration d'un site doit être réfléchie en fonction du gain écologique qu'elle peut entraîner à l'échelle du paysage : rétablissement de la connectivité écologique et de la capacité de résilience du milieu. En effet, certains fragments forestiers dégradés ou isolés nécessitent un effort de restauration bien trop important par rapport aux bénéfices qui en seraient retirés. Les travaux complexes et coûteux de restauration n'ont de sens que pour aider la nature à dépasser les seuils d'irréversibilité : la dynamique naturelle, moins coûteuse et plus efficace, peut parfois être suffisante. Un écosystème forestier doit être « concerné » par un plan d'action de conservation et de restauration si sa surface actuelle par rapport à sa surface originale est inférieure à 30 % (Sattler et Williams, 1999). De plus pour pérenniser l'écosystème concerné, le plan d'action est indispensable lorsque cette surface est inférieure à 5 % (Lamb *et al.*, 2003).

Dans l'ensemble de ce rapport, le terme « restauration » est évoqué. En effet, contrairement aux zones d'extraction minière (maquis minier et forêt sur roches ultramafiques) où les sols ont été remaniés ou totalement détruits et nécessitent plusieurs décennies avant de retrouver un fonctionnement écologique stable et pérennisé, la FS présente des sols de relativement bonne qualité. Cette caractéristique permet donc d'envisager un retour à sa structure et à sa productivité d'origine sur le moyen et long terme.

PARTIE 2 : DELIMITATION DES UNITES PAYSAGERES FONCTIONNELLES EN NOUVELLE-CALEDONIE

I. La définition des Unités Paysagères Fonctionnelles (UPF) de FS

1. Qu'est-ce qu'une UPF ?

a) Définition de l'unité paysagère (UP)

Les UP sont définies comme des paysages portés par des entités spatiales dont l'ensemble des caractères de relief, d'hydrographie, d'occupation du sol, de formes d'habitat et de végétation présentent une homogénéité d'aspect (Luginbühl, 1994). Une UP correspond à un découpage du territoire selon des critères paysagers (géomorphologiques, sociaux, écologiques, dynamiques, etc.) et constitue l'unité de base pour l'étude des paysages. Elles se distinguent des unités voisines par une différence de présence, d'organisation ou de forme de ces caractères.

La mosaïque paysagère étant hétérogène par nature, la notion d'« homogénéité d'aspect » pose problème. Ainsi, la notion de structures paysagères doit être prise en compte. Il s'agit des systèmes formés par des éléments matériels du territoire et des interrelations, matérielles ou immatérielles, qui les lient entre eux et/ou à leurs perceptions par les populations. Ces structures paysagères constituent les traits caractéristiques d'un paysage (Seguin, 2005).

Aussi, dans ce rapport, le terme d'« unité » se réfère à l'« unicité d'un paysage » (caractère unique en termes de contexte, caractéristiques et problématiques) et non à son homogénéité interne. En effet, l'UP est ici caractérisée par la somme des structures paysagères qui la compose. Elle amène à se représenter le paysage comme une enveloppe systémique où les interactions sont aussi importantes que les éléments qui la compose.

A titre indicatif, 2000 UP sont définies par les Atlas métropolitains des paysages. Elles s'étendent de 50 km² à plus de 800 km² avec une moyenne de 260 km² (Roche, 2007).

b) Définition de l'unité paysagère fonctionnelle (UPF)

Le terme « fonctionnelle » justifie la découpe du territoire calédonien en unités de travail à une échelle pratique et adaptée à des modes de gestion pertinents et durables. En ce sens, il s'agit d'unités opérationnelles. Les UPF, sur lesquelles il convient d'agir au cas-par-cas sont délimitées sur une carte compréhensible par l'ensemble des acteurs du territoire.

Le travail de redéfinition des UPF repose sur une approche utilisant des critères permettant de délimiter **l'aire actuelle d'expansion potentielle de la FS** qui en matière de conservation et de restauration constitue idéalement l'espace vers lequel doivent tendre les buts globaux. Elle permet aussi d'exclure l'espace inapte au développement de la FS. Le terme « actuelle » caractérise implicitement le fait qu'il s'agisse d'aires qui ont évolué et qui évolueront au cours du temps en fonction des changements climatiques. Sa limite symbolise la surface de contact écologique avec d'autres écosystèmes ayant un intérêt dans la viabilité écologique de la FS. Ces limites qui ne doivent pas être bornées d'un point de vue altitudinal (direction perpendiculaire à la côte) permettent d'envisager la mobilité des espèces et une adaptation des écosystèmes face aux conditions climatiques (notamment, modification de la pluviométrie par la remontée du plafond nuageux) et ainsi une augmentation de leurs **résiliences** face à ces dernières.

Les UPF dans ce travail sont donc des **espaces limités à une échelle où les actions en faveur de la FS seront les plus efficaces** pour répondre aux diverses problématiques existantes.

2. Cartographier les unités paysagères

Le découpage en UPF ne doit jamais être considéré comme une fin en soi, mais comme un moyen d'approche par rapport à la réalité géographique (Bertrand, 1968). Ainsi, il n'est pas l'expression d'une « vérité » scientifique unique, mais plutôt d'une manière d'appréhender le paysage, déterminée par les critères retenus. Le paysage ne connaissant pas de frontières d'un point de vue écologique, la découpe nette des unités sur la carte n'a pas de sens. Bien que non repré-

sentée dans les cartographies créées dans ce rapport, il faut donc prendre en compte une zone tampon aux frontières des UPF symbolisant la transition écologique.

3. Choix des critères de délimitation et méthodologie appliquée

a) *Bilan des premiers travaux réalisés à l'échelle du paysage*

Suite au séminaire organisé en 2004 par le WWF sur « *la restauration écologique et le changement d'échelles* », une première cartographie des UP de FS a été réalisée (Matthews, 2005). Ce travail a reposé sur une pré-étude cartographique ayant mis en évidence 3 grands ensembles de FS (Mahé, 2004) (Annexe VII). Basé sur ces résultats, Matthews a utilisé plusieurs critères qu'elle a préalablement priorisé afin de délimiter les unités paysagères : les infrastructures, les lignes de crêtes, le degré de pente ou encore le linéaire côtier et les propriétés foncières (cadastre) pour l'affinage des délimitations. Une analyse critique de ce travail est présentée en Annexe VIII. Au cours de cette étude, les choix de ces critères d'évaluation ont donc été revus.

b) *Première délimitation des UPF : Aire actuelle d'expansion potentielle*

Dans cette étude, l'accent est mis sur les facteurs abiotiques qui façonnent le paysage sous forme d'une mosaïque spatiale mesurable par sa forme, sa composition et sa configuration (Forman, 1995). Notons qu'une telle approche, a été utilisée pour délimiter les UP de Puerto Rico (Soto, 2010) ou encore lors de la classification LANMAP (cartographie des paysages produite à l'échelle européenne) (Wascher *et al.*, 2010).

Comme mentionné plus haut, une UPF représente l'aire potentielle actuelle d'expansion de la FS. Ainsi, dans cette étude, les **critères principaux** de type abiotique suivants ont été utilisés :

- **le relief** : la valeur choisie, « inférieure à 350 mètres » résulte d'une moyenne des données de la littérature sur la FS ;
- **la surface géologique** : les substrats volcano-sédimentaires accueillants la FS ;
- **la pluviométrie** : la valeur choisie, « inférieure à 1500 mm/an » est supérieure à la condition physique observée dans la littérature. En effet, dans le contexte actuel de variation climatique potentielle et pour assurer une pérennité aux actions de préservation/restauration, cette valeur a été surélevée pour permettre le développement de la FS. Ainsi, la résilience de la FS face à ce changement éventuel est prise en compte par l'élargissement des frontières des UPF. Cette valeur coïncide, de plus, avec celle choisie dans la définition de la FS dans le Code de l'environnement de la province Sud. En termes de gestion, cette valeur apporte donc une pertinence plus forte à la délimitation des UPF.

Les outils d'analyse spatiale du logiciel de système d'information géographique ArcGIS ont permis d'extraire les valeurs validées des critères choisis (Annexe IX). La zone d'expansion potentielle a été extraite sur une nouvelle couche Raster (Fig. 6)

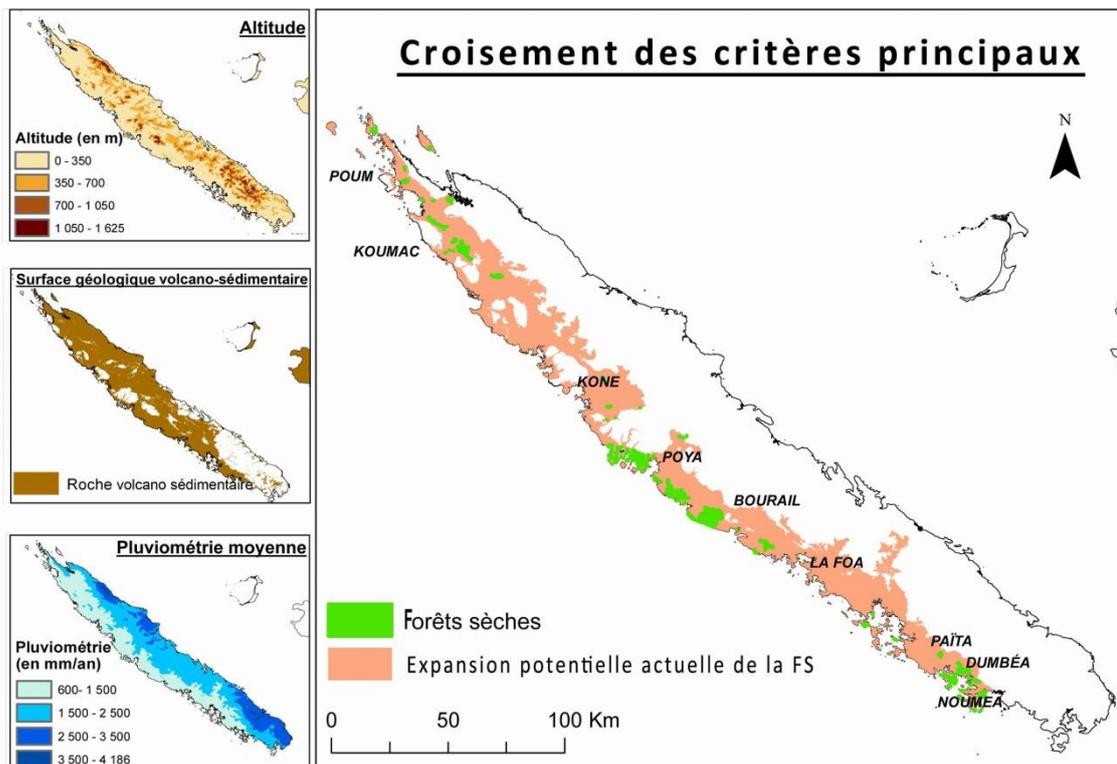


Fig. 6 : Détermination de l'aire actuelle d'expansion potentielle de la FS (données DTSI, DIMENC, METEO FRANCE)

c) Délimitation finale des UPF : critères secondaires

Les critères principaux précédemment décrits délimitent les UPF altitudinalement sous forme d'une bande côtière quasi-continue. Ainsi, pour affiner leur délimitation et les rendre **abordables à l'échelle humaine**, d'autres paramètres sont nécessaires :

- **L'éloignement des agrégats de patches de FS** : la mesure des distances euclidiennes entre chaque patch met en évidence les agrégats inclus dans chaque UPF (Annexe X). En effet, même si les agrégats sont assez proches pour appartenir à une même UPF, cette méthode justifie une découpe en plusieurs UPF plus adéquate pour la gestion. L'analyse de la distance permet ainsi d'éviter les isolats de FS ou au contraire de regrouper des patches trop éloignés ;
- **Le passage d'un cours d'eau important** : il s'agit des cours d'eau le long desquels la FS est absente. Ce critère est pertinent puisqu'il joue un rôle essentiel dans la connectivité et que sa lisibilité sur le terrain justifie son utilisation pour limiter les frontières des UPF ;
- **L'occupation du sol de la végétation** (DTSI, 2008) affine les limites aux abords des mangroves, des forêts humides et des savanes dont l'évolution vers la FS est possible ;
- **Les limites communales** : parfois utilisées, elles sont pertinentes en termes de gestion.

d) Composition et toponymie d'une UPF

Une UPF telle qu'elle est définie dans ce rapport contient donc des patches de FS, une matrice qui représente l'aire actuelle d'expansion potentielle de la FS, des îles potentiellement colonisables (notamment par l'avifaune), des sites « sources » externes aux limites des UPF et un contexte paysager et des problématiques.

Les UPF sont nommées de la manière suivante : « *n*^o - agrégat – Nom » où « *n* » correspond au numéro de l'UPF, « agrégat » à l'appartenance à l'agrégat sud (a), central (b), nord (c) et « Nom » indique les principales villes des FS évocatrices de l'UPF.

II. La représentation cartographique et la description des UPF

1. Caractérisation des UPF

Au total 3 unités ont été créées dans la zone Nord (contre 6 en 2005), 5 autres dans la zone centrale (contre 6 en 2005) et enfin 2 unités sur la zone Sud (contre 3 en 2005) (Tab. 1 et Fig. 8). Les cours d'eau sont en italique, les indications cardinales entre parenthèses.

Tab. 1 : Propriétés géométriques, occupation de la FS et processus de délimitation des UPF

	UPF	Surface (ha) Périmètre (km)	Surface FS (ha) (Rapport FS/ UPF)	Délimitations	Particularités (Communes concernées)
Agrégat sud	1	25700 181	1309 (5,1 %)	- Tamoia (NO) - Savane (NO)	- (4)
	2	21700 212	79 (0,4 %)	- Bande colonisable hypothétique (2 km sur la côte)	- Unité non définie en 2005 - FS uniquement sur des îlots - (2)
Agrégat central	3	22500 72	350 (1,6 %)	-Mangrove (S) - Nessadiou et Boghen (N), Moindou (SE)	- (2)
	4	21600 70	1876 (8,7 %)	- Cap (N) - Nera (de l'estuaire de la Rocher Percée à la Douencheur) (S)	- FS la Roche Percée incluse malgré son isolement (à 6 km au sud) - (1)
	5	20500 66	513 (2,5 %)	- Moindah (N) (depuis la baie de Porwi), le Cap (de la baie à la No Nédékédo et la Wâ Nédeka Kau)	- L'UPF longe la mangrove (NO) (non incluse en 2005) - Contact avec l'UPF6 - FS de Kondjou incluse (oubliée en 2005) - (2)
	6	15400 118	1456 (9,5 %)	- Mangrove (E) - Poya (depuis la baie de Porwi), Nékliaï (se jette dans le Cap) (NE de Poya)	- Petits massifs ferrugineux au centre de l'UPF inclus - Ajout des îlots Népou et 3 autres sans nom (oubliés en 2005) - (2)
	7	41300 107	162 (0,4 %)	- Cuvette limitée par le relief et les mas- sifs péridotitiques	- Appelée Tiéa en 2005 - 3 massifs sur 4 non pris en compte en 2005 - Grande UPF vis-à-vis du nombre de FS et de leur isolement - (2)
Agrégat nord	8	24800 100	268 (1,1 %)	- Limite de la commune Kaala-Gomen (N) - Iouanga et mangrove (S)	-Relief élevé (400-600m) inclus - (1)
	9	45100 151	981 (2,2 %)	- Pwéyen, Pwa o Uny (E)	- FS "anomalie" (en dehors de la zone d'expansion potentielle : précipitation >1600mm/an). - (2)
	10	22100 114	225 (1,0 %)		- Lambeaux de FS sur des îlots (Balabio et Baaba) - (1)
Total		260700	7203		
Moyenne		26070	720 (3%)		

La superficie moyenne des UPF est de 261 km² ce qui correspond à la moyenne des surfaces définies dans les Atlas des paysages en France (260 km²) et est très inférieure à certaines d'entre elles. Les étendues des UPF définies dans cette étude sont donc de taille acceptable.

La surface de la FS dans les 3 agrégats majeurs (en ha et % de la FS totale), et sa proportion au sein de ces agrégats par rapport aux superficies des UPF (proportion en %) sont les suivantes :

- Agrégat sud : 1372 ha (19 %) ; 2,9 %
- Agrégat central : 4357 ha (60 %) ; 3,6 %
- Agrégat nord : 1474 ha (20 %) ; 1,6 %

En considérant qu'il est prioritaire de préserver les milieux les plus denses en FS, ces premières indications révèlent l'intérêt de s'intéresser à l'agrégat central vis-à-vis des aires d'UPF définies. Plus particulièrement les UPF n°4 et n°6 présentent le plus de FS sur leurs territoires et leurs proportions de FS sont les plus importantes. Toutefois, cette observation ommet plusieurs critères comme la présence d'espèces rares, la gestion actuelle ou encore, plus largement, l'ensemble du contexte dans lequel s'inscrivent les patchs de FS dans chacune des UPF.

2. Répartition foncière dans les UPF

a) Problématique et définitions du foncier en Nouvelle-Calédonie

La répartition foncière conditionne majoritairement la gestion, la sécurisation, l'expansion et donc l'avenir d'une parcelle. La pérennité de la FS et des actions entreprises dépend en priorité de la bonne volonté des propriétaires privés et des tribus locales à collaborer avec les acteurs de la préservation et de la restauration de l'écosystème, mais aussi de la volonté des pouvoirs publics à agir sur leur territoire. En Nouvelle-Calédonie, il existe 3 types de foncier :

- Domaine des collectivités publiques : l'Etat, la Nouvelle-Calédonie, les Provinces et les communes exercent, chacun en ce qui les concerne, leur droit de propriété sur leurs domaines

publics et leurs domaines privés (ADRAF, 2010). La pluralité de ce domaine rend parfois difficile la gestion des parcelles relevant de la compétence de plusieurs acteurs.

- **Propriété privé** : l'attachement à la propriété est très prononcé sur le territoire. Il est généralement difficile de conseiller les propriétaires sur ce qu'il faut faire de leur terrain pour le maintien de la FS : « *ne pas défricher* », « *conserver les arbres de FS* », etc. De plus, la durabilité de la volonté d'un propriétaire a des limites, la propriété future étant transmise à ses héritiers. Ces parcelles sont souvent soumises à la spéculation. Des arguments solides de sensibilisation sont alors nécessaires. Le PCFS instaure des conventions sur 5 à 10 ans avec certains propriétaires autorisant l'accès, la mise en place de chantiers de restauration, d'études, etc.

- **Terre coutumière** : selon l'article 18 - Loi n° 99-209, ces terres sont inaliénables, incesibles, incommutables, insaisissables et sont régies par la coutume. Elles sont constituées des terres attribuées aux groupements de droit particulier local pour répondre aux demandes exprimées au titre du lien à la terre.

b) *Le foncier dans les UPF*

Les FS se trouvent majoritairement sur foncier privé (Fig. 7). En effet, ceci est constaté pour 7 UPF sur 10, plus particulièrement pour les UPF n° 4, 5 et 6 qui présentent également les plus grandes surfaces de FS. Les mesures de conservation et de restauration s'avèrent donc d'emblée conditionnées par des actions de médiation et de persuasion avec les propriétaires. Il en est de même pour l'UPF n° 7 où la FS subsiste sur des terres coutumières et privées, et dont la part des parcelles publiques n'occupe que 3 % des terres.

A contrario, les UPF n°2, 3, 8, 9 et 10 semblent les moins concernées par la contrainte foncière puisque la proportion de propriété publique où se trouve de la FS atteint jusqu'à 90 % des terres totales. Les efforts de restauration et de classement en aire protégée semblent donc à privilégier pour ces UPF, ou en tous cas, ils sont plus facilement envisageables.

Enfin, l'UPF n°1 (Grand Nouméa) se trouve dans un contexte foncier mitigé. Un peu plus d'un tiers des terres sont publiques. La répartition du foncier de cette unité sera détaillée dans la partie 4.

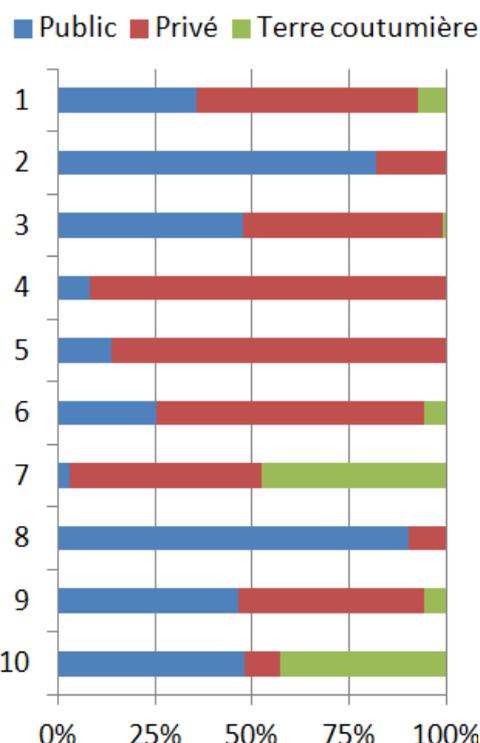


Fig. 7 : Répartition du foncier occupé par les massifs de FS dans les différentes UPF

3. Conclusion

Les UPF définissent des zones adaptées pour la viabilité écologique des FS et des aires d'études et d'actions en vue d'optimiser leur conservation et leur restauration. Elles permettent d'agir à la fois sur une surface suffisamment importante d'un point de vue écologique, mais toutefois limitée par des périmètres d'études appréhendables à l'échelle des actions humaines.

Au total, 10 UPF ont été définies et des informations d'ordre général sur leurs géométries, leurs occupations en FS et leurs répartitions foncières permettent d'appréhender succinctement où il est possible d'engager prioritairement tel ou tel effort.

En ce qui concerne la répartition du foncier, l'expérience des 10 premières années d'exercice du PCFS a montré qu'avec de la diplomatie, de la patience, de la persévérance et des arguments solides, il est possible de sensibiliser les propriétaires aux enjeux de conservation et de valorisation de leurs FS (comm.pers., Papineau).

A travers des conventions de partenariat et de collaboration (qui n'ont certes pas la solidité juridique et administrative d'une réserve naturelle publique), il a été possible de réaliser des études, des travaux, des plans de gestion ou encore des plantations, etc.

Enfin, les habitants et les aménageurs perçoivent la FS et lui attribuent une valeur. Ainsi, un élément clé à la protection de l'écosystème est donc l'externalisation des objectifs de conservation aux usagers des espaces (propriétaires), ce qui revêt d'une grande importance pour le maintien de la FS.

Délimitation des Unités Paysagères Fonctionnelles (UPF)

Données : DITTT, DTISI

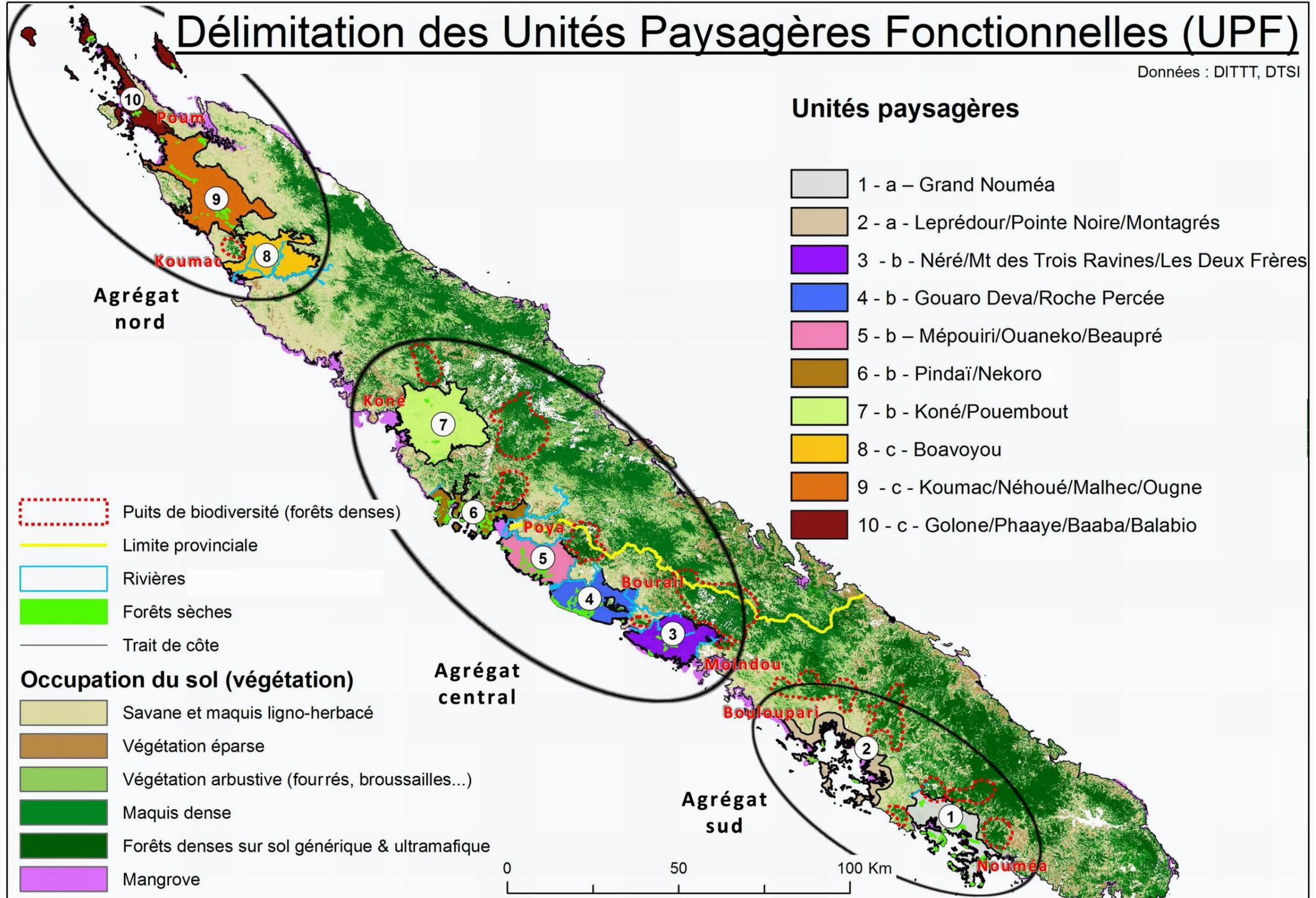


Fig. 8 : Cartographie des UPF en Nouvelle-Calédonie

PARTIE 3 : METHODOLOGIE DE L'APPROCHE PAYSAGERE POUR L'ETUDE D'UNE UPF ET D'ECOSYSTEME FORET SECHE

I. Méthodes de caractérisation de la FS dans les UPF

1. Création d'une base de données EXCEL pour l'étude des FS d'une UPF

Un des enjeux préalables à la définition d'une stratégie efficace de préservation des FS de Nouvelle-Calédonie réside dans la bonne compréhension de ses caractéristiques ainsi que des phénomènes qui la menacent. Il est donc primordial que l'information disponible soit mutualisée afin d'orienter et de planifier les mesures d'actions nécessaires à la conservation et d'organiser l'acquisition des nouvelles connaissances. Ainsi, afin d'évaluer l'état actuel de l'écosystème FS, une carte d'identité sous forme EXCEL des divers massifs qui le composent a été créée dans cette étude et renseigne sur leurs diverses caractéristiques.

a) Cartographie de la FS existante

Le calcul des surfaces de FS repose sur la cartographie officielle du PCFS. La DTSI (Boyeau, 2005) a synthétisé dans un projet SIG les inventaires des diverses études réalisées. Ainsi, à la vue de l'hétérogénéité des prospections sur le territoire et donc de la non-exhaustivité des données, il s'agit d'estimation de l'étendue des FS. De part leur proximité, plusieurs îlots ou « **patches** » appartiennent à un même « **massif** » de FS.

Le SIG est aussi la somme de 45 types utilisés pour décrire la FS (Boyeau, 2005). Ainsi, pour cette étude, une nouvelle typologie plus opérationnelle pour le gestionnaire et pour l'approche paysagère a été créée. Elle est explicitée plus bas.

b) Caractéristiques relatives aux dimensions écologique et spatiale des massifs

La dimension écologique caractérise la composition globale, l'état de la végétation ainsi que les particularités abiotiques d'un massif considéré. Son appréciation s'appuie sur des inventaires, des observations et diverses mesures. Les caractéristiques suivantes ont été retenues pour les besoins de l'étude :

- **Diversité spécifique floristique** : cette donnée étant non exhaustive pour l'ensemble des massifs, elle a été estimée par les termes « modérée, importante ou très importante ». Ceci permet de ne pas fausser l'interprétation et de ne pas sous-estimer l'intérêt floristique de certains sites. Cette caractéristique a déjà été évaluée en partie dans une étude (Kurpitz et Goarant, 2004). Les avis de divers experts ont permis d'affiner cette estimation selon les connaissances de terrains. Il s'agit de la caractéristique la moins bien renseignée.

- **Présence d'espèces au statut précaire (EP) et microendémique** : les EP sont des espèces menacées, vulnérables ou rares (UICN). Une espèce est vulnérable si sa survie est précaire et elle est menacée si sa disparition est appréhendée (Joly *et al.*, 2008). La rareté des espèces en FS est liée à la réduction de l'habitat, la destruction par des prédateurs, la perte d'agents pollinisateurs et/ou disperseurs, les feux, etc. La connaissance du nombre d'EP et de sa proportion est à corrélérer avec la qualité environnementale du paysage étudié. Dans le cadre des actions du PCFS, la mise à jour de la liste rouge UICN des plantes rares a permis d'actualiser le statut des EP en FS (Hequet, 2007). Sur 66 taxons soumis, 13 sont classés CR (en danger critique d'extinction), 24 en EN (en danger), 29 en VU (vulnérable), 11 en NE (non évalué), 4 en NT (quasi menacé), 2 en LC (préoccupation mineure). Parmi ces EP, 17 sont microendémiques.

- **Etat de la FS** : renseigne sur le degré de recouvrement de la végétation ainsi que sur la monospécificité et la domination ou non de plantes exotiques (contribution faible par les espèces de FS). Elle est définie à partir d'une synthèse raisonnée des 45 types de FS renseignées dans la couche SIG. Plus faciles à exploiter et plus pertinentes opérationnellement, une typologie de 4 types exprimant l'état et le degré d'ouverture a été élaborée (Tab. 2)

Tab. 2 : Typologie des FS adoptées pour l'étude à l'échelle paysagère

Typologie de FS	Recouvrement	Strates	Autres
Fermée	> 75 %	- Canopée jointive : jusqu'à 15 m de haut et 40 cm de diamètre - 4 strates (herbacées, sous-bois, arbustives, lianes) à couvert discontinu - Sous-bois dense non stratifié	- Dégradations faibles - FS stricto-sensu - Régénération naturelle propice si absence de menaces (cerf, etc.)
Semi-ouverte/ouverte	50 à 75 %	- Canopée jointive partiellement	- Dégradations moyennes
Très ouverte	< 50 %	- Canopée non jointive - Arbres de FS +/- isolés	- Dégradations fortes - Régénération naturelle très difficile
À dominance exotique/monospécifique	Arbres de FS épars	- Domination par des EEE ou d'une espèce de FS - Buissons	- Dégradations très fortes - Absence de régénération naturelle

- **Surface** : elle influence la biodiversité et la viabilité d'un massif. En effet, un grand patch, soutenant une importante communauté végétale et animale et des espèces qui requièrent des conditions particulières (calme, territoire important, etc.), est plus susceptible de constituer un habitat complexe et diversifié. La viabilité des espèces les plus rares est aussi fortement liée à la surface d'un massif. Cette dernière est donc déterminante pour la survie de certaines populations (Betts, 2001).

- **Voisinage direct d'autres écosystèmes riches en biodiversité** : en tant que source d'espèces et facilitateur de la connectivité, le milieu entourant, contenant une grande diversité d'espèces et différentes niches écologiques, a une influence directe sur la valeur écologique d'un massif. La présence ou l'absence de végétations paraforestières, forestières et de mangroves à proximité (< 100 m) a été vérifiée à partir de la carte d'occupation des sols.

- **Enclavement** : cette caractéristique évalue l'expansion potentielle d'un massif de FS et la part de milieu naturel autour de celle-ci. En plein cœur urbain, l'enclavement est maximal et son potentiel d'expansion très faible. Il est estimé à partir de la distance avec le tissu urbain, la voirie et la mer, d'observations des orthophotographies et des cartes d'occupation du sol.

- **Forme (cœur potentiel et compaction) :**

L'indice de « cœur potentiel de forêt » est essentiel pour évaluer l'état écologique car il témoigne de l'impact de l'augmentation de l'effet lisière. Il estime la surface de cœur qui pourrait exister si la FS était dans un très bon état. Les auteurs s'accordent à positionner la limite de la zone de lisière entre 20 et 50 m de la bordure (Piessens *et al.*, 2006). En la considérant comme homogène sur l'ensemble du pourtour de la tâche, l'aire située à une distance de 50 m à l'intérieur des limites de la FS est alors calculée en retirant une zone tampon correspondant à l'effet lisière (Elkie *et al.*, 1999). Le ratio « Surface Cœur » / « Surface du massif » est ainsi évalué.

L'indice de compaction de la forme équivaut au ratio « longueur de lisière/surface de la tâche ». Il quantifie l'allongement des massifs de FS et donc l'importance de l'effet lisière. En effet, plus la forme se rapproche du disque (forme compacte), moins le cœur de cet ensemble est soumis aux influences extérieures (Fig. 9). Cet indice est calculé par la formule suivante : $K = \frac{4 \times \Pi \times S}{P^2}$ (Forman, 1995).

La valeur 1 est obtenue pour un cercle et une valeur tendant vers 0 pour une forme très allongée.

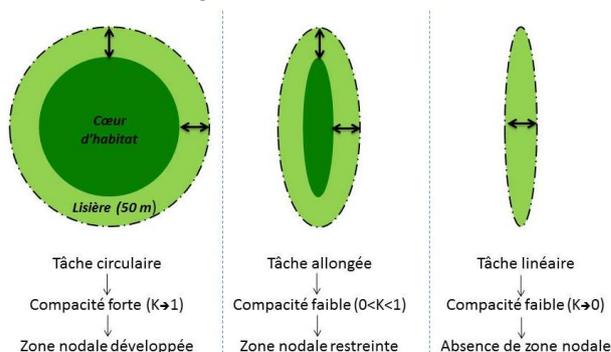


Fig. 9 : L'influence de la forme d'un massif sur la surface de la zone

- **Proximité d'une rivière** : un cours d'eau est d'un intérêt fort en terme de connectivité car il joue le rôle de corridor naturel avec les forêts majoritairement mésophiles en amont. Une con-

nectivité longitudinale est permise par la végétation arborée de grande taille qui est installée et théoriquement préservée sur la quasi continuité des cours.

c) *Caractéristiques relatives aux valeurs de vulnérabilité et de gérabilité des massifs*

Ces valeurs font références à la pérennité des écosystèmes. Elles s'apprécient en considérant la présence de l'Homme et son influence positive ou négative sur l'écosystème. Elle fait appel à la dimension de fragilité du milieu en exprimant les menaces et le rôle de l'Homme (gestion, foncier). Les menaces sont distinguées en 2 types selon que leurs conséquences sont réversibles (= altérations) ou irréversibles (= destructions). Des illustrations des menaces figurent en Annexe XII.

-- Menaces de type « altération » --

- **Fréquentation néfaste** : cette menace fait référence à la fréquentation mal canalisée, mal contrôlée ou à la surfréquentation d'une forêt : surpiétinement, courses d'orientation, collectes de plantes, etc. Elle s'estime en fonction de la fréquentation du massif connue à ce jour et de son accessibilité (emplacement et proximité avec la voirie).

- **Gibiers (cerfs & cochons sauvages)** : le pâturage par les ruminants introduits (essentiellement le cerf rusa : *Cervus timorensis*) est une menace de la FS fréquemment évoquée (Garine-Wichatitsky *et al.*, 2003). Les espèces indigènes n'ont pas de moyen de défense contre les ruminants, initialement inexistantes en Nouvelle-Calédonie. Ceux-ci provoquent ainsi l'appauvrissement de la flore et inhibent la régénération des espèces rares (ex. : disparition d'*Homalium deplanchei* au PZF (Jaffré *et al.*, 1998), sévère atteinte du *Pittosporum tianum* sur l'îlot Leprédour (Bouchet *et al.*, 1995)). Le pâturage se traduit aussi par la prolifération d'espèces non appréciées aboutissant à des peuplements monospécifiques (Bouchet *et al.*, 1995) (ex. : faciès à *Croton insularis*). Le cochon sauvage piétine le sol et détruit les jeunes pousses tandis que le cerf blesse les plants adultes par frottis pour marquer son territoire. Peu d'informations sont disponibles et la présence de ces espèces est assez fluctuante d'année en année. C'est pourquoi, il n'est pas envisageable de définir la menace « gibiers » par des observations quantifiées. Son impact est donc évalué de manière binaire par leur présence ou leur absence (en considérant l'impact de manière homogène sur le territoire où ces animaux sont présents).

- **Pâturages à bétail** : l'élevage est très souvent extensif et le bétail laissé libre de circuler dans les espaces de savanes qui jouxtent les massifs de FS. Il peut donc pénétrer dans ceux-ci et piétiner les jeunes pousses de FS ou encore s'en nourrir. Le défrichage associé au pâturage est aussi une menace. L'impact est évalué de manière binaire.

- **Espèces exotiques envahissantes (EEE)** : les plantes dites « envahissantes », parfois plus compétitives que les espèces natives, représenteraient en Nouvelle-Calédonie la première cause d'extinction des espèces (Beauvais et Coléno, 2006). Elles sont à l'origine d'un appauvrissement drastique de la biodiversité. L'IRD (Hequet *et al.*, 2009) a généré une liste prioritaire d'espèces très envahissantes à suivre particulièrement en attribuant un « rang d'impact » (I-Rank) (Morse *et al.*, 2004; Randall *et al.*, 2008) qui catégorise l'impact négatif sur la biodiversité des écosystèmes en général. Le protocole développé par NatureServe est détaillé en Annexe XI. L'omniprésence de cette menace et les données générales trop maigres rendent cette caractéristique non pertinente à évaluer à l'échelle du paysage. Toutefois, l'absence d'EEE est précisée.

-- Menaces de type « destruction » --

- **Squats et autres mitages** : le squat, apparu dans les années 1980, est caractérisé par des habitations de familles modestes en matériaux de récupération et sur des terrains vagues privés ou publics. Pour construire les habitations, les rendre accessibles et subvenir à leurs besoins (champs, bois de chauffe), les squatteurs dégradent les forêts qu'ils défrichent (parfois même au bulldozer). En dehors du phénomène de squat, d'autres mitages créés notamment par les résidents d'immeubles ou de lotissements à proximité de la forêt, s'observent. Il s'agit de défri-

chement de quelques hectares pour installer des plantations ou encore d'aménagements de lieux de repos divers. L'emprise et le nombre de foyers établis renseignent sur l'ampleur de la menace.

- **Proximité avec l'urbanisation** : de nombreux dégâts sont affligés à la forêt pendant les constructions (feux, passage d'engins, remblais, etc.) (ex. : destruction par engin de *Diospyros veillonii* à Gadji). La proximité urbaine implique une hausse de la fréquentation, des squats et du mitages. Aussi l'enclavement provoqué par la densification du tissu urbain peut s'avérer négatif.

- **Feux** : d'origine naturelle ou anthropique (acte de malveillance, défrichement pour le pâturage, vengeance, etc.), cette menace impacte fortement le paysage et provoque la disparition d'EP. Le feu s'attaque aux lisières réduisant au fur et à mesure la frontière entre FS et savane. Les années très sèches, il peut pénétrer au-delà de la lisière jusqu'à la zone cœur de la forêt. Cette menace est évaluée par une estimation (projet INC) du risque potentiel d'incendie qui est fonction de la densité et du type de bâti, de la proximité avec la route, de la pluviométrie et des observations de feux déclarés (Boyeau, 2005). Cette estimation est corrélée avec les données des archives (2000 à 2012) de MODIS (observations satellitaires de la NASA permettant entre autre de localiser les zones d'incendies).

-- Rôle de l'Homme : Gérabilité --

- **Foncier** : renseigne sur le type de foncier occupé par la FS.
- **Avis du propriétaire** : renseigne sur la volonté, l'indifférence ou le refus à collaborer.

-- Rôle de l'Homme : Gestion actuelle --

- **Restauration** : existence de chantiers de restauration ayant eu lieu, leurs tailles et dates.
- **Clôture** : plusieurs clôtures ont été installées depuis la création du PCFS. Bien que très coûteuse (pose et entretien), cette protection assure une capacité saisissante à la régénération forestière après quelques années seulement.

- **Gardiennage** : il signale l'apparition de squats, mitages, coupes de bois, etc.

- **Aire protégée ou site naturel** :

En province Sud, l'article 211-2 du Code de l'Environnement entend par aire protégée «une parcelle de terre [...] qui fait l'objet d'une protection particulière en vue d'y maintenir la diversité biologique, les processus écologiques, les ressources naturelles et les valeurs culturelles associées». L'article 211-9 limite l'accès et les activités. Il interdit la collecte, la chasse, l'introduction d'espèces, le feu, la modification du paysage, etc. Ce classement assure des mesures particulières de gestion œuvrant pour la protection, la restauration et la gestion du milieu et des espèces.

En province Nord, l'article 212-1 du Code de l'Environnement relatif aux réserves naturelles intégrales assure qu'il s'agit d'«aires dont l'objet est la recherche scientifique [...]. Elles hébergent des écosystèmes et des espèces remarquables rares. Seules les activités scientifiques ou environnementales y sont tolérées ». Autrement dit, aucune perturbation, même minime n'est autorisée. L'article 212-3, relatif aux parcs provinciaux définit ces derniers comme « des zones destinées à préserver l'intégrité des écosystèmes et des processus écologiques et à exclure toute occupation incompatible avec cet objectif [...]. Il permet les usages spirituels, scientifiques et récréatifs compatibles avec le respect de l'environnement et des cultures». Le parc provincial accueille du public mais ses activités sont limitées.

d) Sources et évaluation des caractéristiques

Les données obtenues proviennent souvent de sources très diverses : cartographies (couche vecteur ou raster pour ArcGIS), alphanumérique (études, tableaux, textes, etc.). Aussi, certaines

données sont quantitatives et précises, d'autres qualitatives et plus approximatives. D'autres encore sont orales (PCFS, écologistes, botanistes, experts, locaux, etc.).

L'approche à l'échelle du paysage ne peut être efficace que si les données utilisées sont homogènes sur l'ensemble du territoire étudié, et il est donc nécessaire de passer l'ensemble des données au crible d'une procédure d'harmonisation qui consiste à les simplifier en les transformant en variables qualitatives (Bigot *et al.*, 2000). Cette tâche préparatoire est indispensable à la valorisation des données. Les diverses caractéristiques renseignées dans le fichier EXCEL sont notées à partir de la méthode d'évaluation exposé en Annexe XIII.

Par la suite, la caractérisation des divers massifs et leur hiérarchisation pourront être effectuées par une analyse pondérale des caractéristiques permettant d'estimer leurs valeurs. Ces dernières seront fonction des caractéristiques choisies.

2. Evaluation de la trame forestière et détermination des principales zones sources

a) *Cartographier le continuum forestier*

Pour cartographier la trame forestière il convient de regrouper les polygones d'occupation du sol de types « forêt sur substrat volcano sédimentaire », « forêt sur substrat ultramafique » mais aussi le « maquis para-forestier » dont l'évolution vers le stade « forêt » est probable.

Ces deux derniers types ne se retrouvent pas dans le domaine d'étude des UPF. Cependant, ils forment une continuité avec la trame forêt ce qui justifie leur prise en compte. Les classes d'occupation du sol qui ne se rattachent à aucune trame constituent la matrice.

b) *Identifier les zones sources*

Les habitats de FS de bonne qualité, appelés « sources », contiennent des populations locales excédentaires qui alimentent les populations locales déficitaires présentes dans les habitats de qualité inférieure, appelés « puits » et non capables de maintenir leurs populations locales (Dunning *et al.*, 1992). En altérant la qualité et la taille des sites disponibles et en réduisant les connexions entre les populations, la fragmentation des FS déstabilise leur dynamique et augmente leur probabilité d'extinction. La migration et la dispersion d'individus des foyers sources vers les puits ne peuvent compenser l'extinction des espèces de ces derniers que si la connectivité est augmentée.

L'objectif est donc de déterminer **quelles sont les zones refuges d'intérêts écologique et biologique confirmés de FS pour le maintien de la biodiversité sur le paysage.**

c) *Déterminer les forêts sèches sources internes d'une UPF*

Une analyse portant sur la valeur écologique des FS est réalisée à partir de plusieurs caractéristiques de la carte d'identité des massifs. Cette méthode, permettant de « hiérarchiser » des sites est souvent utilisée dans les plans de conservation pour mettre en évidence les milieux d'intérêts primordiaux (Joly *et al.*, 2008). La confrontation d'avis d'experts a permis d'affiner le choix et la pondération des caractéristiques en prenant en compte le poids relatif associé à l'importance du critère dans l'analyse (Annexe XIV). Il faut donc considérer qu'il s'agit de massifs « potentiellement » sources dans la mesure où cette dénomination est basée sur le choix des caractéristiques les plus pertinentes selon les données disponibles.

La détermination des zones sources repose sur des critères relatifs à la qualité des milieux, leur taille et à la présence de certaines espèces particulières ou emblématiques (Agence Conseil régional Centre, 2009 ; Assmann, 2011 ; Nikolakaki, 2004 ; etc.).

A cette sélection, doivent être ajoutés les massifs clôturés formant des aires protégées. En effet, même si leur biodiversité n'est pas toujours exceptionnelle, ces zones deviendront à terme des habitats de qualité grâce à un contrôle des menaces.

d) *Déterminer les forêts sources externes à l'UPF*

Les sites externes à une UPF, et particulièrement la forêt humide de la chaîne centrale, sont aussi à considérer comme des lieux sources. En effet, elles abritent la plus grande diversité et la plus grande richesse spécifique du territoire (Jaffré *et al.*, 2010) et sont le refuge de nombreux disséminateurs opportuns à la FS (roussettes, chiroptères, oiseaux, papillons).

II. Etude de la connectivité comme outil de la restauration paysagère

La restauration doit être vue comme un outil d'aménagement du territoire qui vise à (re)constituer un réseau écologique cohérent, à l'échelle d'une UPF, pour permettre aux espèces de circuler, s'alimenter, se reproduire et se reposer entre les massifs forestiers. La création de corridors doit donc favoriser les déplacements et les flux de semences, la qualité des habitats et donc la viabilité des massifs forestiers restants. Il convient donc de déterminer quels sont les espaces à vocation restauratoire qui sont autant de cibles d'interventions potentielles pour palier au phénomène de fragmentation et aux menaces pesant sur la FS.

Pour ce faire, la méthodologie développée consiste à estimer la connectivité d'une UPF à une échelle très large. Elle s'appuie sur la théorie mathématique de la « distance coût » (Nikolaki, 2004) qui permet d'estimer, la connectivité fonctionnelle (ou « distances écologiques ») entre les massifs. Elle permet ainsi d'identifier à l'échelle du paysage les principales connexions des zones forestières et les principales zones de rupture dans la connectivité.

1. Estimation de la connectivité fonctionnelle entre les massifs de FS

La connectivité du paysage ne s'exprime pas seulement par rapport à la configuration spatiale des éléments et aux distances euclidiennes qui les séparent. Il faut y intégrer les effets de la matrice paysagère qui, hétérogène, présente diverses résistances pour la dispersion des espèces (Forman et Godron, 1986; Hof et Flather, 1996). La connectivité fonctionnelle est donc le degré de facilité de mouance d'une espèce à travers le paysage (Taylor, 1997) qui est fonction de la connectivité structurale de la matrice paysagère (Joly *et al.*, 2005). Dans cette étude, il a été choisi d'utiliser la méthode de « distance coût » (Nikolaki, 2004). Celle-ci résume globalement les besoins de connectivité d'un réseau écologique (Berthoud *et al.*, 2004). Le coût de dispersion, comparable au « cout énergétique », augmente avec la distance traversée et avec les valeurs de résistance du paysage. Le modèle de « distance coût » estime donc la distance réelle que doit parcourir un individu pour passer d'un massif à un autre.

a) *Le choix de l'avifaune comme support d'étude*

Parmi les divers modes de dissémination naturelle des semences de FS, la zoochorie et plus particulièrement l'ornithochorie est prédominante dans son efficacité (Boissenin *et al.*, 2005). Entre 70 et 95 % des espèces végétales sont dispersées par des animaux frugivores (Gautier-Hion, 1985). En effet, lors de déplacement ou de migration, l'avifaune restitue et dissémine par expulsion les semences déulpées et aptes à germer. La germination serait de plus améliorée par l'action enzymatique des sucs gastriques (Come, 1970). Parmi les 181 espèces d'oiseaux présentes en Nouvelle-Calédonie, 49 ont été rencontrées en FS (Desmoulin et Barré, 2004). Aucune n'est strictement inféodée à la FS. En effet, la plupart de ces espèces sont ubiquistes et se retrouvent dans d'autres milieux. Les forêts humides et le maquis seraient les milieux sources d'où la dispersion des espèces vers les FS se serait faite.

Remarque : Le Siffleur calédonien, le Rhipidure tacheté et le Miro à ventre jaune sont des espèces bio-indicatrices de forêt humide et sèche. Elles se retrouvent dans les FS en bon état dont la canopée est jointive. Elles sont donc présentes en réponse à la qualité du milieu puisque des facteurs d'isolement pourraient être la cause du cantonnement de celles-ci dans certaines FS.

L'avifaune est donc en théorie la **guilde idoine pour estimer la connectivité des FS** puisqu'elle est représentative de la qualité mais surtout de la pérennité du milieu FS.

b) *Affectation des coefficients de perméabilité des milieux*

Une des difficultés majeures dans la modélisation de la « distance coût » est de déterminer comment évaluer les résistances des milieux (Ferrerias, 2001 ; Ricketts, 2001). Le reclassement des différents types de paysages selon leur contrainte à la dispersion nécessite donc d'estimer un coefficient de friction qui relate à la fois l'intérêt, l'attractivité et la perméabilité des milieux par l'avifaune. La SCO a compilé l'ensemble de ses inventaires ornithologiques. Ceux-ci permettent de comparer le nombre d'espèces de FS retrouvées dans les autres milieux.

Des « coefficients bruts » (% d'espèces communes - % d'espèces en FS) ont été établis (Tab. 3). En réalité, il n'existe pas de valeurs de résistances si précises, reconnues de manière usuelle et validées scientifiquement. Il convient donc de les simplifier en les regroupant par classe et en attribuant de nouveaux « coefficients adaptés » d'une précision moindre.

Ces nouveaux coefficients, corrigés à partir des « dire d'experts », relatent davantage la qualité structurante ou non structurante des milieux pour l'avifaune.

Tab. 3 : Coefficients de friction des milieux traversés par l'avifaune

Occupation du sol	Nombre d'espèces communes à la FS	% d'espèces communes	Coefficients bruts	Coefficients adaptés
-- Paysages "naturels" --				
FS	44	100 %	0	1
Forêt dense	32	78 %	22	3
Savane	32	78 %	22	3
Végétation arbustive et éparse	36	74 %	26	3
Mangrove	26	59 %	41	5
Maquis ligno-herbacé	22	50 %	50	5
Sol nu	2	5 %	95	11
Océan	0	0 %	100	15
-- Paysages "anthropisés" --				
Zone suburbaine, résidentielle	36	82 %	18	3
Zone urbaine dense	15	34%	66	9

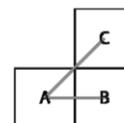
Les zones de FS, milieux sources étudiés, sont les plus appropriées à l'avifaune : leur résistance vaut 1. Les végétations de type forêt, savane et le tissu suburbain résidentiel sont considérés comme structurants (= 3). Les milieux les moins structurants sont le tissu urbain dense, les sols nus et l'océan pour lesquels les coefficients les plus forts ont été adoptés.

Remarque : L'océan « infini » attire peu l'avifaune et est une barrière à la dispersion. Cependant, si une île se trouve à l'horizon, le déplacement peut être supposé. D'ailleurs, plusieurs espèces différentes se retrouvent sur des îles éloignées de plusieurs kilomètres de la Grande Terre.

Les types d'« Occupation du sol » sont alors reclassés en leurs attribuant des valeurs correspondantes au coût de déplacement pour les franchir.

c) L'utilisation de ArcGIS pour estimer la connectivité : « distance coût »

L'opérateur « Distance coût » est un outil de l'extension Spatial Analyst du logiciel ArcGIS (ESRI, 2009). Le coût de passage du centre d'une cellule au centre d'une cellule adjacente est calculé par l'algorithme de la Fig. 10.



Les valeurs obtenues expriment des unités de coût ne traduisant en aucun cas des mètres linéaires (excepté lorsque le milieu traversé a un coefficient de friction valant 1 et où la distance écologique est égale à la distance euclidienne). La méthodologie permettant de mesurer la connectivité figure en Annexe XV.

$$\text{Coût}_{AB} = R \times \frac{\text{Coût}_A + \text{Coût}_B}{2} \quad \text{et} \quad \text{Coût}_{AC} = R \times \sqrt{2} \times \frac{\text{Coût}_A + \text{Coût}_C}{2}$$

Fig. 10 : Algorithme pour le calcul du coût de passage entre deux cellules (R = résolution)

2. Localisation des espaces à restaurer : reconnecter et améliorer les FS

a) Espaces végétalisables en milieu urbain

Dans le contexte urbain, plusieurs espaces pouvant servir d'espaces relais pour reconnecter les massifs de FS entre eux ont été identifiés :

- Les espaces verts (jardins, parcs, cimetières, places, etc.) : aménagés par les communes, ce sont des cibles très intéressantes pour implanter des espèces de FS ;
- Les espaces publics bâtis mais aménageables (administrations, écoles, équipements sportifs, lieux publics divers, etc.) ;
- Les zones contiguës aux structures routières (talus, rond-point, bord de route, etc.) ;
- Les zones de moindre évolution dont l'avenir est non contraint par l'urbanisation : ce sont les zones classées naturelles ou non constructibles dans un PUD ;
- Les espaces classés « à urbaniser à court ou à moyen terme » dans les PUD pour lesquels il convient de réfléchir tôt à la manière dont il faudrait les aménager.

b) Zones d'extension et de connexions potentielles des patches et massifs de FS

Pour identifier d'un point de vue paysager les connexions potentielles entre des patches d'habitats favorables, il est possible d'appliquer un traitement géomatique dit de « dilatation-érosion » (COMOP, 2009 ; Mareschal et Magnin-Feysot, 2011). Cette méthodologie a été utilisée pour l'identification des continuités écologiques dans le Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie (CI, 2010). L'outil « dilatation-érosion », localise les connexions potentielles les plus adéquates pour améliorer la connectivité structurelle. Il permet de délimiter les zones d'extension du continuum forestier et les corridors pouvant les relier.

Ce traitement se fait en deux étapes (Fig. 11) :

- **La dilatation** crée une zone tampon aux diverses entités sélectionnées. Ensuite, l'assemblage permet de regrouper certains éléments initialement séparés entrant désormais en contact et formant des « agrégats ».
- **L'érosion** applique une zone tampon négative de la même valeur. Les zones de l'auréole de dilatation ne permettant pas de fusionner deux objets sont « supprimées ». Les connexions potentielles sont ainsi mises en évidence.

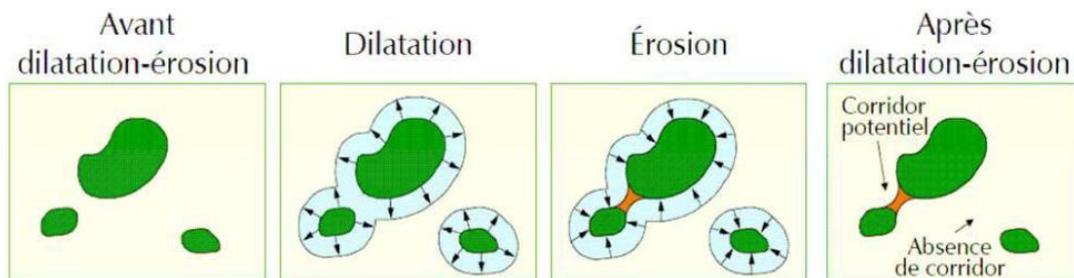


Fig. 11 : Technique de « dilatation-érosion » (d'après le Guide méthodologique trame verte et bleue – COMOP, 2009)

Finalement, cette méthode possède l'avantage de cartographier une **trame forestière potentielle** moins fragmentée obtenue par la réunion de l'ensemble de patches forestiers existants et par **un ensemble de corridors à créer**.

III. Optimisation de la sécurisation des espèces au statut précaire

Pour assurer la pérennité des EP et empêcher leur disparition de la Nouvelle-Calédonie, il convient de déterminer les massifs ayant le plus d'avenir et les plus aptes à les accueillir.

Cette hiérarchisation doit aussi mettre en évidence les sites dont la viabilité des EP n'est pas possible. Notons que malgré des efforts mis en jeu, un patch de très petite taille soumis à plusieurs menaces pourra difficilement soutenir ses EP sur le long terme.

De la même manière que pour la détermination des massifs « sources », un travail de priorisation par croisement de caractéristiques évaluées et pondérées permet de mettre en évidence le caractère de chacun des sites (Annexe XVI). Des caractéristiques conditionnant la vulnérabilité (menaces) et des caractéristiques écologiques favorables à un habitat de bonne qualité ont été choisis. Cette évaluation doit être croisée avec les données relatives au foncier. Celui-ci ayant un poids très fort qu'il convient d'étudier en parallèle. Aussi, les massifs inclus dans des aires protégées sont classés en tête.

L'ensemble de la méthodologie élaborée dans cette partie doit permettre d'étudier et de caractériser **l'écologie du paysage des FS d'une UPF donnée**. Dans la suite de ce rapport, cette méthodologie est appliquée à l'UPF du Grand Nouméa.

PARTIE 4 : ETUDE DES FORETS SECHES DE L'UNITE PAYSAGERE FONCTIONNELLE DU GRAND-NOUMEA (UPF1)

L'UPF 1 semble être prioritaire en terme de gestion : il s'agit de celle où les pressions connues par la FS sont les plus fortes. De plus, le contexte de forte périurbanisation provoque un phénomène de mutation rapide de ses paysages. En vue de proposer des stratégies d'actions optimales pour la restauration et la conservation de l'écosystème FS, il convient en premier lieu de caractériser le territoire étudié : ses contextes physiques, environnementaux, ses dynamiques, l'état, le degré des menaces et des relations écologiques inhérentes aux FS.

I. Contexte paysager de l'UPF 1

L'UPF1 est localisée dans le sud du pays et appartient à l'unité administrative de la province Sud. Elle est composée de trois communes : Nouméa (dans son intégralité), Dumbéa (1/3 ouest de la commune) et Païta (extrémité sud : environ 1/6 de la surface de la commune). L'UPF1 couvre une superficie de territoire de 257 km² et son périmètre mesure 181 km (Annexe XVII).

1. Relief et hydrographie

Bien que l'altitude moyenne n'excède pas 200 m, la zone d'étude présente un relief vallonné oscillant entre 30 m (centre de Nouméa) et 441 m (Mont Coui à Païta) (Annexe XVIII). Les différentes crêtes correspondent aux Monts Coui et Kongoua au nord-ouest de l'UPF1, au Nogouta proche de Païta, et au Pic Jacob à la frontière entre Dumbéa et Païta. Celles de plus petites tailles correspondent aux Monts Ouembo et Tereka sur la presqu'île de Nouville, à Montravel, au Ouen Toro et à Ducos. En dehors de ces reliefs, de forme linéaire pour les plus importants et ponctuelles pour ceux à Nouméa, l'UPF1 présente des surfaces planes entre 0 et 50 m d'altitude.

La proximité directe avec la chaîne montagneuse de la Grande Terre est à l'origine d'une multitude de cours d'eau, peu représentés cependant à Nouméa. Ils modèlent significativement le relief du paysage à l'origine des plats. Le cours d'eau le plus conséquent est *la Dumbéa*, petit fleuve qui s'écoule depuis les versants ouest de la chaîne. Située sur les territoires de Dumbéa et Païta, elle irrigue la région assurant l'alimentation en eau potable.

2. Infrastructure urbaine et végétation

a) Répartition quantitative

L'étude de l'occupation du sol permet d'appréhender davantage le contexte écologique et sociologique du territoire d'étude (Fig. 12).

La végétation arbustive est la principale composante de l'UPF1 : 44 % du territoire (soit 122 km²). Le tissu urbain s'étend sur 1/5^{ème} du territoire (soit 60 km²). Ensuite, la forêt dense, s'étale sur près de 14 % du territoire (soit 37 km²). Les savanes, elles, représentent la quatrième part d'occupation du sol avec 11 % (soit 29 km²). 15 km² de mangroves sont localisées sur le littoral et occupent 6 % du territoire. Les sols dénudés, les réservoirs d'eau et les sols ultramafiques végétalisés ne sont que ponctuellement répartis (9 km²).

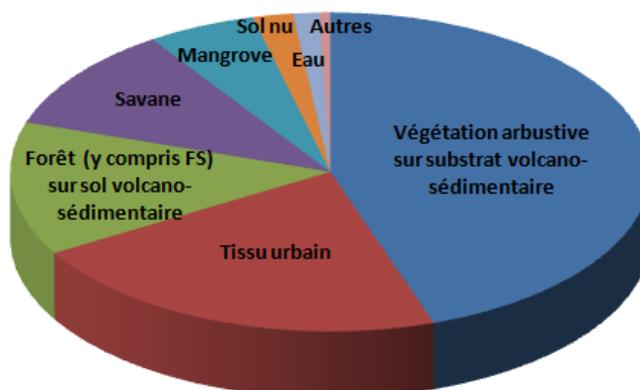


Fig. 12 : Répartition des types d'occupation des sols de l'UPF1 en 2008

b) Répartition du tissu urbain

Le tissu urbain se retrouve à 80 % dans le tiers sud de l'UPF1 (Annexe XIX).

A Nouméa, sa prédominance est forte et sa densité importante (2 168 hab/km²). Celui-ci est continu sur presque l'ensemble de la commune (environ 40 km²). Une large part est de nature résidentielle (voir PUD : Annexe XX). Au nord-ouest, le secteur industriel de Ducos-Doniambo

s'étend à l'ouest de la voie express depuis le port marchand jusqu'à la presqu'île de Ducos. Une cimenterie, des activités de construction navale et des réserves de carburants sont implantés à Numbo, à l'ouest de la presqu'île.

Seuls quelques espaces à vocation d'être urbanisés ainsi que de petites zones naturelles sont épargnées de constructions. Il s'agit des espaces boisés, des mangroves ou encore des zones inconstructibles (notamment très pentues).

A Dumbéa, le tissu urbain, prolongement direct de celui de Nouméa, occupe toute la partie sud du secteur délimitée dans l'UPF1 : et ce, des 2 côtés de la voie express qui traverse la commune parallèlement à la ligne de côte. Il se développe essentiellement dans les quartiers du Cœur de Ville, Koutio et Auteuil sur environ 7 km² et accueille 67,4 % des habitants sur seulement 2,7 % du territoire de la commune. Un peu plus au nord-ouest, un quartier essentiellement résidentiel est aménagé : Pointe de la Dorade (60 ha). De l'autre côté de l'estuaire de *la Dumbéa*, la Pointe Luzerne à Nakutakoin, de type résidentiel, héberge environ 770 habitants sur 66 ha.

Le tissu urbain de Païta est relativement lâche. Il occupe environ 4,5 % du territoire de la commune défini dans l'UPF1. Il est réparti à l'est de l'estuaire du *Karikouïé*, le long de la voie express et se prolonge longitudinalement et perpendiculairement à celle-ci. L'étalement urbain se fait surtout sous la forme de lotissements d'habitats individuels (logements sociaux de Julisa, résidences pavillonnaires de Savannah, Val Boisé, Beauvallon et Naïa, quartier des Trois Vallées en construction à Katiramona, etc.).

c) Répartition des divers types de végétation

Outre le tissu urbain, plusieurs types de végétation occupent l'UPF1 (Annexe XIX).

A Nouméa, la végétation est principalement de type arbustive et se retrouve aux extrémités : presqu'île de Nouville, au sud de la ville (Ouen Toro) et au nord (baie de Tina et Yahoué). En effet, l'urbanisation y est souvent contrainte par le relief. L'ensemble du parc forestier dans le quartier Porte de Fer et une partie de Montravel forme un cœur de nature en plein centre-ville. Une multitude d'espaces verts et d'aménagements paysagers ponctuent le tissu urbain. Tous les îlots autour sont recouverts de végétation arbustive et de forêts. Une ceinture verte quasi-ininterrompue de végétation principalement arbustive s'étend depuis la limite ouest entre Nouméa et Dumbéa (au nord du quartier de Rivière Salée), jusqu'à la baie de Tina. Le zonage naturel du PUD de Nouméa protège une partie de la végétation de la ville (Annexe XX).

La végétation dense ne se retrouve qu'en dehors de Nouméa. La forêt se trouve principalement sur les reliefs les plus « élevés ». Les zones planes sont occupées par la végétation de type arbustive et par de la savane dont les plus importantes couvrent des centaines d'hectares autour de la Baie Maa, de l'estuaire de *la Dumbéa* et du *Karikouïé*. A l'est, sur toute la longueur de l'UPF1, la chaîne montagneuse aux sols ultramafiques, est le support d'une alternance de végétations de type forêt et maquis minier relativement dense. A l'est de la frontière Nouméa/Dumbéa, le Pic Malaoui, important massif forestier s'étend sur un socle non-ultramafique.

Plusieurs mangroves enrobent Nouméa : Baie de Tina, Ouémo, nord de la presqu'île de Ducos (Kaméré Tindu), Baie de la Conception au nord-est de Nouméa, etc. Au nord de Montravel, une zone d'environ 30 ha s'insère en plein centre du tissu urbain. Deux importantes zones de mangroves forment les estuaires du *Karikouïé* (5,5 km²) à Païta et celui de *la Dumbéa* (3,4 km²). Deux autres zones de moindre taille (41 et 20 ha) se trouvent dans la baie de Gadjé et l'anse Maison-neuve à Païta. Une mangrove de 1 km² longe la baie de Koutio-Koueta à l'ouest du quartier Koutio à Dumbéa. Des patchs dénudés par divers chantiers de construction en cours, des carrières, de la voirie et des plages ponctuent également le paysage. Enfin, environ 2 ha de maquis minier se trouvent le long de la limite nord de l'UPF.

Remarquons le **rôle écologique** de certains types de milieux : les mangroves, les forêts et les maquis sont considérés comme des formations végétales supports car elles jouent à la fois le rôle de « sources » de biodiversité, mais assurent aussi un soutien écologique en entourant les massifs de FS. A l'inverse, la savane herbacée (liées aux activités agricoles : élevage, pâturage et incendies passés) ou encore les espaces anthropisés ou dénudés, sont pauvres en diversité et d'une manière générale, sont des contraintes pour les forêts.

3. Dynamique de la démographie et de l'urbanisation

a) Population du Grand Nouméa

En 2009, les populations des trois communes sont les suivantes : 98 806 habitants à Nouméa, 24 431 habitants à Dumbéa et 17 203 habitants à Païta (Fig. 13). Ce sont donc plus de 140 000 habitants qui vivent dans un territoire de 250 km² (densité : 560 hab/km²), soit 2/3 de la population totale de Nouvelle-Calédonie. Si la densité de la Nouvelle-Calédonie est faible (13,2 hab/km²), celle de Nouméa dépasse en revanche les 2 100 hab/km².

b) La périurbanisation actuelle et la rurbanisation à venir

Jusqu'au milieu des années 1980, la périurbanisation hors Nouméa est quasi inexistante et les populations de Dumbéa et Païta sont stables. Portée par le dynamisme économique de l'industrie minière, la démographie explose au cours des années 1990. Ensuite, rien qu'entre 2004 et 2009, 18 500 arrivants se sont installés dans le Grand Nouméa (Fig. 13).

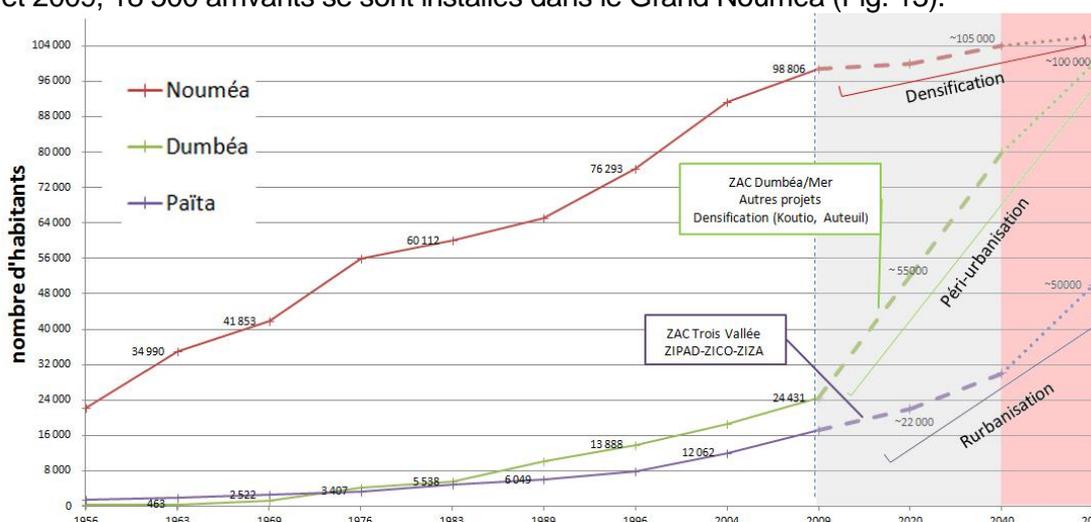


Fig. 13 : Population du Grand Nouméa de 1956 à 2009 et évolution possible jusqu'en 2060 (adapté de INSEE, ISEE, Broustet et comm.pers.) (Bandeau rose : extrapolation de l'évolution possible)

Depuis 1996, la croissance est si forte et le tissu urbain de Nouméa si congestionné (80 % du territoire est construit en 2009 contre 55 % en 1978) (Annexe XXI), qu'un phénomène important de périurbanisation s'étend dans le sud de Dumbéa (quartiers de Koutio et Auteuil) et concerne 13 000 résidents, soit 70 % de la population totale. Les croissances annuelles record de Païta (+ 5,7 %) et de Dumbéa (+ 4,7 %) reflètent cette expansion périurbaine vers le Nord de la presqu'île nouméenne. La population de ces deux communes a doublé en 13 ans et ne cesse d'augmenter.

A Dumbéa, le projet Dumbéa-sur-Mer, l'une des plus grande ZAC de France, prévoit d'héberger 25 000 habitants sur 500 ha d'ici à 2021. Il comprendra aussi l'essentiel des infrastructures de santé (jusqu'ici concentrées à Nouméa) le long de la baie de Koutio en un site appelé Médipôle. A Païta, le lotissement des Trois Vallées est en cours de construction (Annexe XXII). Il a pour vocation d'accueillir au moins 400 lots. Un large parc d'activités à vocation industrielle et résidentielle nommé ZIPAD-ZIZA-ZICO est également en travaux à l'ouest de l'embouchure de la Presqu'île de Maa. Ces zones devraient accueillir au moins 5 000 habitants.

Ainsi, en 2020, la population de Dumbéa ne serait plus que deux fois moins importante qu'à Nouméa et il est envisageable que la population de Dumbéa atteigne celle de Nouméa dans les décennies suivantes. De même à Païta, un phénomène de périurbanisation fort dans les prochaines décennies poursuivrait la rurbanisation actuelle. A partir des aménagements en cours et prévus, des estimations à dire d'experts (mairies, services, etc.) et des diverses études (ISEE, 2005 ; SIGN, 2010), il est possible d'estimer l'évolution possible de la démographie du Grand-Nouméa jusqu'en 2040 (Fig. 13). Elle atteindrait près de 200 000 habitants en 2030 et ce seuil pourrait être atteint dès 2020 ! (Broustet, 2005).

Au delà de 2040, il est à penser que la croissance de Nouméa se stabilisera, celle de Dumbéa se poursuivra et celle de Païta s'accéléra d'autant plus.

Ainsi, **l'urbanisation est la problématique majeure du contexte actuel de l'UPF1**. Ayant déjà touché Nouméa il y a plus d'un demi-siècle, elle concerne désormais le territoire adjacent et le phénomène de périurbanisation connaît une pression immobilière qui devient de plus en plus forte depuis ces dernières années. L'évolution de l'écosystème FS est intrinsèquement liée à l'évolution de l'urbanisation. Il est donc important de conjuguer le devenir des massifs de FS et leur viabilité avec le développement urbain qui d'une manière ou d'une autre, finira par fragmenter d'autant plus les massifs existants si rien n'est fait pour l'éviter. Il est ainsi possible d'établir le contexte spatio-temporel de l'UPF étudiée (Tab. 4):

Tab. 4 : Contextualisation spatiotemporelle de l'UPF 1

Partie de l'UPF	Contexte général	Echelle temporelle
Sud	Totalement urbanisée	Passé - actuel
Centre	En cours d'urbanisation galopante	Actuel – 10/20 ans
Nord	Evolution rurale : rurbanisation	> 20 ans

4. L'écosystème forêt sèche de l'UPF1

Un important travail de recherche et de synthèse de l'ensemble des données des études disponibles a permis la création des « cartes d'identité » des massifs de FS de l'UPF1 (cf. Partie 3I1) (Annexe XXIII). Les sources bibliographiques utilisées sont de nature très différentes : rapports scientifiques (IAC, IRD, PCFS, etc), rapports de colloques, notes de terrains (PCFS), tableaux, listes d'inventaires (IRD), lectures cartographiques, sorties terrain, avis d'experts (PCFS, botanistes). Aussi, des ajustements de la cartographie de 2006 ont été effectués au cours de ce stage à partir des connaissances de plusieurs experts locaux. Sur Nouméa, 5 massifs ont été intégrés : l'Archive territoriale, le 6^{ème} km, l'Etrier, la Baie de l'Orphelinat et la Pointe de Noël.

a) Des FS fragmentées, isolées et hétérogènes

Avec les UPF 4 b et 6 b (Fig. 8), l'UPF1 est l'unité sur laquelle la part de FS est la plus importante (1309,5 ha répartis en 35 massifs, soit 5,1 % de l'UPF1) (Annexe XVII).

Les FS occupent majoritairement les reliefs (cf. I1), généralement peu accessibles et donc inconstructibles. De plus, seuls les flancs orientés vers l'ouest sont colonisés. Les FS ne se retrouvent pas à proximité des cours d'eau, excepté le Pic Jacob et ses quelques FS de type rivulaire.

La moyenne des patchs est de 37 hectares (Annexe XXIV). Les massifs de grande taille sont nombreux : 10 ont une superficie supérieure à 50 ha, dont 4 supérieures à 100 ha. Le Pic Jacob (250 ha) est le massif le plus grand de l'unité. Il est en surface le double de celui de Maa Porokoué, le second le plus grand. En contrepartie, 10 sont de très petite taille (inférieures à 3 ha).

Parmi les 35 massifs de l'UPF1 :

- 12 sont à Païta (606 ha). Un grand ensemble de FS (environ 400 ha) se trouve sur la large presqu'île de Maa, pour l'instant loin des constructions. Port Laguerre, massif le plus septentrional de l'UPF1 est aussi le plus éloigné (8 km au nord de Nogouta).
- 6 sont à Dumbéa (406 ha). La Butte Waaka (enclavée entre la mer, la mangrove et la voie express), le Pic des morts, le Pic aux Chèvres et Tonghoué se trouvent en limite directe ou inclus dans la zone de périurbanisation en cours, qui concerne 148 ha de FS.
- 17 sont à Nouméa (297 ha). Ils se retrouvent cantonnés aux extrémités et sur les hauteurs (presqu'îles de Nouville et de Ducos, Baie de Tina et la pointe sud). La plupart sont résiduels (entre 0,5 et 20 ha ; moyenne : 17 ha), excepté l'ensemble Tina / Magenta et le Ouen Toro. La FS Sainte Marie est isolée sur un îlot proche de Ouémo.

En excluant Port Laguerre, l'isolement maximum est de 2250 m (moyenne : 850 m) (Annexe XXV). Les massifs les moins isolés (distance < 850 m) forment les ensembles Tina / Tjibaou / Magenta, Pic aux Chèvres / Tonghoué et Pic Jacob / Nondoué / Nogouta / Baie de Maa. Les massifs les plus isolés (distance > 850 m), sont Maa Pointe, Butte Waaka, Pic des Morts, l'îlot Sainte Marie et les massifs dispersés dans Nouméa.

Enfin, 821 ha de FS (63 %) sont en bon état, 240 ha (18 %) sont semi-ouverts à ouverts et 250 ha (20 %) sont très ouverts, monospécifiques ou à dominance exotique (Annexe XXVI).

b) *Des FS sur une mosaïque foncière contrastée*

La répartition du foncier occupé par les patchs de FS est la suivante : Privé 57 %, Public 36 % et terrain coutumier 7 %. Une carte en (Annexe XXVII) illustre cette répartition.

La majorité des patchs de FS de Dumbéa et Païta sont inclus dans des terres privées. Les exceptions sont rares. Une partie de Port Laguerre appartient à la province Sud et une autre à une tribu ; au nord du quartier de Koutio (Dumbéa), la forêt de Tonghoué appartient intégralement aux terres coutumières. Il en est de même pour la partie sud du Pic aux Chèvres. En revanche, à Nouméa, la quasi-totalité des patchs de FS repose sur du foncier public (l'exception est unique : une parcelle de 9 ha dans le quartier de Magenta). La mosaïque foncière du public à Nouméa est la suivante : 71 % de la surface des patchs de FS appartiennent à la commune, 14 % à la province Sud, 14 % à la Nouvelle Calédonie et 3 % à l'Etat Français.

c) *Des intérêts floristiques exceptionnels*

La richesse floristique de l'ensemble des FS de Nouvelle-Calédonie est estimée à 438 espèces (Jaffré *et al.*, 2001). Selon les divers relevés botaniques, il est possible d'estimer la richesse spécifique de l'UPF1. Celle-ci s'élèverait à **environ 250 espèces**, soit un peu plus de la moitié du nombre d'espèces total de FS.

34 espèces au statut précaire dont 7 classées « CR » sont dénombrées sur l'UPF1 (Annexe XXVIII & XXIX). Ces dernières sont microendémiques et ne sont donc connues que d'un seul site. Pour ces espèces, un seul événement grave ou stochastique peut donc faire disparaître l'ensemble de la population. Parmi ces 7 espèces, 2 ne sont représentées que de quelques individus : *Callerya neocaledonica* et *Tinadendron noumeanum*. Elles sont donc « les prioritaires à conserver parmi les plus prioritaires ».

La Fig. 14 illustre un *Phyllanthus* microendémique de Kaméré. Cette population unique ne couvre que quelques mètres carrés sur une presqu'île située en pleine zone résidentielle de Nouméa. Cette population est menacée par l'apparition de squats et de déchets, sources inflammables potentielles.



Fig. 14 : *Phyllanthus conjugatus* var. *ducosensis* : Population, individus et déchets (risque de feu)

Précisons que les inventaires sont bien souvent incomplets. Lors de sorties terrains avec des spécialistes, la présence d'EP non signalées sur le micro-patch du 6^{ème} km a été constatée. En effet, au moins 3 espèces rares existent (*Oxera pulchella* subsp. *grandiflora*, *Picrella trifoliata* et un *Atractocarpus*). De même, sur le site en mauvais état de l'Etrier, de nombreuses jeunes pousses d'*Oxera pulchella* subsp. *grandiflora* ont été observées au milieu des agaves envahissantes.

Enfin, le site de l'Etrier et la propriété Guéguan à Magenta, qui était le refuge de nombreuses EP, ont été presque entièrement défrichés respectivement en 2010 et 2012. La survie de ces espèces est ignorée. Ces conséquences permettent de mettre en exergue le **principe de précaution** à considérer avant tout travaux sur des parcelles dont la qualité floristique est mal connue.

d) *Les aires protégées et les clôtures*

Deux aires protégées sont classées Parc Provincial : le Parc Zoologique Forestier Michel Corbasson (PZF) et le Ouen Toro. Au PZF, une clôture permet également d'éviter la fréquentation du public sur un hectare. Aujourd'hui, malgré un contexte de fort enclavement, ces classements de site assurent une pérennité forte à ces deux massifs de FS. A Tina 7^{ème} km, 8 ha à proximité du péage ont été clôturés pour limiter l'impact des squatteurs. La densité du sous-bois et la jointure de la canopée sont remarquables.

e) *Réglementations pour la FS : Code de l'Environnement de la province Sud*

Les Articles 232-1 et 232-3 définissent la FS comme un écosystème d'intérêt patrimonial au même titre que la forêt dense humide, les mangroves, les herbiers marins et les récifs coralliens. C'est l'ensemble des formations forestières [...] constituées d'espèces végétales à feuillage dur et vernissé, caractérisées par une strate arborescente dominée par des arbres de faible taille, d'un sous-bois à l'allure de fourrés plus ou moins denses composés d'arbustes, de buissons, de lianes et de quelques herbacées – notamment des Graminées. La FS se développe sur des roches sédimentaires ou basaltiques dans les zones où la pluviométrie annuelle est inférieure à 1 500 mm et l'altitude inférieure à 500 m. A l'inverse des autres « **écosystèmes d'intérêt patrimonial** », **c'est le seul dont la description n'est pas suivie d'une liste d'espèces caractéristiques.**

L'Article 233-2 spécifie que tout programme ou projet d'aménagement dont la réalisation est susceptible d'impacter l'environnement d'un écosystème d'intérêt patrimonial fait l'objet d'une étude d'impact. Ainsi, le président de l'assemblée de province peut refuser un tel projet s'il résulte de l'étude d'impact jointe au dossier de demande d'autorisation que sa réalisation porte une atteinte significative à l'état de conservation de l'écosystème. Il peut malgré tout accepter celui-ci... En l'absence de solution alternative, le président peut donner son accord pour des motifs d'intérêt général (ex : construction d'une autoroute, etc.). Dans ce cas, il s'assure que des mesures de suppression, compensatoires ou d'atténuation soient prises : celles-ci étant à la charge du bénéficiaire du projet comme le spécifie l'Article 233-2.

Ainsi, théoriquement, si l'aménagement impactant potentiellement la FS concerne des intérêts personnels (construction d'un lotissement sur terrain privé), celui-ci doit être stoppé.

Actuellement, la DENV (province Sud) possède la cartographie de référence de la FS établie en 2006 par le PCFS et la SMAI. Celle-ci a été intégrée à la cartographie des milieux naturels qui est fournie aux services techniques des communes, lors d'élaboration des PUD prenant en compte ces milieux.

f) *Conclusion*

La répartition des FS sur le foncier met en évidence une dichotomie entre Nouméa (à dominante publique) et le reste de l'UPF1 (à dominante privée). Cette approche foncière est un critère important pour orienter les stratégies d'action.

Aussi, la fragmentation des FS est très forte. Elle se traduit par une multitude de massifs de formes hétérogènes, d'une superficie et d'un éloignement extrêmement variables. Ceci confirme l'intérêt de l'approche paysagère pour étudier les connectivités entre les éléments du paysage.

Enfin, l'écosystème FS du Grand Nouméa dispose de ressources et de niches suffisamment diverses et riches pour accueillir une grande variété de taxons. Environ 1/5^{ème} de la surface totale de FS se trouve sur le territoire d'étude et abrite la moitié des espèces représentatives, dont une trentaine d'espèces classées sur la liste rouge de l'UICN. Ceci justifie d'autant plus l'intérêt de sauvegarder les massifs survivants et d'établir une stratégie d'action pour les gérer sur le long terme.

5. Menaces pesant sur l'écosystème forêt sèche de l'UPF1

a) *Les espèces végétales exotiques envahissantes (EEE)*

Parmi les 258 espèces mentionnées comme envahissantes en Nouvelle-Calédonie (Hequet *et al.*, 2009), 141 se trouvent sur l'UPF1, 62 sont prioritaires et **28** ont un I-Rank supérieur à 30 ce qui les classe comme extrêmement dangereuses.

Certaines se trouvent sur le territoire depuis longtemps comme *Leucaena leucocephala* (I-Rank = 51), *Pinus caribaea* (I-Rank = 68) ou *Passiflora suberosa* (I-Rank = 30). D'autres, sont plus récentes. L'absence de réactions directes leur a permis de coloniser très rapidement le milieu (ex : la Liane de Gatope (*Cryptostegia grandiflora*) (I-Rank = 27) sur la presqu'île de Maa). Certaines très difficilement exterminables, et malgré des défrichements, repoussent rapidement au détriment des espèces de FS.

De nouvelles EEE dangereuses apparaissent, formant des foyers naissants dans des zones indemnes. C'est le cas de *Arundo donax* (I-Rank = 73), *Pluchea odorata* (I-Rank = 35) ou encore *Tecoma stans* (I-Rank = 40), de plus en plus fréquents. Cette dernière se serait propagée le long de la voie express jusqu'au centre de Nouméa (Ouen Toro, Nouville, PZF, etc.), sa caractéristique anémochore en facilitant la dispersion.

Plusieurs facteurs incontrôlables sont à l'origine de ces apparitions d'EEE (dispersion anémochore et zoochore, transport accidentel, etc.). Il existe aussi des nœuds de diffusion **d'origines anthropiques**. Par exemple, les pépiniéristes vendent parfois des espèces horticoles envahissantes qui sont utilisées dans les parcs urbains ou les propriétés. Ainsi, des sorties pédagogiques organisées par des écoles, peuvent être vecteur d'un nouveau foyer de diffusion. Notons aussi que les EEE se développent essentiellement suite à des perturbations anthropiques. Les matériaux de construction, le défrichement et le maniement des sols favorisent les invasions.

La liste d'espèces à I-Rank élevé et leur localisation (Annexe XXX) doit permettre de cibler les efforts d'éradication à mettre en place en localisant les efforts en direction des foyers.

b) *Les espèces animales exotiques envahissantes*

Les cerfs se retrouvent sur l'ensemble du territoire non urbanisé (Pic Jacob, Pic aux Chèvres, etc.) et épargnent seulement les FS de Nouméa. La présence des fourmis exotiques dont *Wasmannia auropunctata*, a un impact significatif sur la richesse et la diversité des peuplements herpétologiques et entomologiques. Elle est présente dans les milieux forestiers à moins de 900 m d'altitude (Sadlier et Jourdan, 2010). Faute de données, les fourmis ne sont pas répertoriées dans ce rapport.

c) *Les squats et les mitages*

Au moins 8 200 personnes habiteraient les squats dans le Grand Nouméa (Connell *et al.*, 2006). Les principaux sont situés à la limite entre Dumbéa et Nouméa, à Nouville, sur les rives de la baie de Koutio à Montravel et dans la mangrove entre Magenta et Ouémo (Fig. 15). Liés à la périurbanisation de Dumbéa, de nouveaux mitages s'observent dans les FS à proximité de la ZAC (Fig. 15) où l'appropriation de petites parcelles permet d'aménager des champs. En effet, la population locale entretient un lien étroit avec la terre et son attachement pour celle-ci est fort, malgré le contexte urbain.



Fig. 15 : FS de Magenta et mitage au « Pic aux Chèvres »

d) *Densification et périurbanisation*

En zone périurbaine à Dumbéa et Païta les quartiers en construction impactent les FS. Les constructions sont accolées aux lisières et aucune zone tampon n'est prise en compte. Des défrichements abusifs sont observés dans plusieurs localités (Fig. 16). Vue la pression d'urbanisation dans l'UPF1, une grande partie du territoire devrait être converti. Cette menace conditionne ainsi fortement le devenir des massifs forestiers.



Fig. 16 : Constructions à proximité directe de la FS (Pic aux Chèvres) ; FS divisée en deux pour le tracé d'une voirie (Trois Vallées) ; Canal d'évacuation des eaux de pluies (13 m de large au lieu des 3 m autorisés) (Trois Vallées)

e) *Le feu*

Au vue de la pression démographique, cette menace est très élevée dans le tissu urbain. Cependant, étant donné la proximité des services de la Sécurité Civile, la propagation et donc l'impact sur les FS est en revanche faible.

La cartographie des menaces a été réalisée à partir des informations renseignées dans la base de données (Fig. 17). Le continuum forêt, la matrice, les cours d'eau et le tissu urbain sont représentés.

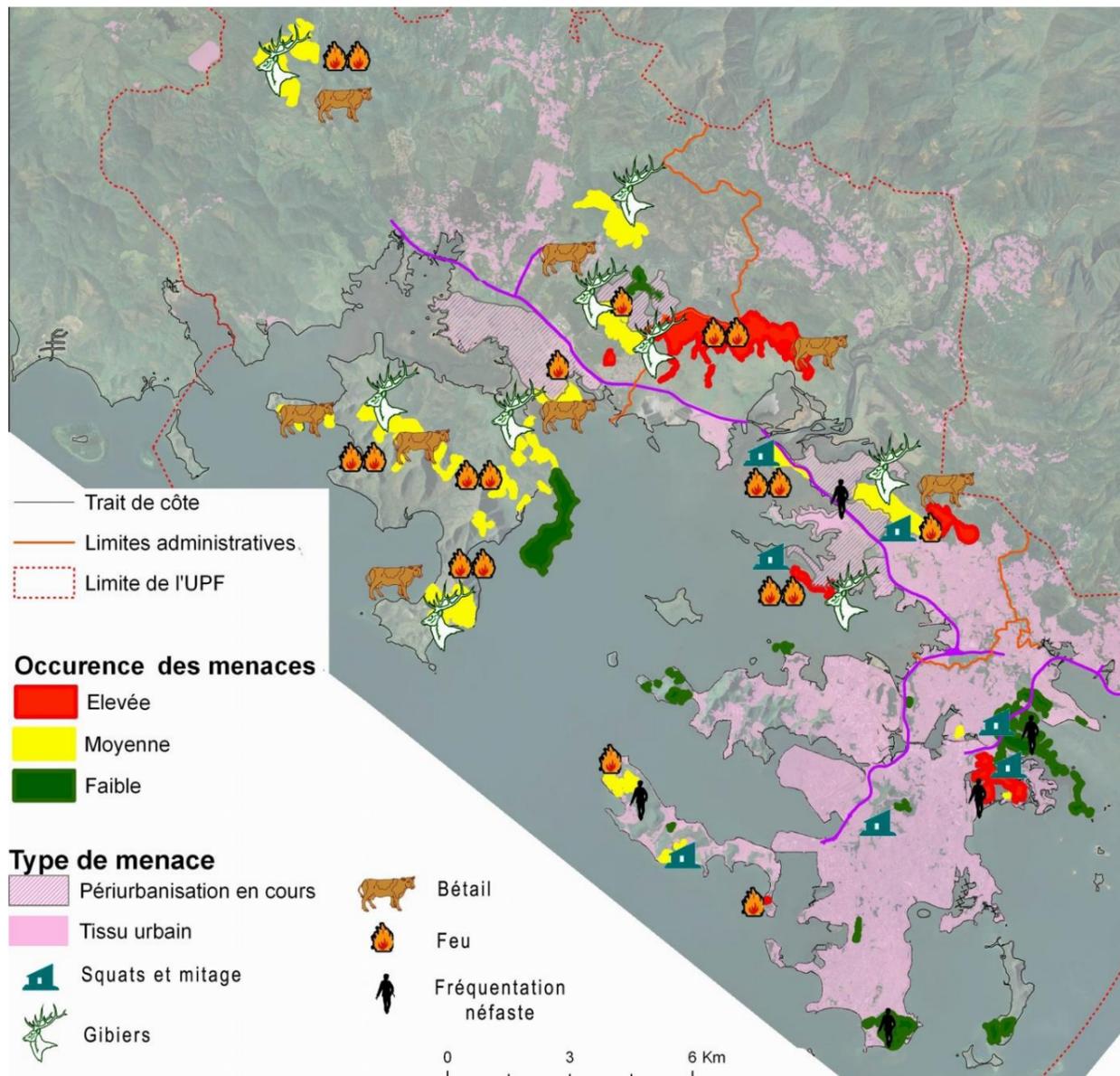


Fig. 17 : Carte des menaces recensées pour l'UPF 1 : les massifs apparaissent en jaune, rouge ou vert selon l'occurrence des menaces qui les concernent. (Remarque : Faut de cartographie générale existante (celle élaborée par l'IRD illustre la répartition des EEE autour des axes routiers), les EEE ne sont pas représentées sur la carte).

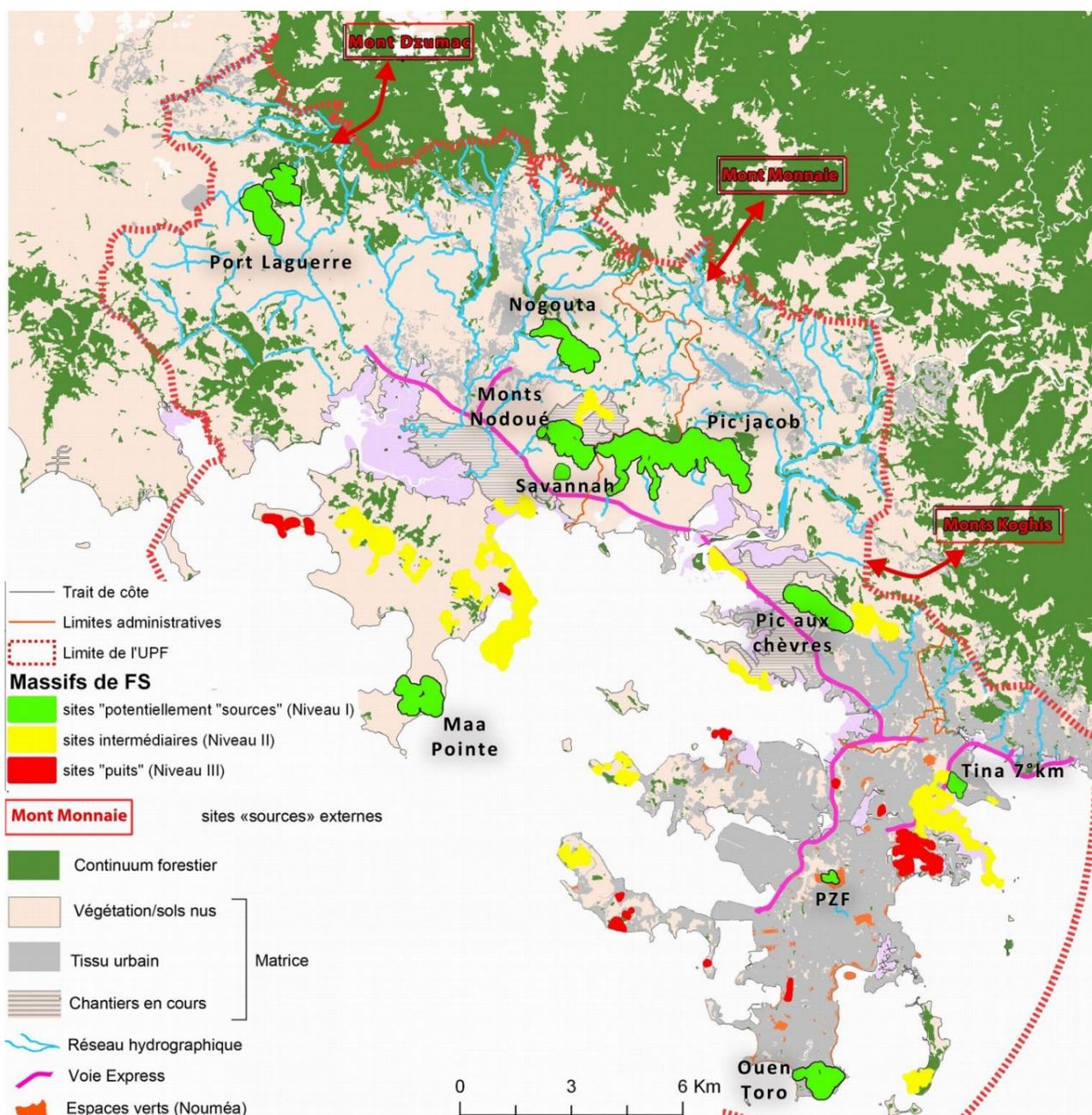


Fig. 18 : Carte des zones sources *in-situ* et *ex-situ* de l'UPF1

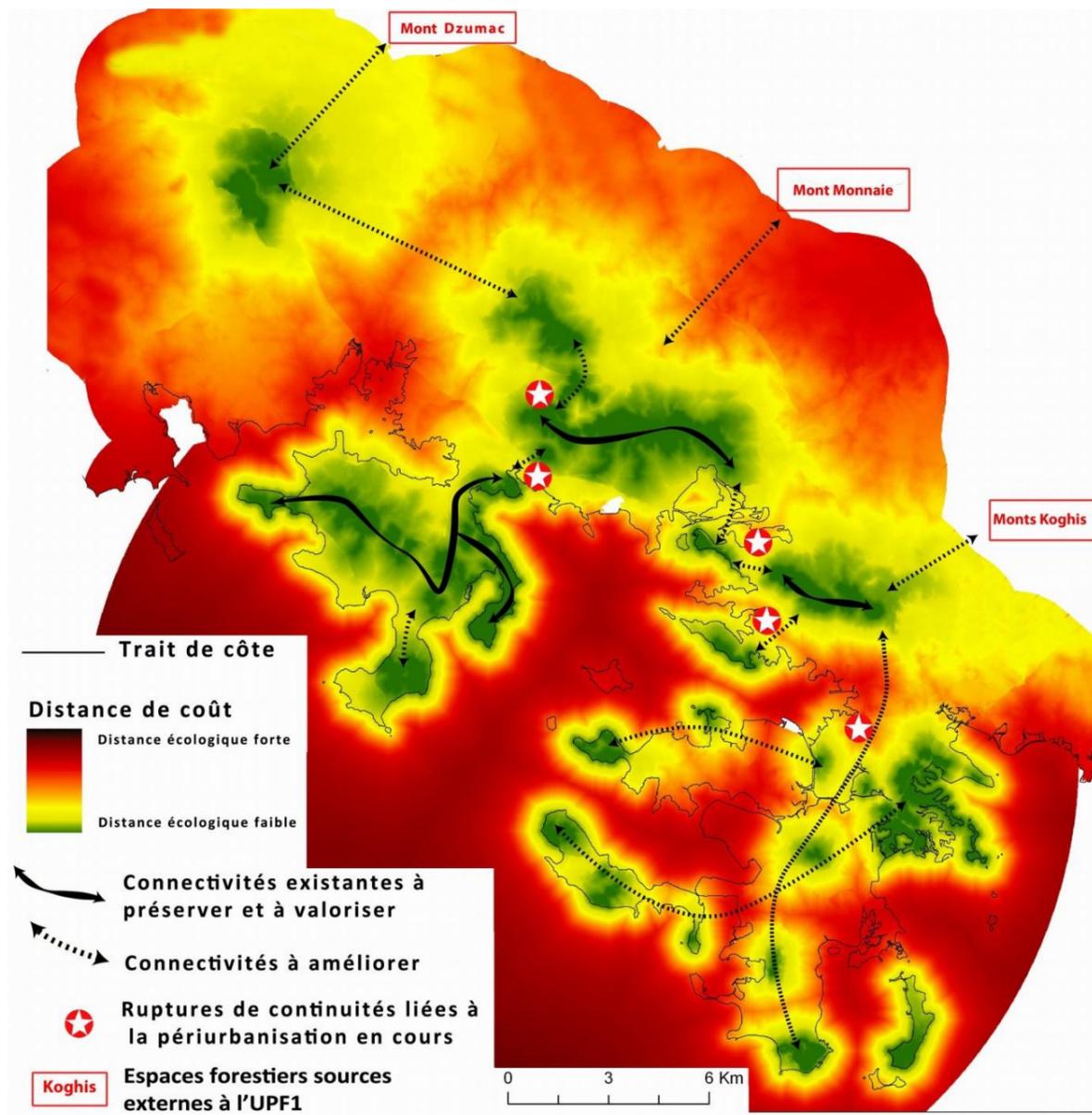


Fig. 19 : Estimation de la connectivité fonctionnelle de l'UPF 1 (Les valeurs de coût forment des anneaux concentriques écologiquement équidistants autour de la même source).

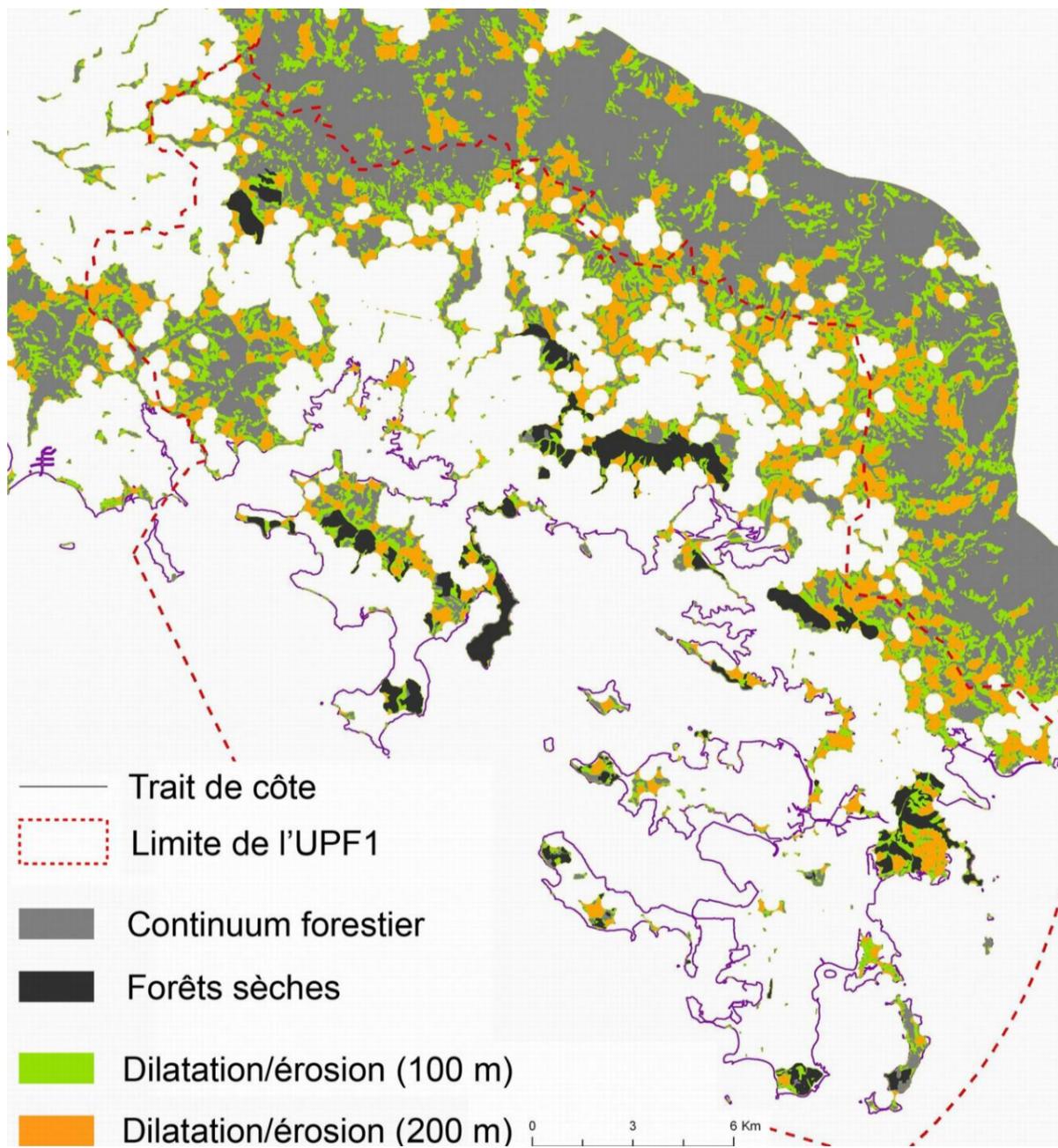


Fig. 20 : Connexions potentielles à travers la trame forestière de l'UPF1

6. Zones sources potentielles et continuum forestier

L'évaluation détaillée des caractéristiques (Annexe XXXI) permet de hiérarchiser les massifs de l'UPF1 (Tab. 5). La valeur maximale obtenue est de 37 ; la minimale est de 3. Cette hiérarchisation expose les FS « sources » ayant une biodiversité inestimable ou des caractéristiques écologiques très avantageuses (Niveau I ; valeur > 28 et massifs protégés). Les massifs « puits » sont classés dans le Niveau III (valeur < 20). De plus, trois forêts humides « sources » ont été identifiées en dehors de l'UPF1 (Fig. 18).

Tab. 5 : Répartition et quantification des milieux de FS potentiellement sources dans l'UPF1

Niveau de priorisation	Nombre de massifs	Superficie (ha)	% de la superficie totale de FS
I – sources	8	630	48
II - intermédiaires	14	524	40
III – puits	13	155	12

II. Estimation des relations écologiques entre les massifs

- L'analyse de la friction (cf. Partie 3 II1b) (Annexe XXXII) a permis d'élaborer la carte des « distances coûts » (Fig. 19). Les massifs de FS sont choisis comme « zones de départ » des individus disperseurs. Chacun étant un lieu d'accueil potentiel de l'avifaune, notons que cette carte ne prend pas en compte le seuil limite de dispersion puisque ce modèle doit avant tout localiser, à l'échelle du paysage, les connectivités à préserver ou à restaurer.

Cette carte met en évidence la connectivité fonctionnelle existante dans le paysage entre les massifs de FS suivants : la quasi-totalité des massifs de la Presqu'île Maa ; le Pic Jacob, Savannah et les Monts Nondoué, et enfin le Pic aux Chèvres et Tonghoué. De la même manière, elle met en évidence les connectivités qui mériteraient d'être améliorées.

Notons que dans le contexte urbain dense, ce modèle est discutable car les déplacements de l'avifaune sont dépendants d'espaces relais (les espaces verts, les résidences individuelles ayant un jardin, les espaces publics aménagés, etc.) qui sont ici non pris en compte.

Ce modèle, certes théorique, présente toutefois des résultats intéressants **mettant en avant des tendances.**

- L'application à la trame forestière de la méthode de dilatation-érosion permet de mettre en évidence une **multitude d'espaces qui dessine une nouvelle trame forestière potentielle** (Fig. 20). Son utilisation est détaillée dans la partie recommandation.

Quelle distance tampon appliquer pour la phase de dilatation ? (Rios et Lefeuvre, 2010)

Certaines études (Réseau Écologique National Suisse, Biotope Nord Pas-de-Calais) ont choisi une distance de 100 m correspondant à la dispersion d'un animal théorique de petite taille.

Ce choix est appuyé par la mesure d'isolement des patches (distances euclidiennes) constituant la trame forestière. Pour l'UPF1, les distances inter-patches sont en moyenne inférieures à 200 m. Une dilatation de cet ordre de grandeur permet donc d'identifier la majorité des connexions. 2 étapes sont ainsi opérées :

- Une érosion-dilatation de 100 m, qui permet d'identifier les connexions potentielles existantes les plus fines. Elle met généralement en évidence les connexions entre les patches d'un même massif.

- Une érosion-dilatation de 200 m pour identifier, à une échelle un peu plus large, les connexions à privilégier afin d'obtenir un continuum de taille assez importante pour être « écologiquement efficace ». En effet, la connexion entre 2 patches doit être assez large pour que la zone de cœur ne subisse pas l'effet lisière. En considérant un effet lisière de 50 m de part et d'autre du corridor, une connexion de 200 m de largeur ne présente que 100 m de zone de cœur.

- Les espaces à Nouméa à aménager en faveur de la connectivité figurent sur la carte suivante (Fig. 21). La sélection a été opérée parmi 669 éléments. Seuls ceux qui sont aménageables (bâtiments avec terrain) et permettant de reconnecter les massifs ont été retenus par repérage sur orthophotographies (Tab. 6). Les données officielles pour Dumbéa n'ont pas pu être obtenues. Cependant, un repérage sur orthophotographies a été opéré : l'échangeur de la voie express, les parcs urbains de la mairie annexe, de la piscine de Koutio et de l'école élémentaire Gustave Clain apparaissent intéressants.

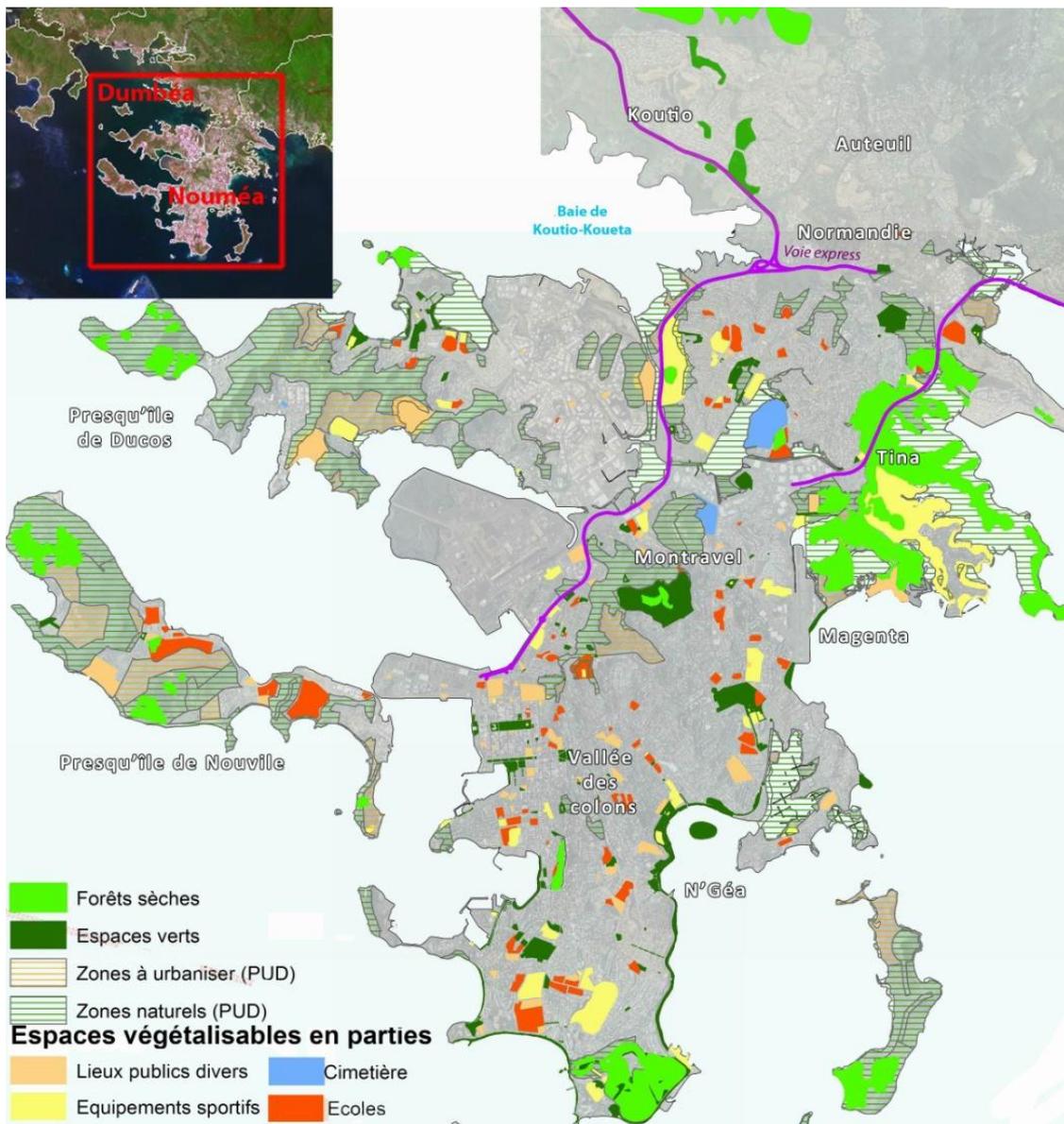


Fig. 21 : Espaces revégétalisables à Nouméa et à Dumbéa Centre

Tab. 6 : Espaces potentiellement restaurables à Nouméa (EV : espace vert ; ZN : zone naturelle ; ZAU : zone à urbaniser)

	Equipements sportifs	Ecoles	Cimetières	Lieux publics divers	EV	ZN (PUD)	ZAU (PUD)
Nombre	80	95	4	64	137	~	~
Surface totale (ha)	40	62	24	151	67	880	171

III. La sécurisation des espèces au statut précaire

L'évaluation des critères et les valeurs finales obtenues pour chaque massif (Annexe XXXIII) permettent de définir des indices de hiérarchisation en fonction de leur aptitude à la conservation des EP :

- Niveau I (valeur > 5 et massifs protégés) : Aptes à sécurisation ;
- Niveau II (valeur entre -5 et 5) ;
- Niveau III (valeur < -5) : Inaptes à la sécurisation à long terme.

Pour améliorer cette hiérarchisation, le type de foncier occupé par les massifs est pris en compte. Dans la partie recommandations, sont évoqués ceux pour lesquels des mesures de sécurisation des EP présentes sont à entreprendre ainsi que ceux qui pourraient en accueillir.

PARTIE 5 : RECOMMANDATIONS STRATEGIQUES

Cette partie propose des recommandations qui découlent de l'analyse du contexte paysager de l'UPF1, de sa dynamique d'évolution probable ainsi que des qualités et des relations écologiques entre ses FS. Les entretiens réalisés pendant ces 6 mois ont permis de préciser certaines recommandations et de mutualiser les réflexions concernant les efforts de gestion déjà en place et à venir. (ANNEXE XXXIV). Rappelons que les résultats précédents reposent sur une méthodologie utilisant les données actuellement disponibles. Celles-ci étant loin d'être complètes, les résultats obtenus peuvent être améliorés. L'ensemble des recommandations devra donc faire l'objet de débats collégiaux confrontant les arguments et les points de vue de chacun des acteurs du territoire. Enfin, notons que de nombreuses recommandations ne s'appliquent **pas seulement à l'UPF1** mais à l'ensemble des UPF. Celles-ci sont développées selon 3 axes :

1 - La sécurisation : à l'état actuel et au regard de la limite des moyens disponibles, les efforts doivent s'orienter vers la conservation de l'existant, que ce soit au niveau des habitats ou des EP contenus dans les UPF. En effet, l'écosystème FS ne sera pas viable à long terme si les vestiges qu'il contient, représentant 1 % de sa surface originelle, continuent de diminuer. Il en est de même pour sa biodiversité floristique et faunistique.

2 - La restauration : la restauration des habitats dégradés et la reconnexion des forêts par la création de corridors doivent permettre d'accroître la viabilité et la qualité des FS existantes.

3 - La lutte contre les espèces exotiques envahissantes (EEE) : étant l'une des menaces majeures à l'origine de la perte de nombreux hectares de FS, les EEE doivent faire l'objet de recommandations permettant de limiter leurs propagations et de contrôler leurs impacts.

D'une manière générale, les stratégies à adopter pour la gestion de la FS doivent s'adapter aux contextes spatiaux du territoire d'étude. Le Tab. 7 expose ces stratégies :

Tab. 7 : Stratégies contextualisées pour la gestion des FS de l'UPF 1.

Partie de l'UPF	Contexte général	Echelle temporelle	Stratégie générale pour la FS
Sud	Totalement urbanisé	Passé - actuel	Mettre en place des mesures d'urgence de conservation des derniers lambeaux forestiers
Centre	En cours d'urbanisation galopante	Actuel – 10/20 ans	Accompagner l'aménagement du territoire en cours pour faciliter l'intégration de la FS
Nord	Evolution rurale : rurbanisation	> 20 ans	Anticiper et initier des actions en faveur de la conservation intégrale de la FS

I. La sécurisation des habitats

1. Réglementations et protection de la forêt sèche en province Sud

a) *Les faiblesses actuelles...*

L'état de l'écosystème FS est critique et sa durabilité est fortement liée à la protection réglementaire à laquelle les aménageurs sont assujettis. Plusieurs éléments affectent l'efficacité de cette réglementation en province Sud. Aujourd'hui, le principal problème est la définition incomplète et imprécise de la FS dans le Code de l'Environnement ce qui empêche sa reconnaissance concrète. Or, la méconnaissance des étendues des massifs de FS est très désavantageuse. En effet, malgré les résultats d'études d'impact, les projets peuvent souvent être validés en se justifiant d'une désinformation et cela vu les enjeux économiques et les fonds drainés.

b) *Des outils à développer pour améliorer la protection des FS existantes*

Selon la DENV de la province Sud, une cartographie idéalement exhaustive est primordiale. Améliorer sa robustesse doit permettre de parer à toute remise en question ultérieure. Lorsqu'il ne s'agit pas d'un projet concernant des **intérêts généraux**, une telle cartographie, opposable au tiers, représente un **outil d'aide à la décision** pour justifier, en amont d'un projet d'aménagement si son emprise impactera ou non l'écosystème d'intérêt patrimonial concerné. Il sera alors possible de geler les opérations en cours et d'exiger la replantation des espaces dégradés.

A partir de cette carte, les communes inscriront les espaces naturels inconstructibles à fort enjeux écologiques dans leur **PUD**. Une telle carte est d'autant plus nécessaire qu'environ 60 % de la surface occupée par la FS en province Sud se trouve sur du foncier privé. En ce qui concerne la commune de Païta, son PUD sera réactualisé dans l'année. Enfin, la cartographie de FS améliorée permettra de définir des nouveaux espaces inconstructibles sur la commune.

La réalisation de cette carte doit reposer sur une méthodologie précise d'inventaire basée elle-même sur une définition et une typologie de la FS validées scientifiquement. La définition doit permettre de caractériser précisément la FS en tenant compte de différents critères : **sa dynamique d'évolution (régénération naturelle), sa surface minimale, son cortège d'espèces, ses intérêts pour la connectivité ou avec la mise en place d'une trame verte et bleue (TVB), etc.** Elle doit aussi inclure des zones tampons autour des massifs à inclure dans les PUD.

Des observations aériennes et une série de prospections sur le terrain doivent être envisagées, tout en sachant qu'il n'est pas possible d'aboutir immédiatement à une exhaustivité complète. Aussi, un rassemblement d'experts scientifiques et de partenaires du PCFS, doit assurer une centralisation de l'état des connaissances sur la FS pour établir collégialement cette cartographie améliorée. Les **connaissances terrains de chacun** permettraient tout d'abord de **compléter cette carte**. La définition adéquate de la FS et les moyens nécessaires à la réalisation d'une carte officielle compléteront cette démarche. D'après les entretiens effectués auprès des collectivités territoriales de province Sud, les **efforts de prospection pourraient être soutenus financièrement**.

En Métropole, le décret n°94-283 de la loi paysage protège les **éléments du paysage susceptibles de constituer un corridor** ou d'en faire partie (haies, bosquets, murets, etc.). En effet, il est nécessaire de maintenir des zones tampons et des corridors même quand ils ne sont composés que d'espèces communes et parfois non spécifiques à la FS et de les intégrer dans la cartographie des FS. En l'absence de protection de ces zones, l'écosystème sera **fragilisé** et sa **viabilité amoindrie**.

Enfin, l'Article 130-3 du Code de l'Environnement de la province Sud, interdit le défrichement sur une largeur de 10 mètres le long des rives des cours d'eau. Cette réglementation mériterait d'être appliquée plus solidement étant donné que les formations rivulaires du réseau hydrologique soutiennent de nombreuses continuités dans la trame forestière.

Ainsi, la protection réglementaire appliquée en province Sud ne doit plus seulement protéger des massifs, mais doit assurer une **protection plus générale de la trame forestière et de ces corridors écologiques potentiels** en vue de la restauration de la dynamique forestière à long terme.

2. Propositions de priorisation des forêts sèches à préserver dans l'UPF1

Les efforts en matière de protection de l'existant doivent se focaliser sur les massifs définis comme « sources » ainsi que sur ceux identifiés comme « intermédiaires » pouvant devenir « sources ». Voici quelques exemples qui semblent prioritaires :

- Le Pic au Chèvres (75 ha) : principale victime des conséquences de la périurbanisation (mitages), la fréquentation dans cette FS s'accroît fortement et doit être canalisée par des aménagements récréatifs. Elle pourrait devenir la **nouvelle vitrine de la FS** au même titre que le Ouen Toro.
- Les FS de Maa : représentent 4 km² et forment un des ensembles les plus cohérents. Maa Porokoué (110 ha) est exceptionnelle par sa taille et sa proximité de Nouméa. Elle possède les caractéristiques pour devenir « source », excepté son état « très ouvert » en partie lié à la fréquentation des cerfs. Formant une presqu'île dont l'embouchure est étroite, la mise en défens de ce site limiterait temporairement leur impact et permettrait **d'augmenter la régénération naturelle**. Toutefois, notons que les cerfs sont capables de nager et d'atteindre des terrains isolées (ex. : îlot Le-prédour). Appartenant au Fond Social de l'Habitat, tout ou une partie de la presqu'île devrait être construite à terme. Ainsi, il convient dès à présent de contacter cet organisme pour le sensibiliser à la présence de cette forêt, **d'envisager au plus tôt des conventions de partenariats** (comme établies à Pointe Maa) et de réfléchir à des possibilités de rétrocession. Enfin, la forêt source Pointe Maa gagnerait à être plus protégée qu'actuellement (élimination des herbivores et clôtures).

- La FS de Tina Pointe Lassale (88 ha) : elle est très ouverte et son état devrait être amélioré. Ce massif est protégé dans le PUD et sa mise en valeur récréative (piste cyclable) doit être corrélée à des efforts de protection canalisant la fréquentation et limitant l'installation des squats. Des efforts restauratoires du cortège floristique couplée à une lutte contre les EEE doivent être envisagés.

II. La sécurisation des espèces précaires

1. L'intensification des efforts de prospection et la mise en place d'un système d'inventaire participatif en Nouvelle-Calédonie

Tant que les connaissances sur les EP seront limitées, les gestionnaires ne doivent pas émettre l'hypothèse qu'une d'entre elles, non inventoriée, est absente d'un site (cf. Partie 4 I4c). Souvent, la rareté constatée est accentuée par un biais de récolte : plantes de petite taille et/ou à floraison discrète (Hequet, 2007). Ainsi, l'intensification des prospections est essentielle pour améliorer la connaissance et la compréhension du milieu et des espèces abritées. Il est urgent de mettre en place ces prospections dans **les contextes d'urbanisation intensive dans lesquels de nombreux sites susceptibles d'accueillir des EP risquent rapidement de disparaître sous le béton ou suite au défrichement.**

Aussi, s'intéresser et répertorier les EP en cours de croissance est important du fait du caractère hétérophylle de nombreuses espèces de FS. La création d'une base de données photographique et descriptive facilitera le repérage lors d'inventaires. Sa réalisation pourrait être gérée par des pépiniéristes qui connaissent très bien les espèces tout au long de leur croissance. Par exemple, pendant la visite du site de l'Etrier en présence d'une pépiniériste, de jeunes pousses d'*Oxera pulchella* ont été découvertes.

Enfin, **les connaissances des botanistes (IRD, IAC, etc.), des experts terrains (PCFS, etc.) mais aussi des botanistes amateurs et des pépiniéristes dépassent actuellement les données officielles disponibles.** Ainsi, pour mutualiser ces informations, un **support de communication des professionnels**, sous forme d'un formulaire papier ou informatique (via internet), afin de signaler une EP et ses coordonnées géographiques doit être mis en place. L'intégration et le traitement des données sensibles dans un SIG devront succéder à la collecte des données.

2. La préservation de la qualité des forêts sèches dans l'UPF1

Les EP sont souvent très compartimentées en FS. Par exemple, à Kaméré, à quelques dizaines de mètres, les *Phyllanthus conjugatus* var. *ducoensis* peuvent être communs ou totalement absents : c'est pourquoi préserver le milieu est essentiel pour leur conservation durable. De nombreuses espèces ont des spécificités écologiques qui échappent aux connaissances actuelles, et **leur conservation ex-situ n'est pas un succès garanti** (Hequet, 2007). Ainsi, seule la préservation du milieu peut assurer la préservation optimale des EP.

a) Canaliser la fréquentation dans les massifs de FS

Les priorités de conservation consistent en l'estimation de la viabilité des différentes EP en mettant en exergue les espèces les plus menacées et celles dont les populations sont en recrudescence. Des outils, proportionnels à la menace estimée actuelle et celle à venir, sont proposés :

- **La pose de clôtures localisée** afin de lutter contre les espèces animales envahissantes ou de protéger des surfaces contre le piétinement, la cueillette ou l'installation de squats. Le périmètre défendu, dont le choix doit dépendre de la taille de la population de l'EP existante et de celle optimalement souhaitée, constituera un pôle de régénération potentielle pour celles-ci. Pour l'UPF1, cette mesure pourrait protéger les *Phyllanthus* de Kaméré et de Porokoué.

- **L'aménagement de sentiers** dans les massifs très fréquentés permettrait de gérer les flux d'usagers et de les diriger vers des lieux attractifs (farés, lieu de pique-nique, points de vue, etc.). En plus de permettre la découverte de la FS (installation de panneaux d'information), ce type d'infrastructure éviterait la dégradation de parcelles en très bon état ou accueillant des EP. Un travail **proactif** de sensibilisation devrait être développé avec les futurs usagers des forêts et notam-

ment les établissements scolaires qui organisent des courses d'orientation. Ainsi, des études intégrant des données sur les attentes des usagers sont à développer. Un tel travail a été réalisé au cours de l'année 2012 pour le Ouen Toro (Van Walleghe, 2012).

b) *Lutte contre le mitage : des espaces destinés aux jardins collectifs*

Rappelons que la population locale est très attachée à la production vivrière, y compris en contexte urbain. En rassemblant les habitants autour de cette activité traditionnelle et économique, des jardins structureraient la vie du quartier et **réduiraient le mitage**. Destinés dans un premier temps aux familles précaires, ils favoriseraient le relogement en permettant de cultiver en ville. La dégradation des FS et donc le défrichement d'EP **seraient limités**.

En 2004, la commune de Nouméa a créé des jardins familiaux à Normandie et Vallée du Tir. Un an après leur création, la ville a enregistré 57 demandes. **Cette opération fonctionne donc très bien et serait à intégrer dans le PUD pour les plans d'aménagements.**

c) *Valorisation des jardins privés*

Afin de **valoriser au mieux ces espaces** privés, il serait envisageable de **récompenser les propriétaires** qui planteraient des espèces de FS dans leur jardin ou encore, d'organiser des concours (jardin biologique, jardin écologique, etc.).

d) *Sites prioritaires en cas d'incendie*

Une carte des priorités d'intervention en cas d'incendie permet à la sécurité civile d'orienter ses interventions si un incendie se propage. Après les zones d'habitations, les habitats de FS sont les cibles privilégiées d'intervention. A l'heure actuelle, une telle carte a déjà été réalisée par le PCFS et devrait être actualisée.

3. La conservation *ex-situ* pour préserver le matériel génétique

a) *Principes généraux pour la conservation ex-situ*

Certaines EP ont des populations si réduites et rencontrent des conditions sur site si défavorables que leur maintien naturel est compromis (ex : site du Leprédour). Des mesures urgentes de conservation *ex-situ* doivent prévenir l'extinction et permettre d'effectuer des renforcements de populations ou des réintroductions dans des sites protégés. Toutefois, le massif cible doit présenter un habitat proche de celui requis pour l'EP afin d'optimiser le succès de réimplantation. Notons que ces mesures de conservation *ex-situ* :

1 - s'appliquent **aux cas d'extrême urgence** : pour les EP au bord de l'extinction dont leur pérennité est très difficilement envisageable dans leur milieu.

2 - sont des mesures **complémentaires** à la tentative de préservation et de sécurisation de l'habitat naturel, qui doivent rester prioritaires.

Le PCFS a effectué des opérations de conservation *ex-situ* qui se sont révélées être un succès (ex. : plantations de 5 *Pittosporum tianianum* au PZF en 2005, puis d'une centaine en 2007).

b) *Récolte participative des semences pour sécuriser la diversité génétique*

Il est important d'avoir du **matériel génétique varié**. Ainsi, la récolte des semences ou la réalisation de boutures d'arbres éloignés (dans les FS, les squats, les jardins privés, etc.) préserverait la diversité génétique des variétés d'EP multi-sites. Ensuite, la germination des graines en pépinière ou dans des **vergers à graines** améliorerait la disponibilité et permettrait de replanter sur les lieux de provenance ou autres.

Récolter les semences est aussi l'occasion **d'impliquer les populations locales**, c'est-à-dire les propriétaires privés ou les habitants des squats possédant des EP sur leur terrain. Aussi, la mise en place de projets pédagogiques de récolte dans les écoles impliquant les élèves pourrait être envisagée. Par exemple, le lambeau du 6^{ème} km de l'UPF1 qui est très souvent fréquenté et en contact direct avec 4 écoles pourrait bénéficier de tels projets.

Ce type de projet serait une manière efficace, rapide et relativement peu onéreuse d'acquérir des semences. Cela permettrait d'autant plus de **sensibiliser la population en l'associant étroitement au devenir de leur FS** et en apportant des connaissances sur les espèces indigènes, endémiques ou rares de FS ainsi que sur l'écosystème en général. Un partenariat entre et le WWF et la tribu de Gohapin depuis 2007 a permis d'impliquer des habitants de celle-ci dans la récolte de semences pour des chantiers de replantation de forêt humide. Une démarche similaire a aussi été envisagée dans divers pays (ex. : au Burkina Faso, CNSF).

c) *L'acquisition du foncier*

Depuis 2012, le CEN de part son statut de groupement d'intérêt public a la capacité juridique de préemption du foncier. Les collectivités, mais aussi le WWF France, à travers son outil national d'acquisition foncière, peuvent participer financièrement à cette démarche. Lors de la vente d'une parcelle privée, ces organismes doivent être capables de libérer les fonds nécessaires pour racheter les terrains à fort intérêt écologique. Aussi, connaître la sensibilité aux questions environnementales des propriétaires privés permettrait d'orienter des négociations et de proposer un système de compensation pour les acquisitions envisagées. Des échanges de parcelles pourraient aussi être étudiés. Le choix d'acquisition devrait alors se faire selon un **ensemble de critères** dont l'importance de la richesse écologique, le degré de menace, le niveau de dégradation, la nécessité d'une réhabilitation rapide et l'accessibilité du site par rapport au public.

4. La conservation *ex-situ* appliquée à l'UPF1

Ces recommandations déterminent les massifs dont les EP doivent être sécurisées et ceux d'avenir dans lesquels il est possible de les relocaliser (cf. Partie 4 III).

a) *Principaux sites de l'UPF1 non adaptés au maintien des EP*

Les EP des massifs inaptes à la sécurisation (Niveau III) sur foncier privé ou coutumier sont à traiter en priorité. En l'état actuel, elles sont potentiellement vouées à disparaître. D'autres massifs sur foncier public accueillent aussi des EP à sécuriser (Tab. 8).

Tab. 8 : Liste des massifs inaptes à la sécurisation des EP qu'ils contiennent (en gras les EP les plus sensibles)

FS	Foncier	Principaux inconvénients	Liste des EP
<i>Pic des morts</i>	Privé	- Bientôt enclavé par la périurbanisation - Inventaires EP non réalisés - Très squatté	- Inventaires EP non réalisés
<i>Maa Baie Taureau</i>	Privé	- FS en mauvais état - Petit massif fréquenté par les cerfs - Massif de très petite taille - Risque feu important	<i>Diospyros minimifolia</i> , <i>Phyllanthus conjugatus var maaensis</i> , <i>Ficus mutabilis</i> , <i>Solanum pancheri</i>
<i>Magenta</i>	Privé	- Importants défrichements en 2010 - Projet d'urbanisation prévue - Très squatté	<i>Oxera pulchella</i> subsp. <i>grandiflora</i> , <i>Jasminum noumeense</i>
<i>Tonghoué</i>	Coutumier	- Nombreux cerfs - Relativement fréquenté	<i>Tieghemopanax crenatus</i>
<i>Mont Oumbo</i>	Commune	- Très squatté	- Inventaires EP non réalisés
<i>Pointe de Noël</i>	NC	- FS en mauvais état - Très squatté	- Inventaires EP non réalisés
<i>Baie de Tina</i>	Commune	- Nombreuses EEE - Squatté	<i>Atractocarpus platyxydon</i> , <i>Tinadendron noumeanum</i> , <i>Pseuderanthemum incisum</i> , <i>Tieghemopanax crenatus</i> , <i>Phyllanthus faguetti var. faguetti</i> , <i>Oxera pulchella</i> ssp. <i>grandiflora</i> , <i>Jasminum noumeense</i> , <i>Randia pancheriana</i>
<i>Maa Baie de Gadji</i>	Privé	- Nombreuses EEE - Beaucoup de gibiers - Risque feu important	<i>Diospyros veillonii</i> , <i>Diospyros minimifolia</i> , <i>Syzygium pendulinum</i>
<i>L'Etrier</i>	Privé	- FS en très mauvais état - FS très envahie - Très lourds défrichements	<i>Oxera pulchella</i> ssp. <i>grandiflora</i>
<i>Kaméré</i>	Privé	- De + en + de squats - Minuscule parcelle enclavée	<i>Phyllanthus conjugatus var. ducoensis</i>
<i>Butte Waaka</i>	Privé	- Très squatté - Défrichements abusifs - Totalement enclavé - Spéculation	Inventaires EP non réalisés

b) *Massifs cibles pour la sécurisation :*

Les FS de niveau I, sur foncier public sont les cibles idoines pour relocaliser les EP. Elles sont toutes dans la commune de Nouméa ou propriétés de la province Sud (Tab. 9) :

Tab. 9 : Liste des massifs aptes à la sécurisation des EP qu'ils contiennent (* *Phyllanthus conjugatus* ssp. *ducosensis*, *Pitosporum tanianum*, etc. ; ** « Koumourou » est isolé sur la presqu'île de Ducos par un isthme étroit occupé par un dépôt d'hydrocarbures)

FS	Surface	Nb d'EP	Foncier	Principaux avantages
PZF	13,3 ha	5	PS	- Aire Protégée - Gardiennage - Nombreux chantiers de restauration entretenus - Espaces clôturés assurant déjà la sécurisation d'EP *
Ouen Toro	44 ha	9	Commune	- Aire protégée - Gardiennage - Nombreux chantiers de restauration entretenus
Tina 7^{ème} km	16,1 ha	2	Commune	- FS en excellent état - Quasi absence d'EEE - Massif clôturé
Îlot Sainte Marie	20,1 ha	2	PS	- Caractère insulaire - Absence de menaces (excepté EEE)
Koumourou	14,8 ha	10	NC	- Hermétique**
Archive territoriale	1,16 ha	0	Etat	- Chantier de restauration constamment entretenu - Absence de menaces
Fort Tereka	19,6 ha	3	NC	- Nombreux chantiers de restauration : expansion possible - Chantiers entretenus - Lutte contre les EEE (PCFS)

c) *Autres lieux potentiels pour l'accueil d'EP*

De nombreux autres emplacements permettraient de garantir la viabilité des EP si elles y étaient plantées (Tab. 10) :

Tab. 10 : Autres espaces pouvant assurer la sécurisation des EP (* Sur 30 m le sentier est envahis d'agaves. Eradiquer puis planter des espèces de FS pour sensibiliser et conserver).

Lieux potentiels	Foncier	Principaux avantages
L'ensemble des îlots autour de l'UPF1 (Ilots N'Do, Uéré, Petit Fourmi, Grand Fourmi, Freycinet, Signal, île aux Chèvres, etc.)	Public	- Caractère insulaire : isolé, inconstructible, protégé - Quasi absence de menaces (parfois EEE ou fréquentation ponctuelle)
Tina Pointe Lassale (piste cyclable) + Ilot allongé au bout de la Pointe	Commune	- Non contraint par l'urbanisation (classé « naturel et loisir » dans le PUD) - Entouré de mangroves - Ilot inconstructible et inaccessible - Nombreuse espèces FS (selon B.Suprin).
Centre Tjibaou	Public	- Sentier découverte du patrimoine & Flore en NC - Potentiel de mise en valeur de la FS*
Golf de Tina	Commune	- Haies d'arbres protégées et entretien
Certains espaces publiques EV, cimetières, centre sportifs à vocation plein air (centre équestres, etc.), ronds points, jardins, etc.	Commune & Privé	- Fréquemment entretenu - Pérennité assurée - Oasis forestières (ressources trophiques pour les éventuelles disperseurs)
Certains espaces privés Jardins privés (amateurs de botanique, conservateurs, etc.)	Privé	- Entretien et suivi phénologique constants - Possibilité d'établir conventions et cahier des charges

III. Recommandations pour la restauration sur l'UPF1

La plupart des mesures restauratoires se focalisent actuellement sur les sites publics du Ouen Toro, du PZF et du Fort Téréka ainsi que sur le site privé de Pointe Maa. Les sites publics cités sont en effet des outils pertinents pour la sensibilisation et la promotion de l'écocitoyenneté des Nouméens. Cependant, les profits écologiques de l'ensemble des chantiers sont relativement modestes à l'échelle du paysage. Le contexte actuel et l'évolution future projetée de l'UPF1, impliquent d'orienter la restauration sur des espaces dont la situation et les intérêts écologiques sont davantage reconnus. La mise en place de corridors végétalisés selon des axes prioritaires de reconnexion doit **améliorer la connectivité générale** de l'écosystème FS et plus largement celle de la trame forestière. Elle doit ainsi allouer de **nouvelles zones refuges** pour la faune et la flore locale et proposer des milieux favorables au maintien et au développement des espèces précaires.

Idéalement, la trame forestière potentielle mise en évidence par la méthode de dilatation-érosion devrait être restaurée dans sa totalité. A minima, **les principales continuités écologiques** doivent être identifiées et faire l'objet d'une **attention particulière**.

De plus, il convient d'établir un lien entre ces recommandations et les travaux de **trames vertes et bleues** en cours ou envisagés dans les différentes communes.

D'une manière générale, la restauration doit assurer une diversification des espèces dans le paysage. En effet, de nombreuses espèces animales, notamment des frugivores, se nourrissent de plusieurs espèces végétales dont les périodes de floraison et de fructification se succèdent au cours de l'année. Ainsi, pour pérenniser la présence de ces espèces ou encore en permettre la venue de nouvelles (Ptilope de Grey, Collier blanc, roussette, etc.), **le cortège floristique** utilisé lors de la revégétalisation doit être ainsi optimisé.

1. A l'échelle du paysage : espaces végétalisables et reconnectants

a) *Les abords de la SAVEXPRESS (voie express)*

D'une longueur de 18,5 km entre Nouméa et Païta, la voie express fragmente beaucoup le paysage selon l'axe Est/Ouest. Elle est ainsi responsable de l'enclavement et de l'isolement de plusieurs FS. La périurbanisation le long de cet axe accroît d'autant plus son caractère fragmentant : la voie express associée à la « ZAC ZIPAD » forme un obstacle majeur inquiétant séparant et isolant les 4 km² de FS de la presqu'île Maa du reste du territoire.

Cependant cet obstacle linéaire est **valorisable** sous forme d'un long couloir Nord/Sud de passage pour l'avifaune dont sa végétalisation relierait les milieux naturels entre eux. Ces espaces revégétalisés joueraient un rôle d'habitat non négligeable dans les paysages très anthropisés. Aussi apparaît-il judicieux de réfléchir à une gestion adaptée de ces dépendances vertes de manière à optimiser leurs rôles les plus positifs et favoriser leur potentielle contribution aux trames vertes et bleues actuellement en cours d'élaboration (Le Viol, 2010).

Cette **opportunité majeure de reconnexion** est sujette à une prolongation jusqu'à Tontouta et longerait ainsi la FS de Port Laguerre qui est actuellement très isolée. La voie express a été creusée à travers le relief et est donc entourée de talus surplombant la route et présentant de nombreux espaces dénudés disponibles pour la restauration (Fig. 22).



Fig. 22 : Espaces restaurables le long de la SAVEXPRESS : Au niveau de Dumbéa et ZI de Païta (ZIZA) (au loin le Pic Jacob et les Monts Nondoué).

La réglementation rend inconstructible une bande de 20 m de part et d'autre de la voie et les plantations doivent se situer à plus de 8 mètres. En prenant en compte ses considérations, environ **52 hectares de dépendances vertes pourraient être plantés**.

L'hydro-ensemencement est utilisé pour semer des espaces de grande dimension et des zones difficiles d'accès tels que des talus raides. Il permet aussi de contrecarrer les qualités agronomiques médiocres d'un substrat pour recréer rapidement une couverture végétale, notamment après terrassement. Il consiste à mettre en œuvre une émulsion comportant eau, semences, activateur de croissance, fixateur et couverture de semis, le tout pulvérisé à longue distance (Euro-Tec, 2011). Il pourrait donc être préconisé dans ce cas concret.

Enfin, la fréquentation journalière est de 22 000 véhicules/jour (EPL, 2010). Ces plantations permettraient de **sensibiliser à grande échelle** la population en valorisant les intérêts de ces aménagements par des panneaux informatifs adaptés à des véhicules en mouvement.

b) *Les cours d'eau et leurs abords*

Une ripisylve accompagne généralement les abords des cours d'eau. Parmi les ruptures de continuité de cette ripisylve, il conviendrait de déterminer celles prioritaires à revégétaliser afin de re-

connecter la trame forestière. Par exemple, le grand massif de Nogouta, site potentiellement « source » pourrait être reconnecté à la trame forestière de la chaîne centrale. Port Laguerre, très isolé, pourrait être reconnecté aux autres FS.

Un projet de classement en aire protégée des sous-bassins versants de la Haute Dumbéa est envisagé. Environ 80 km² en amont, composés de forêts humides et maquis seront alors protégés. Ainsi, valoriser l'axe du cours d'eau par des mesures restauratoires permettrait d'améliorer la connectivité horizontale (entre le Pic aux Chèvres, la Butte Waaka et le Pic Jacob). La continuité avec la zone classée de la chaîne centrale est à considérer dans une perspective de résilience des FS.

c) *Les espaces potentiellement végétalisables en ville et réalisation d'une TVB*

Ces espaces forment un ensemble qui ponctue le tissu urbain **d'espaces relais et refuges** qui pourraient améliorer la connectivité (Fig. 21).

Les espaces à végétaliser en priorité se trouvent sur les axes suivants : Ouen Toro/PZF, Nouvelle/PZF, Tina/PZF, Ducos/PZF, PZF à Dumbéa et de Dumbéa au Pic au Chèvre.

- Les gestionnaires des espaces publics, des écoles et des équipements sportifs sont des partenaires privilégiés à sensibiliser. La sensibilisation doit être fondée sur la prise de conscience des enjeux de telles plantations. L'apport d'informations doit quant à lui **assurer l'autonomie dans la gestion**. Etant difficile de gérer autant de chantiers, un **manuel ou une plaquette** relatant une liste d'espèces à utiliser et des méthodes de plantation et d'entretien devrait être distribuée. Notons que les espaces végétalisables repérées à Dumbéa permettraient de reconnecter les massifs forestiers du tissu urbain de Nouméa avec ceux du reste de l'UPF1 plus au nord.

- Une réflexion sur les espaces classés « à urbaniser » dans le PUD doit être entreprise dès maintenant. En effet, dans les 10 prochaines années, la plupart d'entre eux devrait être construit. Il sera nécessaire de participer à ces projets en apportant **une réflexion écologique** pour orienter le choix des espèces, l'emplacement, le type d'espaces verts, etc.

- Les zones classées « naturelles » dans le PUD sont réglementairement les plus accessibles pour la restauration. Le massif de la Baie de l'Orphelinat est ainsi conseillé pour la restauration. Sa position centrale (entre le PZF et le Ouen Toro), sa forme allongée et sa position en hauteur en font un excellent corridor. De même, plusieurs zones sur les presqu'îles de Ducos et de Nouvelle doivent être restaurées après éradication des EEE. Les connectivités entre le PZF et Koumourou, Kaméré, Fort Tereka et le Mont Oumbo seraient ainsi améliorées.

Enfin, la mise en place de TVB doit être faite dans chacune des trois communes de l'UPF1. Cependant, ces réflexions doivent être **concertées** pour aboutir à des **orientations à l'échelle du paysage**, et non cantonnées aux frontières de chaque commune.

d) *La création d'une « Charte de l'arbre » ... outil idoine pour gérer l'arbre en ville*

Destiné aux **acteurs publics et privés**, cet outil décisif est incontournable pour garantir la qualité du paysage urbain. Notons qu'il est couramment utilisé dans les villes métropolitaines. La charte donne à la fois une image patrimoniale aux espaces arborés mais aussi, met en avant leurs intérêts écologiques en précisant les objectifs et les moyens pour préserver, gérer, restaurer, étendre et enrichir ce patrimoine. A caractère incitatif, elle a donc pour vocation de **sensibiliser très fortement les aménageurs** sur la place de l'arbre en ville.

Parmi les outils qu'elle doit proposer, **les guides ou « fiches actions »** reprennent d'une part les règlements d'urbanisme applicables aux arbres et d'autre part précisent des recommandations et des prescriptions techniques (exemple de fiche action : Annexe XXXV).

Pour les communes du Grand Nouméa, la charte serait, en parallèle avec le PUD, **un guide à l'élaboration du schéma de développement général et durable de la ville** dont l'enjeu ultime serait **d'accorder davantage de place en milieu urbain à la FS**.

Plusieurs observations faites pour la commune de Nouméa justifient les rôles d'un tel outil :

- 4 arbres sont plantés par place de parking aménagée ;
- Les propriétaires du lotissement Tuband (2004) devaient planter un cocotier et un pin colonnaire. Or, d'autres espèces sensibles et plus rares pourraient être utilisées ;
- Même constat pour les projets actuels : alignement de palmiers sur la plaquette de présentation de l'aménagement futur de l'avenue Charles de Gaulle ;

- Sur le futur site de l'écoquartier « Sakamoto », jouxtant le PZF, se trouve un bosquet très précieux (arbres remarquables d'espèces précieuses). L'inventaire de ces espèces doit permettre leur intégration sous forme d'espaces verts ;
- Des arbres sont mortellement blessés lors de manœuvres accidentelles d'engins de chantiers ;
- De nombreuses espèces exotiques sont plantées dans les jardins.

e) *Les atouts de la périurbanisation : réflexion sur la localisation des mesures compensatoires*

De nombreux projets de construction en cours ou prévus s'insèrent entre les FS. La connectivité est parfois faible entre celles-ci car les milieux les séparant sont défavorables à la dispersion (savane herbeuse, végétation éparse, monoculture). La nouvelle matrice générée par la périurbanisation, de type résidentielle, composée d'espaces verts et de jardins (propriétés privées) forme une multitude de points relais qui sont des opportunités de reconnexion écologique entre les massifs.

Aussi, afin de faciliter l'intégration de la FS dans les projets, **l'emplacement et le type** de mesures compensatoires doivent donc faire l'objet d'une réflexion basée sur les **bénéfices écologiques qu'elles peuvent apporter**. (Fig. 23).

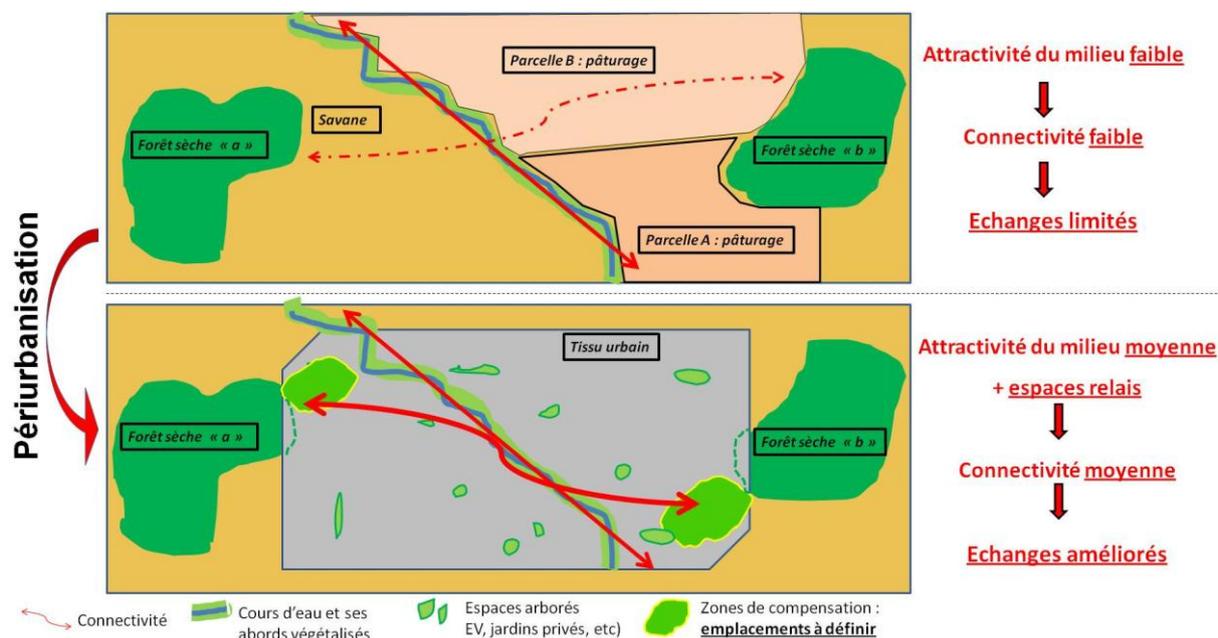


Fig. 23 : Schéma fonctionnel des potentialités de reconnexion grâce à la périurbanisation

Cette réflexion doit être envisagée pour les chantiers en cours (ZAC ZIPAD, Dumbéa sur Mer, Trois Vallées, etc.) qui sépareront les FS de la presqu'île de Maa du Pic Jacob et des Monts Non-doué, ainsi que la FS du Pic aux Chèvres de la Butte Waaka.

2. A l'échelle du site : des surfaces bénéfiques à la qualité d'une forêt

a) *Reconnexion inter-patches pour réduire la fragmentation et optimiser les zones cœurs*

Reconnecter les agrégats de patches d'un même massif de FS accroîtrait sensiblement sa qualité écologique en **augmentant sa surface de cœur et en réduisant ses lisières et leurs effets**. Ces mesures concernent prioritairement les massifs de Port Laguerre (4 patches), des Monts Non-doué (8), de Koumourou (7) et ceux de Maa, en particulier la Baie de Gadji (5).

La méthode de dilatation-érosion met en évidence la localisation de ces corridors. La

Fig. 24 illustre un cas concret où il est possible d'**augmenter la cohésion spatiale d'un massif** et de **le relier à un autre** pour former un **nouveau massif unique de plus grande taille**. La Fig. 25 montre des espaces libres permettant d'augmenter sensiblement la surface de cœur dans la zone du Pic Jacob.

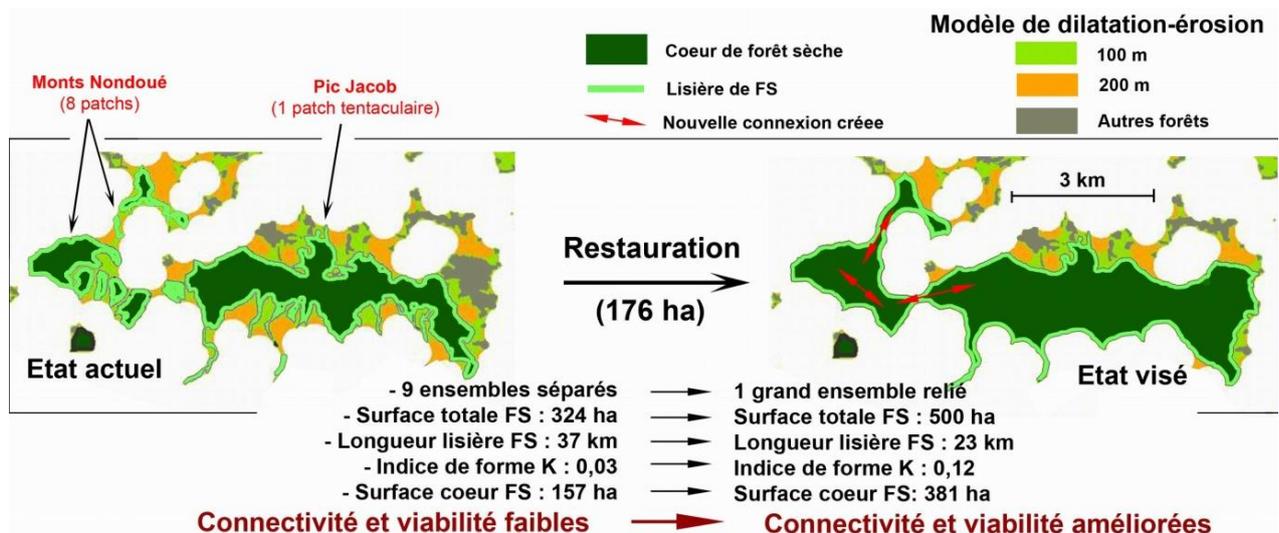


Fig. 24 : Illustration de la restauration des continuités entre les patches d'un même massif et un massif voisin



Fig. 25 : Le Pic Jacob, massif tentaculaire à restaurer (photographie : B.Suprin)

b) Améliorer la qualité générale des habitats d'un massif

Au total, 250 ha de FS sur 1309 ha sont très ouverts, monospécifiques ou à dominance exotique. Lorsqu'ils concernent les cœurs de forêts, ces espaces sont à restaurer en priorité. En parallèle, l'enjeu ultime est d'assurer et de pérenniser la qualité des habitats des massifs considérés comme « sources ». Ainsi, des mesures d'enrichissement du cortège floristique sont à envisager prioritairement dans des aires restauratoires stratégiques identifiées au sein de massifs comme le Pic Jacob ou encore Maa Porokoué.

3. Synthèse : propositions d'espaces prioritaires à restaurer dans l'UPF1

Des espaces considérés comme prioritaires en matière de restauration ont été cartographiés (Fig. 26). Ils ont été choisis principalement pour leurs atouts écologiques. D'autres le sont pour leur facilité d'intervention. Il s'agit d'éléments cités dans les parties précédentes comme par exemple la voie express ou encore certains cours d'eau. Toutes les connexions interpatches sont représentées. L'augmentation des surfaces de cœur concerne prioritairement le **Pic Jacob, véritable vivier de l'UPF1**.

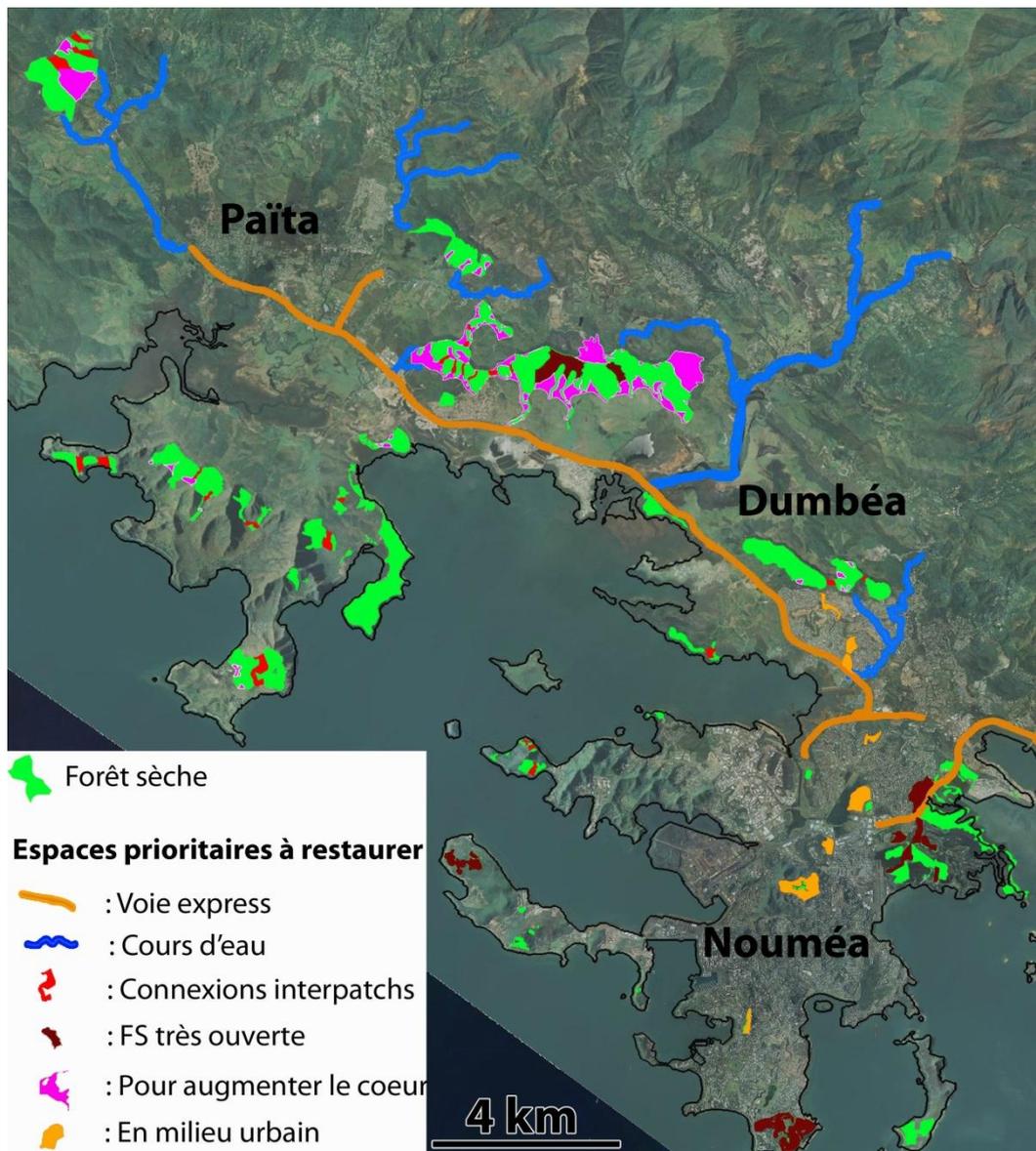


Fig. 26 : Propositions d'espaces prioritaires à restaurer dans l'UPF1

IV. Recommandations pour la lutte contre les EEE

Les caractéristiques spécifiques de la Nouvelle-Calédonie (territoire insulaire isolé et vulnérabilité aux invasions biologiques) plaident pour l'application du principe de précaution. Au vu du nombre d'EEE présentes sur le territoire d'étude et des impacts qu'elles causent, il est nécessaire d'adopter une stratégie de lutte contre cette menace. Il est important de rappeler et compléter les orientations générales déjà abordées par le GEE. Elles s'orientent selon 4 axes majeurs. Ces derniers concernent divers acteurs : maître d'œuvre (paysagistes, bureaux d'études, groupement immobiliers, etc.), maîtres d'ouvrage (collectivités, bâtiments publics, etc.), opérateurs sociaux, sociétés spécialisées de travaux, utilisateurs des sites (randonneurs, agriculteurs, etc.).

1. Communication et sensibilisation

Il convient de **mobiliser les acteurs du paysage** en leur faisant connaître les définitions, les origines, les moyens de propagation, les conséquences et les principales EEE. Diverses **associations**, mêlant à la fois connaissances scientifiques, formation et sensibilisation (GEE, WWF, CIE) doivent mettre en place des journées découvertes, des panneaux d'information sur les sites fréquentés, des prospectus ou encore des journées dédiées à la nature.

2. Prévention et limitation des nœuds de propagation

Cet axe est **le plus important** étant donné qu'il est crucial d'**éviter l'apparition** de nouvelles EEE dans un territoire donnée. Il doit permettre de :

- Mettre en place une **liste territoriale** commune pour homogénéiser la réglementation calédonienne (les listes d'EEE étant différentes en province Nord et en province Sud) ;
- **Adapter la réglementation au potentiel invasif de chaque espèce** ;
- Créer une **charte de bonne conduite** impliquant la filière horticole (fort vecteur d'EEE). Plusieurs initiatives de ce type ont été menées dans différents pays (Annexe XXXVI) ;
- En parallèle, produire une liste de **plantes indigènes de substitution**. Une liste de critères de sélection des plantes indigènes pourrait être élaborée afin de déterminer des plantes alternatives aux EEE d'un point de vue horticole, économique et adaptée aux milieux (Ehrhart, 2012) ;
- **Contrôler les déplacements de véhicules et du matériel** depuis les zones infestées ;
- **Gérer les déchets verts** (transport et stockage) ;
- **Replanter une ripisylve continue le long des cours d'eau** (véritable autoroute fluviale à la dispersion des EEE) afin de ne pas laisser d'espace libre aux EEE.

3. Détection précoce des nouveaux foyers et réaction rapide

La lutte rapide contre une plante nouvellement établie dans un milieu et jugée menaçante, doit être une priorité (Triolo, 2005). Voici deux exemples de détection précoce :

Une plateforme, associée à un guide d'identification, a été mise en place sur le site internet du PNR d'Armorique. Un formulaire permet de signaler une EEE : coordonnées personnelles de l'utilisateur, nom de l'EEE, photos, milieu, nombre d'individus, date d'apparition, impacts et localisation.

En Ontario, le « *Manuel du propriétaire de lutte contre les plantes envahissantes des terrains boisés* », téléchargeable sur le site du Ministère des Richesses Naturelles et largement diffusé (salons du végétal, arboretums, mairies, etc.), définit et inventorie les principales EEE. Il propose une méthode de lutte : quand et comment lutter, contrôle mécanique et chimique, organisme à contacter,

Ainsi, des fiches d'identification et des supports de signalement doivent être créés. La détection précoce doit passer par la création d'un réseau de surveillance formé et informé qui doit être :

- **Actif** (associations, bénévoles et experts). Il a les connaissances pour rechercher et signaler la présence d'une EEE. Le propriétaire doit en être informé ;
- **Passif** (grand public, randonneurs, agriculteurs, etc.) pouvant signaler un foyer. Après vérification de l'invasion, des informations procédurales sont transmises pour détruire l'EEE.

4. Gestion des espèces exotiques établies

La banque de graines des EEE peut être très abondante dans le sol (ex : *Leucaena leucocephala*). L'éradication est souvent inenvisageable. Cette lutte doit **permettre aux espèces indigènes de se réinstaller progressivement**. Trois recommandations sont proposées :

- Utiliser la technique de « thinning » qui permet de transformer progressivement un peuplement d'exotiques en un peuplement d'indigènes (Triolo, 2005). Le but est de préserver des arbres exotiques (lutte contre l'érosion du sol, conserve un habitat à diverses espèces (oiseaux, insectes, lianes, etc.)) et de replanter sous couvert forestier ;
- En parallèle, **bloquer la repousse des EEE en lisière par mise en place de géotextile** ;
- Prendre en compte les connexions pour éviter la propagation. Le « **confinement** » a pour but de contenir une espèce dans une zone géographique donnée.

I. Limites de l'étude et proposition d'amélioration de la méthodologie

Force est de constater qu'il s'agit d'un sujet vaste, reposant sur des théories scientifiques de l'écologie du paysage, pour certaines encore abstraites. Celles-ci touchent un éventail de disciplines, que ce soit l'écologie, l'urbanisme, l'aménagement du territoire ou autres, impliquant de ce fait une quantité conséquente de données et d'acteurs.

a) *Des données incomplètes*

L'objet de cette étude était de définir une méthodologie permettant de développer la stratégie de restauration et de sauvetage des FS à une échelle ad hoc pour envisager leur pérennité. Le diagnostic de l'UPF1 est donc très important, car il permet de connaître le site d'étude et d'appréhender son évolution possible, d'en comprendre les faiblesses et les aspects positifs qu'il faut valoriser pour émettre les **opportunités de gestion** de ses FS.

Cependant, le manque d'information et l'hétérogénéité des efforts de prospection se font ressentir : les artefacts de prospection sont nombreux et la qualité des inventaires est hétérogène d'un site de FS à un autre. Ainsi, l'identification des zones « sources » refuges de FS, d'intérêts écologiques et biologiques confirmés, peut sans aucun doute être débattue et améliorée en révisant le choix des critères et leur pondération. Par exemple, les richesses spécifiques floristiques et faunistiques sont indubitablement nécessaires pour les caractériser. Cependant, à l'heure actuelle, il est **très difficile d'avoir une idée de l'importance de la biodiversité** pour une UPF et plus particulièrement un massif de FS donné. Ainsi, une réflexion sur les potentialités d'actions en faveur de la sauvegarde des massifs « puits » doit permettre d'aboutir à une orientation des investissements de la stratégie restauratoire.

b) *L'approche de la connectivité et la vérification des corridors potentiels*

En ce qui concerne l'étude des connectivités fonctionnelles, les résultats obtenus grâce à l'avifaune révèlent celles induites ou perturbées par les caractéristiques du paysage de la zone d'étude. Cette guilda, principale vecteurs de semences, a été choisie car elle influe fortement sur la dynamique forestière des FS. Cependant, elle est aussi le modèle le plus difficile à étudier dans le sens où les comportements et les mobilités sont très variables d'une espèce à une autre. Ainsi, les distances de dispersion étant très étendues (certains oiseaux pouvant traverser intégralement le paysage d'une UPF en une seule journée), il n'a pas été possible de déterminer une limite seuil.

Ces préoccupations sont légitimes et doivent être soigneusement prises en compte dans l'interprétation des résultats. Il faut ainsi être prudent en supposant que ce modèle généré n'illustre en aucun cas la connectivité pour l'ensemble des espèces. Plusieurs auteurs ont noté les limites possibles de l'approche des « distances coût » dans la modélisation de la connectivité. De nombreuses lacunes dans la méthode résultent également dans le choix des coefficients de résistance des milieux (Beier *et al.*, 2008 ; Pullinger et Johnson, 2010).

L'approche de la connectivité fonctionnelle est donc très délicate car elle requiert la connaissance de nombreuses informations relatives à la guilda d'espèces sélectionnée.

Cet exercice pourrait être complété en utilisant d'autres guildes afin de montrer davantage l'état de la connectivité en croisant l'ensemble des modélisations effectuées. Il conviendrait à cet effet de déterminer quelles espèces végétales de FS, de papillons, de lézards, de mammifères (roussettes), etc. sont inféodées à la FS, **de commanditer les inventaires nécessaires** et de modéliser la connectivité par groupe d'espèces.

A propos de la méthode de dilatation-érosion, celle-ci demeure subjective tant que des **vérifications de « terrain »** ne seront pas effectuées pour confirmer ou au contraire pour infirmer ces résultats. Ces **procédures de validation des corridors doivent désormais être entreprises**.

Aussi, des études basées sur les vents dominants, les reliefs et leur inclinaison ainsi que sur les caractéristiques des semences de FS concernées par l'anémochorie pourraient être menées (comm.pers. H.Géraux). Elles pourraient par exemple mettre en évidence **des couloirs majeurs de dispersions** qu'il conviendrait **de préserver et d'améliorer**.

c) *L'indice de qualité de la connexion forestière (d'après CI, 2011)*

La qualité de la connexion forestière au sein de la sous-trame forestière peut être évaluée par l'analyse d'une couche d'occupation du sol la plus précise possible (cf.IRD). Cet indice intègre donc le type de végétation présent entre 2 patchs de forêt, comme facteur de réussite de la connexion. En prenant pour exemple le maquis minier, certaines formations sont parfois « bloquées » en terme de dynamique à cause des feux répétés alors que d'autres, non soumises au risque feu, peuvent évoluer vers le stade forêt. Il s'agit donc d'identifier les formations végétales qui sont les plus propices à évoluer vers le milieu forestier, passivement dans l'idéal, ou avec l'aide de l'Homme si nécessaire. Ces formations peuvent alors être notées (Rios et Lefeuvre, 2011).

Cet indice est donc un outil d'aide à la décision pour choisir les meilleures connexions écologiques à restaurer.

Enfin, tout travail de géomatique, de part sa complexité, doit être suivi par un groupe de travail et ses résultats régulièrement validés. En effet, la mesure et l'identification de connectivités à l'échelle d'un paysage est un exercice complexe requérant de nombreuses informations qui, faute d'être immédiatement disponibles, doivent être raisonnablement estimées après avis d'experts.

d) *En ce qui concerne l'étude des espèces envahissantes*

Cette étude prend en compte l'impact des ongulés mais aussi et surtout celui des espèces végétales envahissantes. Diverses recommandations pour lutter contre l'établissement et la propagation des EEE ont été proposées. Cependant, faute de données existantes, les impacts pourtant bien réels de nombreuses autres espèces animales envahissantes ne sont pas pris en compte. Les fourmis rouges, les achatines, les rats, les chats ou encore les cochons sauvages sont pourtant de véritables fléaux. Il serait donc nécessaire d'étudier plus précisément ces espèces, leur propagation et leurs impacts à l'échelle du paysage. Des inventaires à ce sujet doivent être menés.

Ainsi, cette étude, appliquée à l'UPF1 est donc une **première itération** de la méthodologie générale qui a été conçue pour répondre aux objectifs du stage. Par exemple, la base de données Excel réalisée doit être **complétée et corrigée** au fur et à mesure de l'avancée des connaissances. Son actualisation doit permettre d'améliorer les résultats de cette étude.

Il est important de considérer que la gestion et les recommandations sont adaptatives et qu'il faut incorporer un suivi et un réajustement suite aux résultats obtenus.

II. Vers une mutualisation des données existantes

Un travail de mutualisation des données a été entrepris par le PCFS en 2002. Réalisé et actualisé par la SMAI (Boyeau, 2003), un SIG « forêt sèche » facilement utilisable par tous les partenaires du PCFS a été créé. Cette application de consultation et de mise à jour regroupait l'ensemble des données disponibles et des couches SIG décrivant le territoire et nécessaires pour l'étude des FS. Il devait permettre la création et le suivi de plans de gestion et la réalisation rapide de documents supports pour des études. Mais ce projet a été stoppé en 2006 et n'est plus utilisé depuis. Actuellement, l'ensemble des connaissances sur la FS sont dispersées à travers une multitude de rapports (IRD, IAC, PCFS, UNC, CIE, notes de terrains, etc.) et, comme souvent répétés dans cette étude, **les connaissances personnelles de chacun dépassent souvent celles écrites et officielles**. De plus, les données obtenues ou celles fournies par l'ensemble des services ne sont pas homogénéisées. Ainsi, il est nécessaire de remettre en place cette procédure de mutualisation et de standardisation par l'emploi d'un responsable SIG « forêt sèche » à mi-temps. Il serait chargé de synthétiser l'ensemble des résultats des études menées jusqu'à aujourd'hui, et de le compléter avec ceux des nouvelles. (comm.pers. D. Buisson).

De plus, pendant ce stage, le relevé des FS potentielles, non cartographiée sur la carte officielle du PCFS mais mise en évidence par diverses rencontres lors d'entretiens était trop important et imprécis pour envisager de les cartographier. Par exemple, il existerait des FS dans la région de Tiaré, T'Ndu, Kongoua, Nianouni en bordure de l'UPF1 (comm.pers. Mr et Mme Letocard, botanistes amateurs). De même, de nombreuses creeks et autres patchs de FS ayant une surface non négligi-

geable de part et d'autre du territoire de l'UPF1 ont été signalés (comm.pers. B. Suprin), etc. Des sorties terrain accompagnées de spécialistes permettraient de valider l'existence de ces massifs potentiels de FS.

III. Dans la continuité de ce travail...

La cartographie des unités paysagères fonctionnelles a abouti à la création de 10 UPF et la méthodologie développée pour l'UPF1 peut être appliquée aux autres UPF. Ainsi, il est nécessaire de mettre en évidence celles prioritaires en termes d'action. Il convient donc de connaître les enjeux, les pressions, les opportunités et les caractéristiques générales contenues dans chacune des UPF.

Notons que l'**UPF 6-b de Pindai-Nékoro** est celle contenant le plus de FS : 1456 ha, soit 9,5 % de son territoire. Celle-ci peut donc être considérée comme celle qui devrait être étudiée dans la continuité de ce travail. Sa répartition foncière est assez similaire à celle de l'UPF1, cependant ses problématiques sont différentes. Les feux ou encore l'impact des espèces animales exotiques envahissantes sont certainement les deux menaces principales. Aussi, une portion de cette UPF sera prochainement classée pour devenir une aire protégée. Ce classement sera un véritable atout pour la conservation d'une partie de ses forêts sèches et permettra d'envisager des mesures restauratoires efficaces.

Par la suite, il serait intéressant d'extrapoler la stratégie à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie. Ainsi, il faut rappeler que la pérennité de la FS demeure avant tout dans ses possibilités de résilience aux pressions et aux changements climatiques à venir. Cette résilience est elle-même dépendante des autres écosystèmes forestiers de plus haute altitude et des connexions qui existent.

Ainsi, cette stratégie plus large, devrait être portée à l'ensemble de la trame forestière de Nouvelle-Calédonie. Le but de la stratégie opérationnelle dans le paysage est avant tout de parvenir à sécuriser et à optimiser l'expression de la biodiversité faunistique et floristique dans les paysages. Pour ce faire, il conviendrait d'utiliser des semences ne provenant pas nécessairement de l'UPF dans laquelle la restauration est envisagée afin d'assurer un fort brassage génétique. Avec des moyens financiers importants, des marqueurs moléculaires serviraient en plus à sélectionner les individus les plus diversifiés et contrôler l'origine génétique avant réintroduction.

Enfin, des études sont à mener sur l'utilisation de fertilisants les plus adéquats pour optimiser la restauration active (Pierart, 2012).

CONCLUSION

L'objectif de cette étude était d'apporter une **réflexion à l'échelle du paysage** œuvrant pour **l'évolution de la stratégie générale pour la conservation et la restauration de la FS**. La proposition de recommandations stratégiques devait permettre d'engager davantage de moyens afin d'**optimiser la viabilité** de l'écosystème FS dans sa **dimension paysagère**. L'approche par l'écologie du paysage, abordant de manière cohérente une **multitude d'échelle** (du site à l'écorégion) considère le paysage comme un **éco-socio-système** soumis à des dynamiques spatiotemporelles. Elle permet d'envisager l'écosystème émergeant en considérant que son équilibre et sa viabilité reposent sur **sa connectivité, sa capacité de résilience et sa biodiversité**.

Un premier travail a permis de cartographier **10 unités paysagères fonctionnelles** de l'écosystème FS en Nouvelle-Calédonie. La finalité est d'appréhender des territoires d'études et d'actions suffisamment larges pour pouvoir envisager **une réflexion écologique**, mais d'une taille limitée, pertinente et **gérable à l'échelle humaine**.

Suite à cette première analyse, une **approche méthodologique** a été développée. Elle consiste à **mutualiser les données disponibles** nécessaires à l'étude de l'état, de l'organisation, des relations écologiques. Elle permet aussi d'identifier et d'évaluer les menaces ainsi que les opportunités de gestion et de restauration des FS contenues dans une UPF donnée.

Appliquée à l'UPF1, cette méthode a tout d'abord permis de mettre en évidence un territoire concerné par des problématiques d'aménagements et d'usages complexes et témoin d'une **mutation forte de ses paysages**. Son contexte de **périurbanisation de grande ampleur** est la problématique majeure à considérer : elle conditionne et conditionnera fortement la viabilité des FS.

L'UPF1 est aussi caractérisée par un écosystème FS dont les patches restants sont relativement isolés les uns des autres et de structures très hétérogènes. Ceux-ci sont pourtant les berceaux d'une **biodiversité exceptionnelle**. Toutefois, ils sont aussi concernés par une **multitude de menaces** qui les affectent d'une manière différente, autant par leurs impacts que par les surfaces qu'elles concernent.

L'estimation de la connectivité fonctionnelle, mesurée par les déplacements potentiels de l'avifaune entre chacune des FS, a permis de dévoiler de **nombreuses connectivités dans le paysage qui mériteraient d'être optimisées** afin d'accroître la viabilité de l'écosystème FS.

Ainsi, la localisation d'une **multitude d'espaces restaurables** permet d'envisager et d'**orienter les réflexions** sur les actions à mettre en place afin d'aboutir à une **trame forestière davantage viable** et de **sécuriser la biodiversité du paysage** étudié.

A partir de cette analyse et de son jeu de cartes, de la synthèse des actions déjà entreprises et de la mutualisation des réflexions des acteurs du territoire, des recommandations d'actions stratégiques ont été proposées pour la gestion de l'UPF1. Celles-ci s'orientent selon 3 axes majeurs : **la conservation** des habitats et des espèces précaires, **la restauration** des espaces reconnectant les FS ou améliorant la qualité de leurs habitats et la **lutte contre l'apparition et la propagation des espèces exotiques envahissantes**.

Cependant, les paysages de la côte ouest sont en **perpétuelle mutation** au gré des nouvelles voies de développement économiques de la Nouvelle-Calédonie. De plus, **les connaissances évoluant dans le temps**, cette étude pourra être complétée au fur et à mesure des avancées. Celle-ci gagnerait à être enrichie avec les nouvelles données qui seront acquises ultérieurement. Ainsi, les recommandations ont pour ambition **d'alimenter des réflexions collégiales** et constituent **une base de travail perfectible dans le temps**. Cette stratégie est d'autant plus ambitieuse qu'elle considère la conservation de ce patrimoine forestier tant menacé sur **le long terme**.

Au cours de cette étude, les éléments clés à la réflexion et à l'action ont été apportés. Il convient maintenant de les engager au plus vite si l'on souhaite accroître, tout au moins, conserver le peu de FS encore existant en Nouvelle-Calédonie. Mais pour cela, il faut désormais parvenir à **lever les freins juridiques et politiques** gelant une grande partie des actions envisageables.

BIBLIOGRAPHIE

- ASSMANN C. (2011). Etude de la connectivité des massifs des Vosges au niveau de la trame forestière et du Jura. Master Gestion des Ecosystèmes, Université de Nancy, 28p.
- BEAUVAIS M. L., COLENO A., (2006). Les espèces envahissantes de l'archipel néo-calédonien. Un risque environnemental et économique majeur. Nouméa (NC) : IRD, 84 p.
- BEIER P, MAJKA D., SPENCER W. (2008). Forks in the road: choices in procedures for designing wildlife linkages. *Conservation Biology*, 22, pp. 836-851.
- BERTHOUD G., LEBEAU R. P., RIGHETTI A. (2004). Réseau écologique national REN. Rapport final. Berne (SU) : Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, 132 p.
- BERTRAND G. (1968). Paysage et géographie physique globale. *Revue de géographie des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 2, pp. 249-272.
- BETTS R. A. (2001). Biogeophysical impacts of land use on present-day climate: near-surface temperature change and radiative forcing. *Atmos. Sci. Lett.*, 1, pp.10-23.
- BOGAERT J. & MAHAMANE A., (2005). Ecologie du paysage : cibler la configuration et l'échelle spatiale. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, 7, pp. 39-68.
- BOISSEININ M., GOMEZ S., BARRE N., CHAMBREY C., TASSIN J. (2006). Interactions entre l'avifaune frugivore et la flore ligneuse en forêt sèche de Nouvelle-Calédonie. Nouméa (NC) : IAC, 79 p.
- BOUCHET, P., JAFFRE T., VEILLON J.M. (1995). Plant extinction in New Caledonia: protection of sclerophyll forests urgently need. *Biodiversity and Conservation*, 4, pp. 415-428.
- BOYEAU, Y.-E. (2005). Cartographie et analyse spatiale des occurrences des incendies sauvages en province Nord. Nouméa (Nouvelle-Calédonie) : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, 54 p.
- BROUSTET D. (2005). Projections de population pour la Nouvelle-Calédonie à l'horizon 2030. Une évolution entre croissance et vieillissement. Nouméa (NC) : ISEE, 6 p.
- BUREL F., BAUDRY J. (1999). Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications. Editions TEC & DOC, 359 p.
- CLEWELL A, RIEGER J., MUNRO J. (2005). Guidelines for developing and managing ecological restoration projects. 2^{ème} ed, Society for Ecological Restoration International, 16p.
- CLOBERT J, NICHOLS J.D., DANCHIN E., DHONDT A. (2001). Dispersal. University Press, Oxford (EU) 480 p.
- CLUZEL D., AITCHISON J., BLACK P.M., PICARD C. (1999). Origin and fate of Southwest Pacific marginal basins; an appraisal from New Caledonia. *Geological Society of America*, pp. 77-79.
- COME D. (1970). Les obstacles à la germination. *Elsevier Masson*, 6, 162 p.
- COMOP (2009). TVB : orientation nationale pour la préservation et la restauration des continuités écologiques. Paris (FR), 77 p.
- CONNELL J., LEA J. (2006). Urbanisation in the Pacific: Towards sustainable development. Routledge, Taylor&Francis Group, Londres (RU), 217 p.
- CONSEIL DE L'EUROPE (2000). Convention européenne du paysage, Florence (IT).
- CONSEIL REGIONAL CENTRE (2009). Cartographie du réseau écologique du territoire de la région centre. Orléans (FR) : Biotope, 60 p.
- CROOKS K.R., SANJAYAN M. (2006). Connectivity conservation: maintaining connections for nature. *Connectivity Conservation*, pp. 1-19.
- DESMOULINS F., BARRE N. (2004). Bilan du programme d'inventaire de l'avifaune des forêts sclérophylles. Port Laguerre (NC) : IAC, 57 p.
- DREAL Nord-Pas-de-Calais (2011). Le filtre de l'écologie du paysage. 3 p.
- DUNNING J.B., DANIELSON B.J., PULLIAM H.R. (1992). Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos*, 65, pp. 169-175.
- EHRHART M. (2012). Mise en place de recherches opérationnelles pour l'usage ornemental de la flore indigène de Guadeloupe en projet d'aménagement. Master Ingénierie du Territoire, Agrocampus Ouest, Angers (FR), 82 p.
- ELKIE P.C., REMPEL R.S. (1999). Patch analyst user's manual - a tool for quantifying landscape structure. Ministry of Natural Resources, Northwest Science & Technology, 16 p.
- FAHRIG L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34, pp. 487-515.
- FERRERAS P. (2001). Landscape structure and asymmetrical inter-patch connectivity in a metapopulation of the endangered Iberian lynx. *Biological Conservation*, 100, pp. 125-136.
- FORMAN R.T.T, GODRON M. (1986). Landscape ecology. 99th ed., John Wiley & Sons Inc, New York (EU), 619 p.
- FORMAN R.T.T., GODRON M. (1981). Patches and structural components for a landscape ecology. *BioScience*, 31, pp. 733-740.
- FORMANT R.T.T (1995). Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press, 656 p.
- GARGOMINY O. (2003). Biodiversité et conservation dans les collectivités françaises d'outre-mer. Collection Planète Nature. Comité français pour l'UICN, Paris(FR), 246 p.
- GARGOMINY O., BOUCHET PH., PASCAL M., TOURNEUR J.C. (1996). Conséquences des introductions d'espèces animales et végétales sur la biodiversité en Nouvelle-Calédonie. *Revue Ecologie, la Terre et Vie*, 51, pp. 375-402.
- GAUTIER-HION A. (1985). Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. *Oecologia*, 65, pp. 324-337.
- GEHLHAUSEN S.M., SCHWARTZ M.W., AUGSPURGER C.K. (2000). Vegetation and microclimatic edge effects in two mixedmesophytic forest fragments. *Plant Ecology*, 147, pp. 21-35.
- GERAUX H. (2005). Séminaire de réflexion sur la restauration écologique et la Vision de la Biodiversité des Forêts sèches de Nouvelle-Calédonie. Nouméa (FR) : WWF, 28 p.
- GERBEAUD MAULIN F., LONG M. (2008). La fragmentation des milieux naturels : Etat de l'art en matière d'évaluation de la fragmentation des milieux naturels. France : DIREN PACA, 73 p.
- GOARANT A.C (2004). 12^{ème} Congrès Forestier Mondial. Québec (CA) : WWF, 32 p. Rapport n° 01/2004
- GUILMOUR D., LAMB D. (2003). Rehabilitation and Restoration of Degraded Forests. Island Press, UICN, Gland (SU), 110 p.

- GUISEPELLI E., FLEURY P. (2005). Représentations sociales du paysage, négociation locale et outils de débat sur le paysage. La polyphonie du paysage, Lausanne (SU), Presses polytechniques et universitaires romandes, pp. 179-205.
- HANSKI I., GILPIN M.E. (1997). Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution. Academic Press Inc, San Diego (EU), 512 p.
- HARRISON S., BRUNA E. (1999). Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure? *Ecography*, 22, pp. 225-232.
- HEQUET V. (2007). Espèces végétales rares de forêt sèche calédonienne. Révision de la liste et soumission de 68 taxons à la liste rouge UICN. Nouméa (NC) : IRD, 56 p., Rapport n°4.
- HEQUET V., LE CORRE M., RIGAUULT F., BLANFORT V. (2009). Les espèces exotiques envahissantes de Nouvelle-Calédonie. Nouméa (NC) : IRD, 87 p., Rapport n°3700.
- HOF J., FLATHER C.H. (1995). Accounting for connectivity and spatial correlation in the placement of wildlife habitat. *Ecological modeling*, 88, pp. 143-155.
- JAFFRÉ T. (1993). The Relationship between ecological diversity and floristic diversity in New Caledonia. *Biodiversity letter*, 1, pp. 82-87.
- JAFFRE T., BOUCHET P., VEILLON J.M. (1998). Threatened plants of New Caledonia: Is the system of protected areas adequate? *Biodiversity and Conservation*, 7, pp. 109-135.
- JAFFRE T., MORAT P., RIGAUULT F., VEILLON J.M., DAGOSTINI G. (2001). Composition et caractéristiques de la flore indigène de la Nouvelle-Calédonie. Nouméa (NC) : IRD, 121 p.
- JAFFRE T., MORAT P., VEILLON J., RIGAUULT F., DAGOSTINI, G. (2004). Composition et caractérisation de la flore indigène de Nouvelle-Calédonie. Nouméa (NC) : IRD, II4, 132 p.
- JAFFRÉ T., MUNZINGER J., LOWRY PORTER P. (2010). Threats to the conifer species found on New Caledonia's ultramafic massifs and proposals for urgently needed measures to improve their protection. *Biodiversity and Conservation*, 19, pp. 1485-1502.
- JAFFRE T., VEILLON J.M. (1991). La forêt sclérophylle de la province Sud de la Nouvelle-Calédonie. Nouméa (NC) : ORSTOM, 93p.
- JANZEN D.H. (1981). *Ficus ovalis* seed predation by an orange-chinned parakeet (*Brotogeris jugularis*) in Costa Rica. *Auk*, 98, pp. 841-844.
- JOLY M., PRIMEAU S., SAGER M., BAZOGE A. (2008). Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides. Québec (CA) : MDDEP, 68 p.
- KURPITZ D., GOARANT A.C (2004). Recensement des sites de FS en province Sud et diagnostic. Nouméa (NC) : Province Sud, 25 p.
- LE ROBERT (1992). Dictionnaire historique de la langue française. Ed 2, Dir. Alain Rey, Paris (FR), 2400 p.
- LE VIOL I. (2010). Les dépendances vertes autoroutières : des zones refuges pour la biodiversité. *Espaces Naturels*, 30, p. 41
- LOWRY P.P., MUNZINGER J., BOUCHET P., GERAUX H., BAUER A., LANGRAND O., MITTERMEIER R.A. (2004). New Caledonia. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Threatened Terrestrial Ecoregions, CEMEX, Mexico. pp. 193-197.
- LUGINBUHL Y., CROS Z. (2005) Etude sur les Atlas de paysages transfrontaliers, le cas de la région des Ardennes entre Champagne-Ardenne et Wallonie. MEDD, 51p.
- MARESCHAL L.P., MAGNIN-FEYSOT T. (2011). Principes d'identification de la Trame Verte et Bleue sur le territoire du Parc du Haut-Jura. Versailles (FR), Conférence Esri. Présentation powerpoint, 27 p.
- MATTHEWS, K. (2004). Identification, cartographie des unités paysagères de forêt sèche de la Nouvelle-Calédonie et méthodologie d'analyse et d'action. Nouméa (NC) : WWF & SMAI, 46 p.
- MAZZEO F. (2004). Exploitation minière et valorisation du patrimoine floristique de Nouvelle-Calédonie. La Réunion (FR), DESS, 60 p.
- MERY G., ALFARO R., KANNINEN M., LOBOVIKOV M., VANHANEN H., PYE-SMITH C. (2005). Des Forêts pour le Nouveau Millénaire - des forêts à gérer dans l'intérêt des gens et la nature. Helsinki (FI) : Ministère des Affaires étrangères de Finlande et Union internationale des instituts de recherches forestières, 36 p.
- MORSE L.E., RANDALL J.M., BENTON N., HIEBERT R., LU S. (2004). An Invasive Species Assessment Protocol: Evaluating Non-Native Plants for Their Impact on Biodiversity. *Nature Serve*, 40 p.
- MURIENNE J., GRANDCOLAS P., DOLORS PIULACHS M., BELLES X., D'HAESE C., LEGENDRE P., PELLENS R., GUILBERT E. (2005). Evolution on a shaky piece of Gondwana: is local endemism recent in New Caledonia? *Cladistics*, 21, pp. 2-7.
- MYERS N., MITTERMEIER R.A., MITTERMEIER C.G., DA FONSECA G.A., KENT J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, pp. 853-858.
- MYERS N. (1998). Threatened biotas "Hot Spots" in tropical forest. *The Environmentalist*, 8, pp. 107-208.
- NEURAY J. (1982). Des paysages pour qui? Pourquoi ? Comment ? Gembloux (BE), 589 p.
- NIKOLALAKI P. (2004). A GIS site-selection process for habitat creation: estimating connectivity of habitat patches. *Landscape and Urban Planning*, 68, pp. 77-94.
- NOULLET M. (2007). Valorisation de la FS de Nouvelle-Calédonie : Etude des plantes utiles de la zone des aires coutumières Paicî-Camuki et Ajië-Aro. Master Ecologie de la Biodiversité, Université de Montpellier, 21 p.
- OLESEN J.M., JAIN S.K. (1994). Fragmentated plant populations and their lost interactions. *Conservation Genetics*, pp. 417-426.
- OPDAM P., VAN APELDOORN R., SCHOTMAN A., KALKHOVEN J. (1993). Population responses to landscape fragmentation. *Landscape Ecology of a Stressed Environment*, pp. 147-171.
- PAPINEAU C. (2004). Bilan triennal du programme forêt sèche. Pouembout (NC) : PCFS, 125 p., Rapport n°14
- PELLETIER B. (2007). Geology of the New Caledonia region and its implications for the study of the New Caledonian biodiversity. 2^{ème} éd, IRD, Nouméa (NC), II7, pp. 19-32.
- PETERKEN G.F (2000). Natural Reserves in English Woodlands. *English Nature Research*. Rapport 384.
- PIERART A. (2012). Interactions entre mycorhization, nutrition en phosphore et adaptation de la plante à la toxicité du nickel sur substrat ultramafique. Master Gestion Durable du Végétal, Agrocampus Ouest, Angers (FR), 75 p.
- PIESSENS K., HONNAY O., DEVLAMINCK R., HERMY M. (2006). Biotic and abiotic edge effects in highly fragmented heathlands adjacent to cropland and forest. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 114, pp. 335-342.

- PROVINCE SUD (2011). Code de L'environnement de la Province Sud. Nouméa (NC), 459 p.
- PULLINGER M., JOHNSON C. (2010). Maintaining or restoring connectivité or modified landscapes: Evaluating the least-cost path model with multiple sources of ecological information. *Landscape Ecology*, 25, 10, pp. 1547-1560.
- RANDALL J.M., MORSE L.E., BENTON N., HIEBERT R., LU S., KILLEFFER T. (2008). The Invasive Species Assessment Protocol: A Tool for Creating Regional and National List of Invasive Nonnative Plants that Negatively Impact Biodiversity. *Invasive Plant Science and Management*, 1, pp. 36-49.
- RICKETTS T.H. (2001). The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. *The American Naturalist*, 158, pp. 87-99.
- RIOS J., LEFEUVRE J.C. (2011). Continuités écologiques dans le Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie. Application méthodologique et cartographie préparatoire. Rapport Intermédiaire. Nouméa (NC) : CI, 96 p.
- ROCHE (2007). Les unités et structures paysagères dans les Atlas de paysages. Master Paysage et aménagement, INH, Angers, 57 p.
- SADLER, R. A., JOURDAN H. (2010). Inventaire herpéthologique des aires protégées de la Province Sud. Nouméa (NC), Australien Museum
- SATTLER, P. & WILLIAMS, R. (1999). The Conservation Status of Queensland's Bioregional
- SAUNDERS D. A., HOBBS R. J., MARGULES, C. R. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology*, 5, pp. 18-32.
- SEGUIN J.F (2005). Des composants du paysage : Unités, structures, éléments, 3 p.
- SIGN (Syndicat Intercommunal du Grand Nouméa) (2010). Diagnostic du Contrat d'agglomération, Volet n°1 -Analyse urbaine territorialisée de l'agglomération. 24 p.
- SIMBERLOFF D. (1994). How forest fragmentation hurts species and what to do about it. *General technical report RM, 247*, pp. 85-90.
- SMITH S., SADLER R., BAUER A., AUSTIN C., JACKMAN T. (2007). Molecular phylogeny of the scincid lizards of New Caledonia and adjacent areas: Evidence for a single origin of the endemic skinks of tasmantins. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 43, pp. 1151-1166.
- TAYLOR P. D., L FAHRIG L., HENEIN K., MERRIAM G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68, pp. 571-573.
- TRIOLO J. (2005). Guide pour la restauration écologique de la végétation indigène. La Réunion (FR) : ONF & DR, 88 p.
- TRIOLO J., BRONDEAU A. (2007). Etablir des stratégies de lutte opérationnelles contre les plantes exotiques invasives : Exemples à l'île de La Réunion. La Réunion (FR) : ONF, 8 p.
- TURNER M.G. (1989). Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20, pp. 171-197.
- VALLAURI D., GÉRAUX H (2004). Recréer des forêts tropicales sèches en Nouvelle-Calédonie : Contribution à une vision pour la restauration. Nouméa (FR) : WWF & PCFS, 28 p.
- VAN DE BEUQUE S. (1999). Évolution géologique du domaine péricatédonien (sud-ouest Pacifique). Doctorat Géosciences Marines, Université de Bretagne occidentale, Brest, 270 p.
- VAN WALLEGHEN B. (2012). Vers une approche intégrée des paysages forestiers en zone urbaine. Etudes des usages, perspectives d'évolution et propositions d'aménagements paysagers des lisières. BTS Aménagement paysagers, Angers (FR), 40 p.
- VEILLON J.M., DAGOSTINI, G., JAFFRE, T (1999). Etude de la forêt sclérophylle de la province Nord en Nouvelle-Calédonie. Nouméa (NC) : IRD, 72p., Rapport n° 10
- WASCHER D.M, VAN EUPEN M, MÜCHER C.A., GEIJZENDORFFER I.R. (2010). Biodiversity of European agricultural landscapes. Enhancing a high nature value farmland indicator. Wageningen (ALL), 88 p.
- WHITING S.N, REEVES R.D, RICHARDS D., JOHNSON M.S., COOKE J.A., MALAISSE F., PATONA, SMITH J.A.C, ANGLE J.S., CHANEY R.L., GINOCCHIOR., JAFFRÉ T., JOHNS R., MCINTYRE T., PURVIS O.W., SALT D.E, SCHAT H., ZHAO F.J., BAKER A.J.M. (2004). Research priorities for conservation of Metallophyte biodiversity and their potential for restoration and site remediation. *Restoration Ecology*, 12, 1, pp. 106-116.

SITOGRAPHIE

- ALTERIAS (2010). Alternatives aux plantes invasives. www.alterias.be (consulté le 27/07/2012)
- EPLP (2010). La Forêt sèche, état des lieux. www.eplp.asso.nc/test/?p=518 (page consultée le 10/05/2012)
- ISEE (2010). Projections de population pour la Nouvelle-Calédonie à l'horizon 2030. www.nouvellecaledonie2025.gouv.nc/portal/page/portal/sap/docu/menta-ion/documents_utiles/ISEE%20Projections%20de%20population%20pour%20la%20Nouvelle-Cal%20E9doni.pdf (consulté le 20/07/2012),
- L'ADRAF (2010). Le foncier. www.adraf.nc (consulté le 23/08/2012)
- NATURE IN DEED (2011). Les espèces envahissantes. [/www.natureindeed.com/French/Invasive_Species.htm](http://www.natureindeed.com/French/Invasive_Species.htm) (consulté le 27/07/2012)
- PCFS - Site officiel. www.foretseche.nc/ (plusieurs consultations)
- PNRA. Espèces invasives : où en sommes-nous ? www.pnr-armorique.fr/ (consulté le 27/07/2012)
- EURO-TEC (2011). Hydro-seeding, Euro-seeding. www.euro-tec.fr (consulté le 28/08/2012)



Agrocampus Ouest - Centre d'Angers
Institut National d'Horticulture et du Paysage
2, rue André Le Nôtre
49045 Angers – FRANCE



Organisation mondiale
pour la protection de la nature
Parc Forestier Michel-Corbasson BP 692
98845 Nouméa - NOUVELLE-CALEDONIE

- MEMOIRE DE FIN D'ETUDES -

**Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des
Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage**

Année universitaire : 2011-2012
Spécialité/Option : Paysage/Ingénierie des territoires

**L'approche paysagère pour des stratégies d'actions
en vue d'optimiser la conservation et la restauration
d'un écosystème menacé :**

Exemple de la forêt sèche de Nouvelle-Calédonie

Par : *Benoît GRANGE*

ANNEXES

JURY

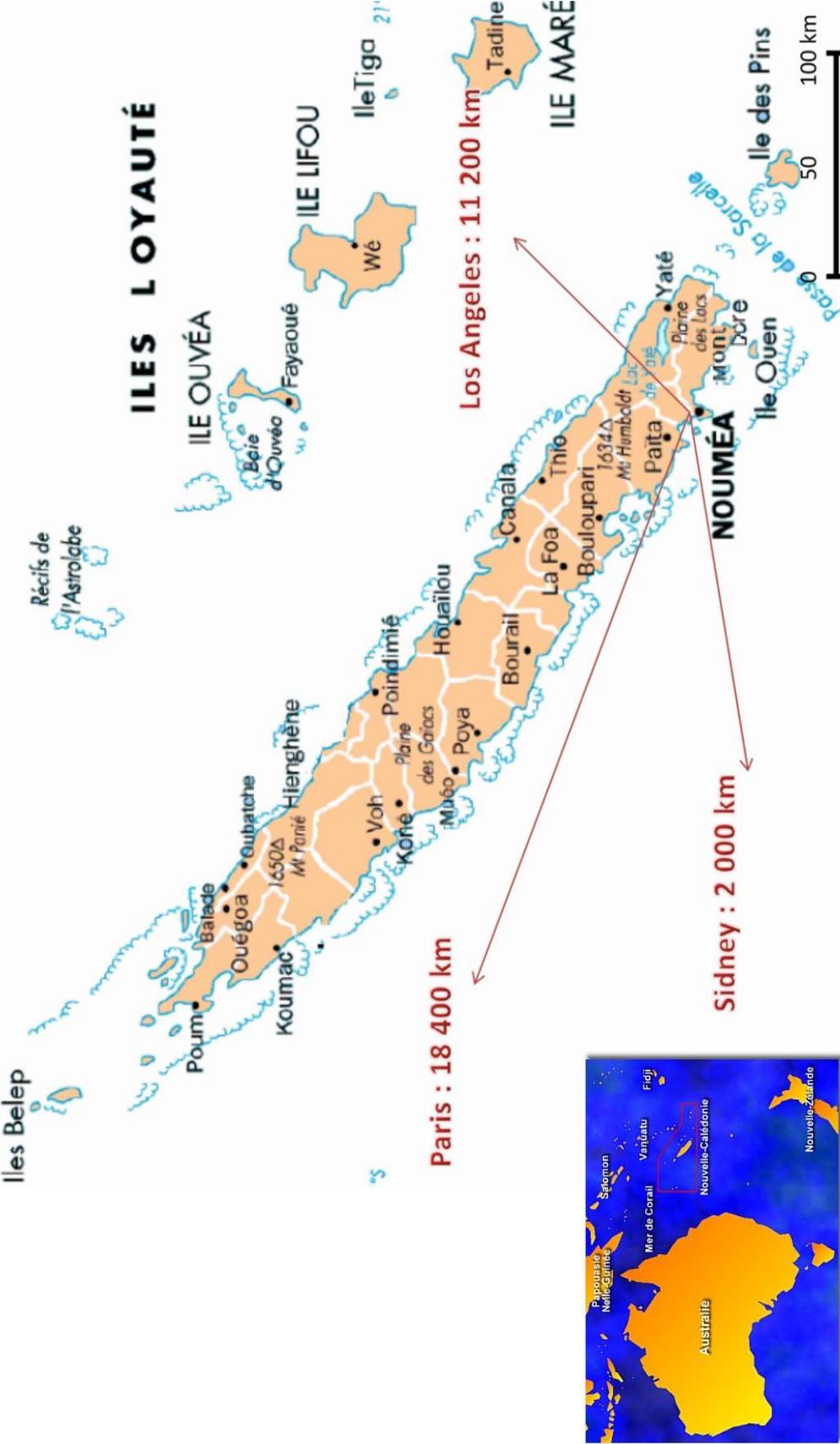
Présidence : *Sébastien CAILLAULT*
Maître de stage : *Anaïs ODDI*
Tutrice : *Nathalie CARCAUD*

Soutenu à Angers (visioconférence),
le 20/09/2012

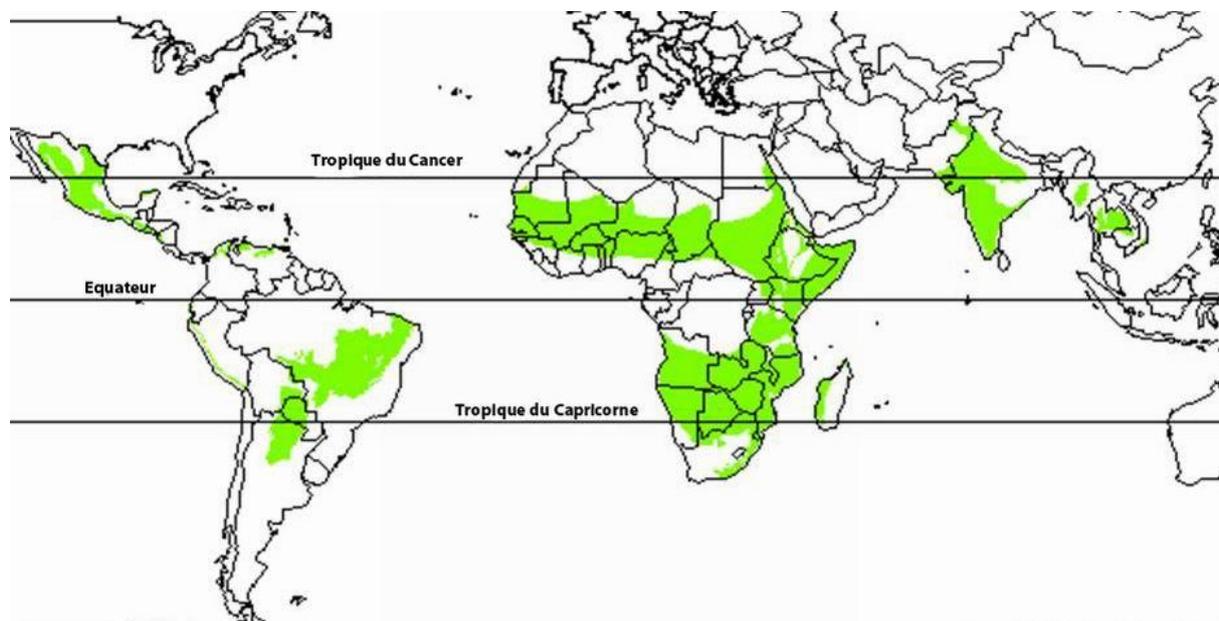
LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : CARTE DE LOCALISATION DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE.....	1
ANNEXE II : FORETS ET TERRES BOISEES TROPICALES SECHES DANS LE MONDE	2
ANNEXE III : PREMIERE CARTE SITUANT LES SITES DES FORETS SECHES PRIORITAIRES DU PROGRAMME FORET SECHE	3
ANNEXE IV : PARTENAIRES DU PROGRAMME DE CONSERVATION DE LA FORET SECHE ET PRINCIPAUX OBJECTIFS	4
ANNEXE V : IMPACT DE L'EFFET LISIERE SUR LA REPARTITION DES ESPECES	5
ANNEXE VI : TRAJECTOIRE ECOLOGIQUE DE LA RESTAURATION, DE LA REHABILITATION ET DE LA REALLOCATION D'UN ECOSYSTEME.....	6
ANNEXE VII : LES 3 AGREGATS MAJEURS DE FORETS SECHES	7
ANNEXE VIII : ANALYSE CRITIQUE DU PREMIER « TRAVAIL DE DELIMITATION DES UNITES PAYSAGERES »	8
ANNEXE X : EXTRAIT DU GEOTRAITEMENT EFFECTUE A PARTIR DE « MODEL BUILDER » DANS ARCGIS 10 : DELIMITATION DE LA ZONE D'EXPANSION POTENTIELLE DE FS	9
ANNEXE IX : DISTANCE EUCLIDIENNE EN METRES ENTRE LES PATCHS DE FORET SECHE.....	10
ANNEXE XI : PROTOCOLE I-RANK POUR L'EVALUATION DES ESPECES VEGETALES EXOTIQUES ENVAHISSANTES	11
ANNEXE XII : ILLUSTRATIONS DE QUELQUES MENACES CONCERNANT LA FORET SECHE	12
ANNEXE XIII : EVALUATION DES CARACTERISTIQUES D'UN PATCH DE FS DANS LA BASE DE DONNEES EXCEL.....	13
ANNEXE XIV : CHOIX ET PONDERATION DES CARACTERISTIQUES POUR LA DETERMINATION DES ZONES SOURCES D'UNE UPF	14
ANNEXE XV : METHODOLOGIE POUR LA MESURE DE LA CONNECTIVITE FONCTIONNELLE	15
ANNEXE XVI : CHOIX ET PONDERATION DES CARACTERISTIQUES POUR L'EVALUATION DES SITES « APTES » OU « INAPTES » A LA SECURISATION DES ESPECES PRECAIRES DANS UNE UPF	16
ANNEXE XVII : CARTE DE LOCALISATION DE L'UPF 1 ET DE SES FORETS SECHES.....	17
ANNEXE XVIII : RELIEF ET HYDROGRAPHIE DE L'UPF1	18
ANNEXE XIX : CARTE DE L'OCCUPATION DES SOLS DE L'UPF1 EN 2008	19
ANNEXE XX : PLAN D'URBANISME DIRECTEUR (PUD) DE NOUMEA	20
ANNEXE XXI : EVOLUTION DE L'URBANISATION DE NOUMEA	21
ANNEXE XXII : VUES AERIENNES DES PROJETS DE LA ZAC DE DUMBEA SUR MER ET DU LOTISSEMENT DES TROIS VALLEE.....	22
ANNEXE XXIII : EXTRAIT DE LA BASE DE DONNEES EXCEL DES FS CREEE	23
ANNEXE XXIV : SURFACE (EN HA) DES MASSIFS DE FORET SECHE DE L'UPF 1	24
ANNEXE XXV : DISTANCE EUCLIDIENNE ENTRE LES MASSIFS DE FS DE L'UPF1	25
ANNEXE XXVI : ETATS DES FORETS SECHES DE L'UPF 1	26
ANNEXE XXVII : CARTOGRAPHIE DU FONCIER DE L'UPF 1.....	27
ANNEXE XXVIII : LISTE DES ESPECES PRECAIRES DE FORET SECHE SUR L'UPF 1	28
ANNEXE XXIX : REPARTITION DES ESPECES PRECAIRES DE FORET SECHE SUR L'UPF 1.....	29
ANNEXE XXX : LISTE ET LOCALISATION DES 28 ESPECES EXTREMEMENT DANGEREUSES (I-RANK >30) DANS L'UPF 1 POUR L'ENSEMBLE DES ECOSYSTEMES	30
ANNEXE XXXI : EVALUATION DES CARACTERISTIQUES DE LA VALEUR ECOLOGIQUE DES SITES SOURCES/PUITS.....	31
ANNEXE XXXII : CARTE DE RESISTANCE DES MILIEUX DE L'UPF1 A LA DISPERSION DE L'AVIFAUNE	32
ANNEXE XXXIII : EVALUATION DES SITES « APTES » OU « INAPTES » A LA SECURISATION DES ESPECES PRECAIRES	33
ANNEXE XXXIV : LISTE DES PERSONNES RENCONTREES ET CONTACTEES	34
ANNEXE XXXV : EXEMPLE DE FICHE ACTION DEVELOPEE DANS LA "CHARTRE DE L'ARBRE" DE LA VILLE DE NANTES (FRANCE).....	35
ANNEXE XXXVI : EXEMPLES DE CHARTES DE BONNE CONDUITE A DESTINATION DES PEPINIERISTES	36

Annexe I : Carte de localisation de la Nouvelle-Calédonie



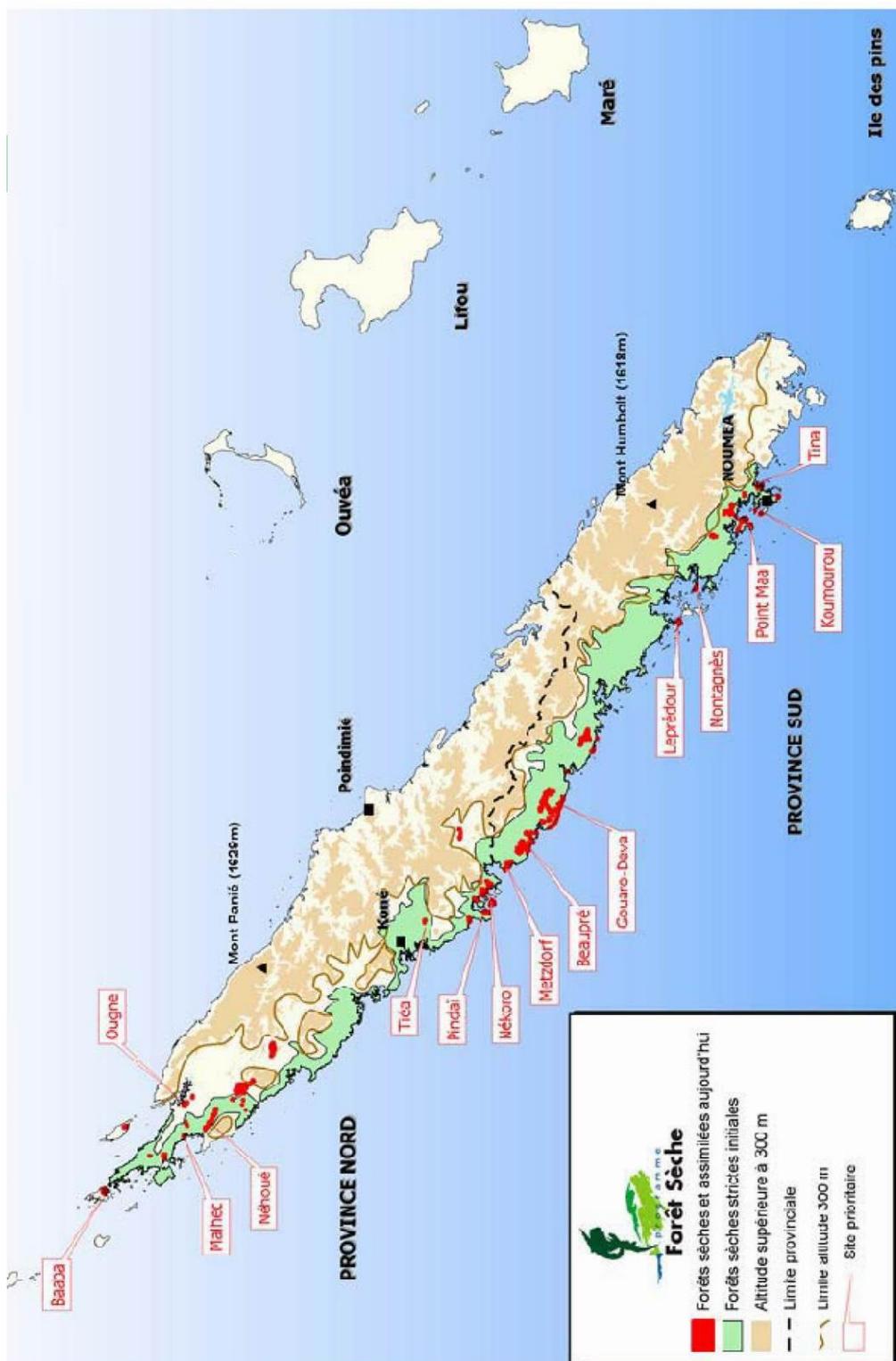
Annexe II : Forêts et terres boisées tropicales sèches dans le monde (FAO, 1999)



Evolution des FS dans le monde :

Région	Surface initiale (km ²)	Surface actuelle (km ²)
Amérique centrale	~ 50 000	~ 480
Australie	~ 310 000	~ 46 500
Madagascar	~ 210 000	~ 130 000
Nouvelle Calédonie	~ 4 500	~ 50

Annexe III : Première carte situant les sites des forêts sèches prioritaires du Programme Forêt Sèche (d'après Boyeau, 2001)



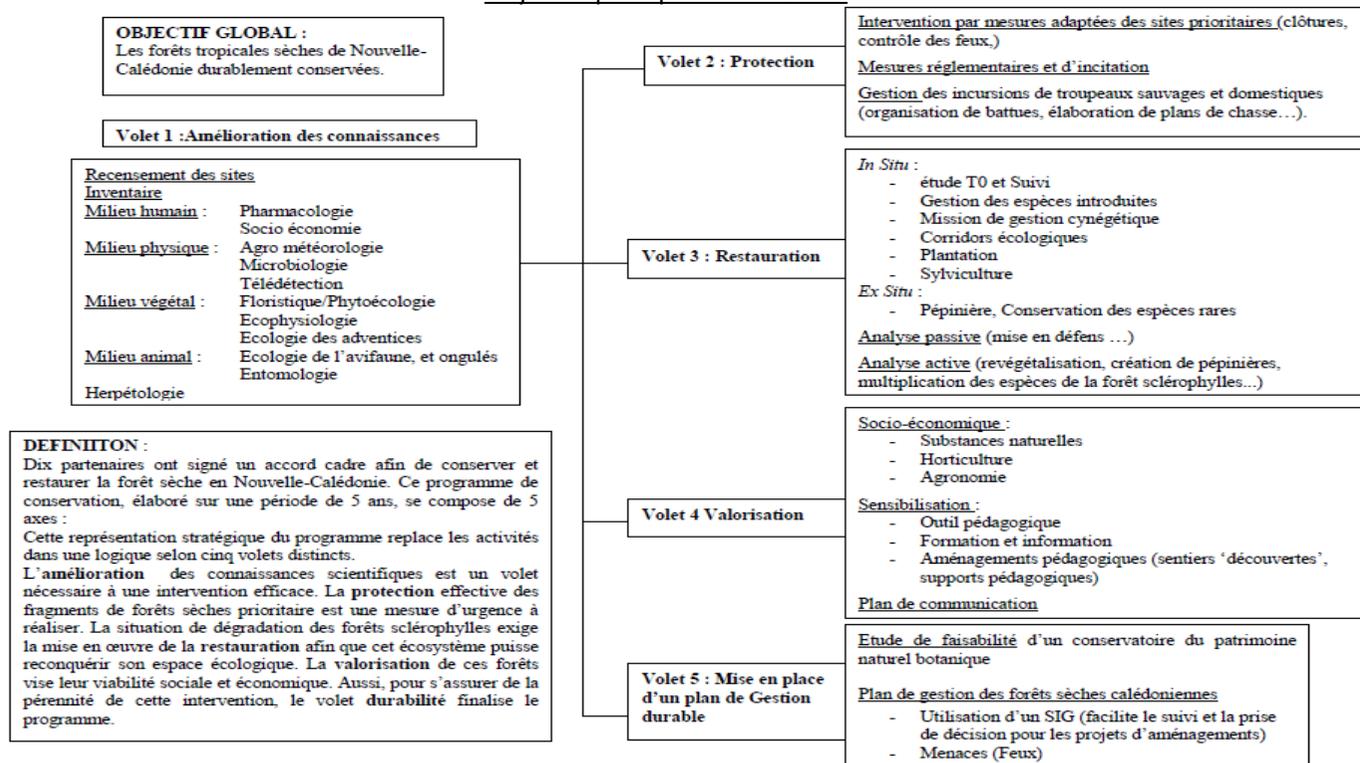
Annexe IV : Partenaires du Programme de Conservation de la Forêt Sèche (PCFS) et principaux objectifs

Partenaires du PCFS :

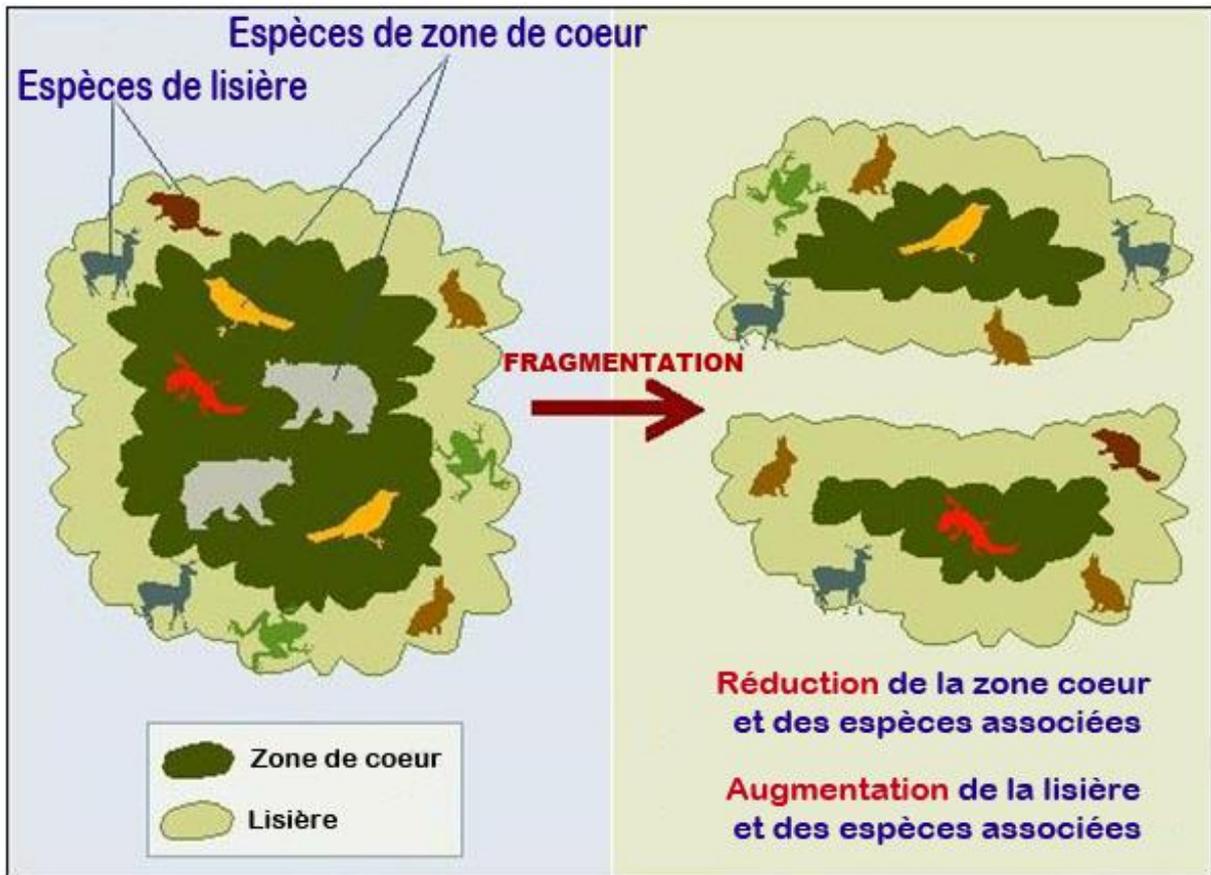
Etat français, gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Provinces Nord et Sud, fondation WWF (Fonds mondial pour la nature), IAC (Institut Agronomique Néo-Calédonien), IRD (Institut de Recherche pour le Développement), CIE (Centre d'Initiation à l'Environnement), Université de Nouvelle Calédonie, CI (Conservation Internationale).



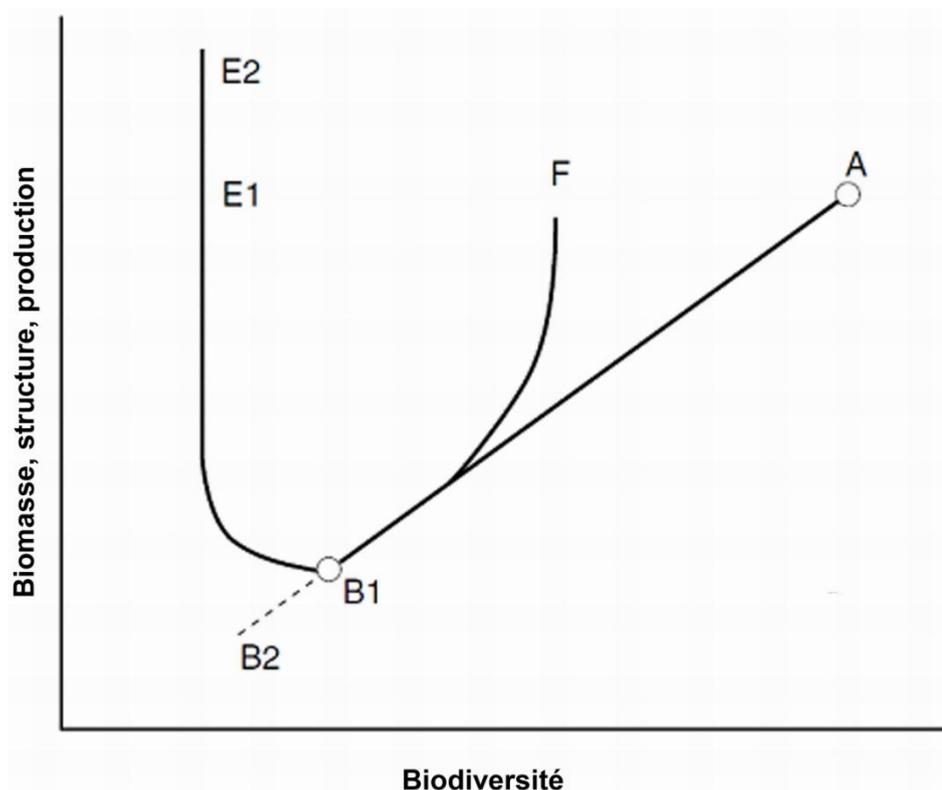
Objectifs principaux du PCFS :



Annexe V : Impact de l'effet lisière sur la répartition des espèces (Simberloff, 1994)



Annexe VI : Trajectoire écologique (chemin évolutif au cours du temps) de la restauration, de la réhabilitation et de la réallocation d'un écosystème (Lamb *et al.* 2003).



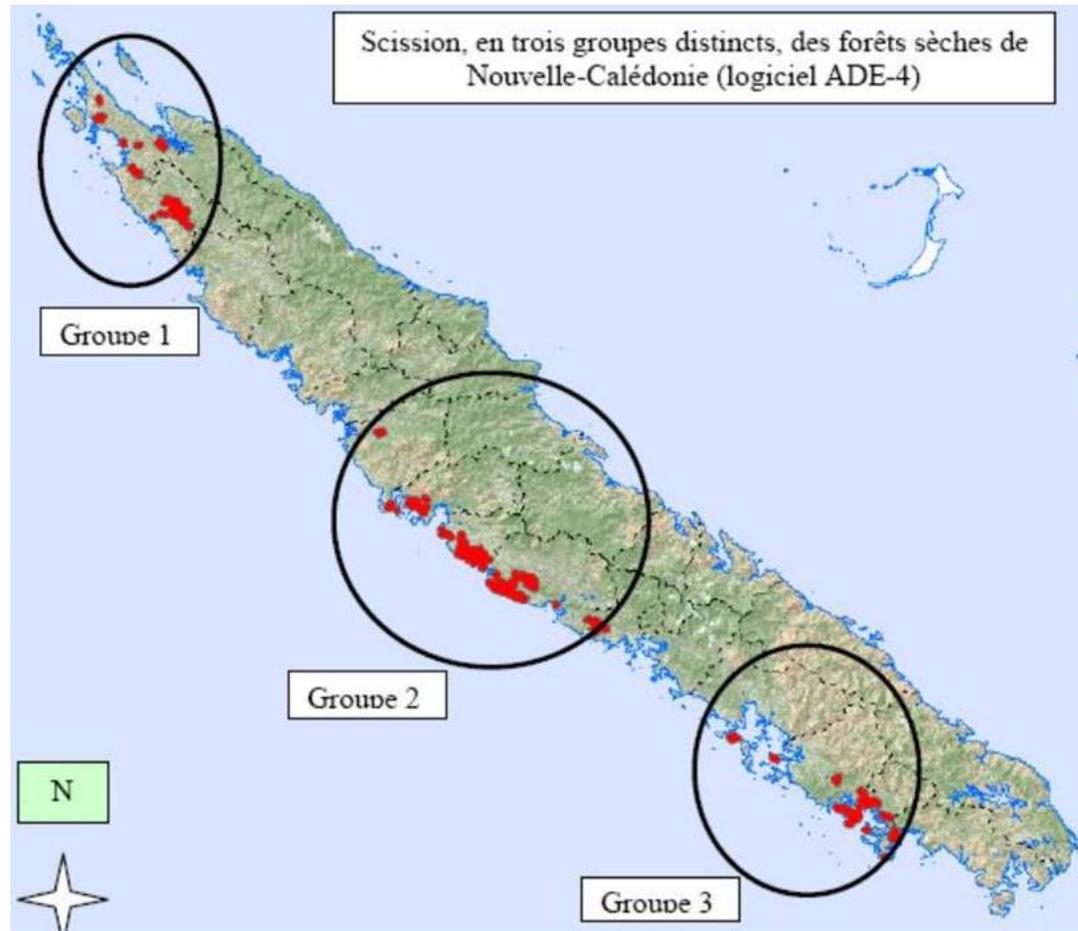
En A : forêt originelle non perturbée.

En B1 : la même forêt, dégradée par les activités humaines (décroissance de sa biomasse et altération de sa structure sont corrélées avec la diminution de sa biodiversité). Idéalement, en l'absence de perturbations, richesse et biomasse tendent vers l'état initial A. La restauration passive a pour but d'atteindre à nouveau le stade A. Des perturbations récurrentes (feux, défrichements, etc.) dégradent le système jusqu'au point (B2).

Le stade E : symbolise la réallocation (ex : sylviculture monospécifique) ; la biomasse pouvant dépasser la biomasse en A.

Le stade F : représente la réhabilitation où une grande partie de la biomasse et de la biodiversité a été restaurée.

Annexe VII : Les 3 agrégats majeurs de forêts sèches (Mahé, 2004)



Annexe VIII : Analyse critique du premier « travail de délimitation des unités paysagères » (Matthews, 2005)

1 - Le choix des critères « infrastructures urbaines » et « cadastres des propriétés foncières » ont été considérés comme « critères principaux de délimitations ». Cependant, ils sont peu appropriés car une délimitation à une telle échelle à partir de facteurs anthropiques n'est généralement pas adaptée ; ainsi de tels facteurs ne sont ordinairement pas retenus comme critère de délimitation des unités paysagères dans les Atlas des Paysages (Roche, 2007). En effet, ces derniers impliquent une limite franche et ne sont pas des critères excluant l'expansion de la FS. L'aspect écologique n'est pas pris en compte par une telle délimitation.

2 - De même, l'utilisation de la carte des bassins versants comme critère fort de délimitation n'est pas justifiée dans l'étude. Ce critère est pourtant discutable car il ne met en évidence aucun aspect physique du territoire entrant en compte dans la viabilité de la FS. En effet, l'inclinaison du sol n'est pas un critère majeur de présence de FS ou de gestion et donc de délimitation des UPF.

3 - Les facteurs abiotiques nécessaires à la présence de FS (pluviométrie, relief (élévation du sol), nature du sol) ont été omis dans l'étude.

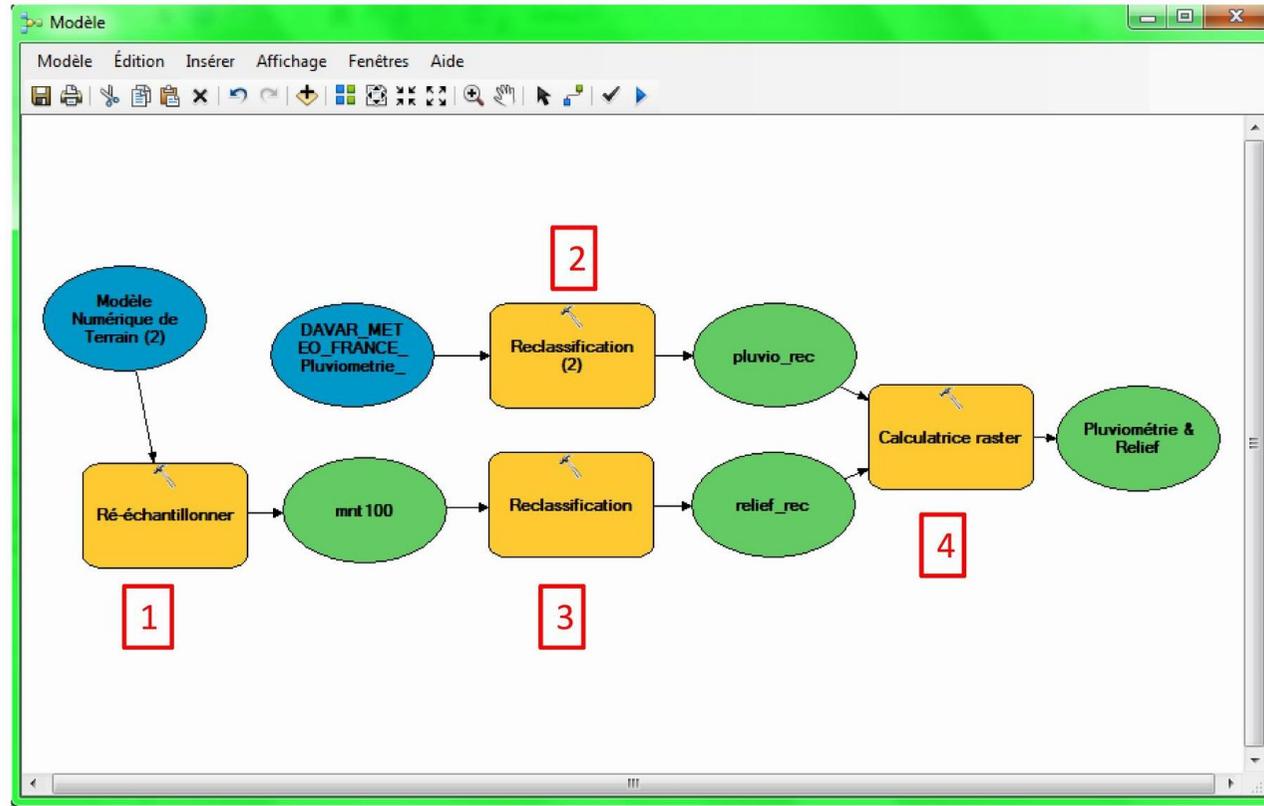
4 - Plusieurs patches de FS, connus en 2004, ont été oubliés comme par exemple l'îlot Sainte Marie au sud-est de Nouméa, Naoulé à Koné, Népou à Poya, etc.

5 - Même si la présence de FS n'est pas renseignée, l'ensemble des petits îlots qui se trouvent suffisamment proche des terres pour être potentiellement colonisables ou pour permettre une connexion écologique n'ont pas été pris en compte.

6 - Enfin, certaines UPF sont délimitées directement par les massifs de FS. Or, un des objectifs de la définition d'UPF est la vision écologique du paysage. Ces limites ont donc peu de sens et il convient de les étendre et d'inclure des espaces d'échanges et d'expansion potentiels autour.

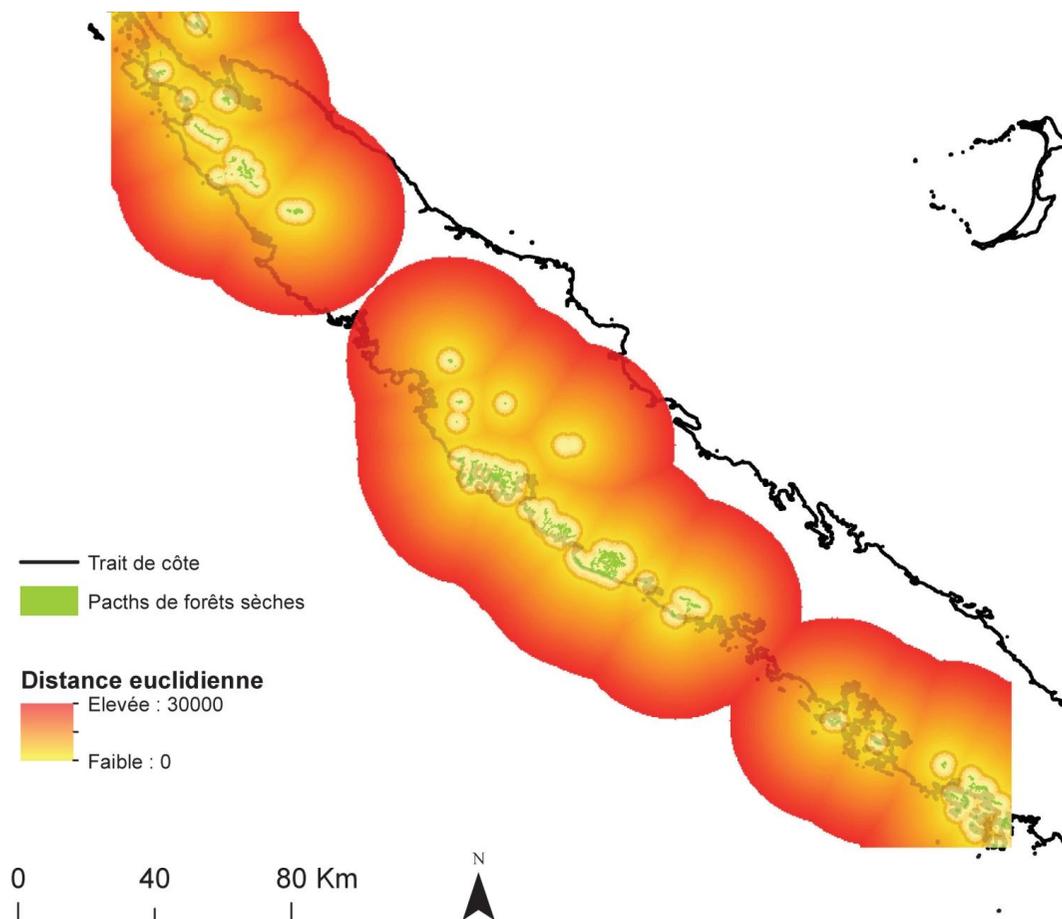
Annexe IX : Extrait du géotraitement effectué à partir de « Model Builder » dans ArcGIS 10 : Délimitation de la zone d'expansion potentielle de FS

(Toutes les étapes effectuées ne sont pas précisées dans cet extrait)



- 1 Changement de la taille des cellules (100 m) et de rééchantillonnage du raster « MNT Relief »
- 2 Reclassification binaire des cellules du raster « Pluviométrie » (« 1 » si < 1500mm/an, sinon « 0 »)
- 3 Reclassification binaire des cellules du raster « MNT » (« 1 » si < 350m sinon « 0 »)
- 4 Addition des cellules des 2 rasters : si $val(cellule) = 2 \rightarrow$ zone potentielle d'expansion de la FS

Annexe X : Distance euclidienne en mètres entre les patches de forêt sèche



Le dégradé de couleur (du blanc au rouge) correspond à l'éloignement croissant entre un patch et son voisin. Ainsi, si on observe une «tâche beige» bien distincte, c'est qu'un agrégat est mis en évidence. Pour faciliter la lecture des « tâches » d'agrégats de FS, un trait orangé entoure ces derniers. Il correspond à un éloignement de 4 km.

Annexe XI : Protocole I-Rank pour l'évaluation des Espèces végétales exotiques envahissantes (développé par NatureServe)

Afin de définir une liste prioritaire d'espèces à risque, il nous semblait important d'appliquer un protocole reproductible qui permette d'ajouter et de réévaluer régulièrement les espèces.

Le protocole choisi est celui développé par NatureServe (Morse, Randall et al. 2004; Randall, Morse et al. 2008). Il est conçu pour rendre le processus d'évaluation et de classement des espèces invasives objectif et systématique. Il permet d'évaluer les taxa pour une région spécifique et permet d'attribuer à chaque espèce un « **rang d'impact** » (**I-Rank**) qui catégorise son impact négatif sur la biodiversité de cette région.

Le protocole comporte 20 questions, chacune ayant 4 niveaux de réponse (de A à D, plus U = Unknown). Les 20 questions sont classées en 4 sections : Impact écologique, Distribution et Abondance, Tendance pour la distribution et l'abondance, Difficultés de gestion (le questionnaire détaillé ci-dessous).

Chaque espèce est évaluée en considérant ces questions et les réponses sont utilisées pour calculer un sous-rang dans chacune des quatre sections. Le I-Rank général est calculé à partir du sous-rang.

Nous précisons que les intérêts économiques liés aux espèces introduites et à leurs usages ne sont pas pris en compte dans ce protocole qui se focalise sur l'impact des ces espèces sur la biodiversité. L'application d'un tel protocole peut sembler un peu prématurée dans la mesure où bon nombre des évaluations ont du être effectuées en l'absence de données précises et ont plutôt été estimées « en l'état actuel de nos connaissances ». Malgré cela, les résultats nous ont semblé très cohérents avec les observations de terrain.

I. Ecological Impact (5 questions; 50% of I-Rank Score)
1. Impact on Ecosystem Processes and System-Wide Parameters (33 points)
2. Impact on Ecological Community Structure (18 points)
3. Impact on Ecological Community Composition (18 points)
4. Impact on Individual Native Plant or Animal Species (9 points)
5. Conservation Significance of the Communities and Native Species Threatened (24 points)
II. Current Distribution and Abundance (4 questions; 25% of I-Rank Score)
6. Current Range Size in Region (15 points)
7. Proportion of Current Range Where Species Is Negatively Impacting Biodiversity (15 points)
8. Proportion of Region's Biogeographic Units Invaded (3 points)
9. Diversity of Habitats or Ecological Systems Invaded in Region (3 points)
III. Trend in Distribution and Abundance (7 questions; 15% of I-Rank Score)
10. Current Trend in Total Range Within Region (18 points)
11. Proportion of Potential Range Currently Occupied (3 points)
12. Long-Distance Dispersal Potential Within Region (9 points)
13. Local Range Expansion or Change in Abundance (18 points)
14. Inherent Ability to Invade Conservation Areas and Other Native Species Habitats (6 points)
15. Similar Habitats Invaded Elsewhere (9 points)
16. Reproductive Characteristics (9 points)
IV. Management Difficulty (4 questions; 10% of I-Rank Score)
17. General Management Difficulty (18 points)
18. Minimum Time Commitment (15 points)
19. Impacts of Management on Native Species (15 points)
20. Accessibility of Invaded Areas (3 points)

- Morse L. E., Randall J.M et al. (2004). *An Invasive Species Assessment Protocol: Evaluating Non-Native Plants for Their Impact on Biodiversity*. Version 1. NatureServe. Arlington, Virginia.

- Randall J. M., Morse L.E et al. (2008). *The Invasive Species Assessment Protocol : A Tool for Creating Regional and National List of Invasive Nonnative Plants that Negatively Impact Biodiversity*. *Invasive Plant Science and Management* 1: 13.

Annexe XII : Illustrations de quelques menaces concernant la forêt sèche



- 1 : Frottis de cerf sur le tronc d'un jeune arbre sur le site de Malhec (J.J. Cassan)
 2 : Cerf mâle (H.Géraux) 3 : Jeune cochon sauvage (H.Géraux) 4 : *Tecoma stans* (H.Géraux)
 5 : Butte totalement envahies par du faux-mimosas et défrichée par la mairie de Nouméa (G.Grange)
 6 : Arbre isolé avec racines endommagées pendant un chantier (B.Grange)
 7 : Installation d'un potager (Butte Waaka) (B.Grange) 8 : Parcelle de squat dans une forêt (Nouvelle) (B.Grange)
 9 : Défrichements abusifs (Magenta) (S.Hénocque)
 10 : Zone de cœur d'un massif forestier atteinte par une série d'incendies (H.Géraux)

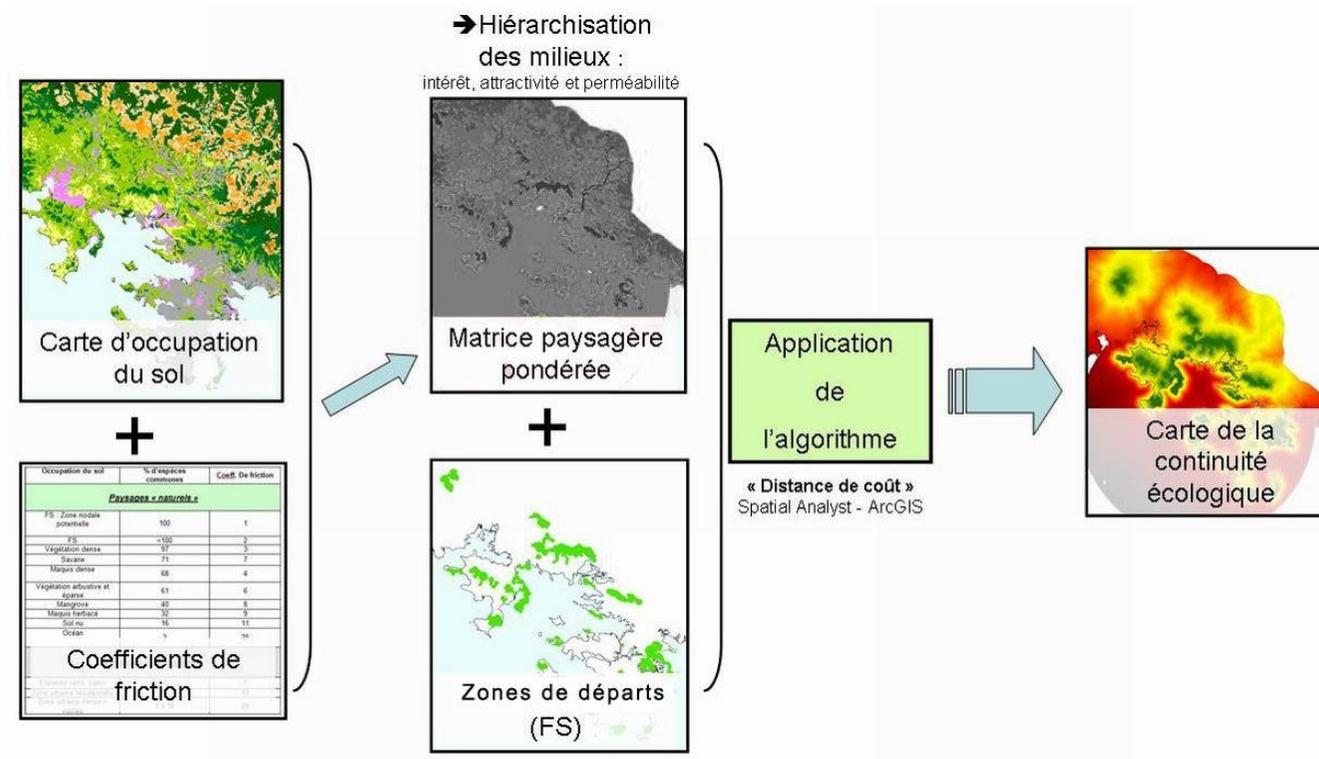
Annexe XIII : Evaluation des caractéristiques d'un patch de FS dans la base de données EXCEL (l'évaluation des menaces est précédée d'un signe négatif)

Caractéristiques	Evaluation
<i>Diversité spécifique</i>	Modérée : 1 / Importante : 2 / Très importante : 3
<i>Espèces au statut précaire</i>	Absence : 0 / 1 ou 2 : 1 / 3 à 5 : 2 / > 5 : 3
<i>Microendémisme</i>	Non : 0 / Oui : 1
<i>Etat de la FS</i>	A dominance exotique ou monospécifique : 0 / Très ouverte : 1 / Ouverte : 2 / Fermée : 3
<i>Surface</i>	< 1 ha : 0 / 1 à 5 ha : 1 / 5 à 10 ha : 2 / 10 à 50 ha : 3 / > 50 ha : 4
<i>Voisinage direct d'autres écosystèmes riches en biodiversité</i>	Aucun : 0 / Mangrove ou formation arbustive ou forestière : 1 / Au moins 2 écosystèmes : 2
<i>Enclavement</i>	Expansion impossible : 0 / Enclavée sur une partie : 1 / surface d'expansion importante : 2
<i>Forme Cœur potentiel</i>	Surface de cœur faible (Ratio < 0,3) : 0 / Moyenne (0,3 < Ratio < 0,6) : 1 / Importante (Ratio > 0,6) : 2
<i>Compaction (K)</i>	Très allongé (K < 0,3) : 0 / Allongé (0,3 < K < 0,6) : 1 / Forme arrondi (K > 0,6) : 2
<i>Proximité d'une rivière</i>	Non : 0 / Oui : 1
<i>Fréquentation</i>	Site inaccessible : 0 / Visité : -1 / Très visité : -2
<i>Gibiers (Cerfs & cochons sauvages)</i>	Non : 0 / Oui : -1
<i>Pâturages à bétail</i>	Non : 0 / Oui : -1
<i>Espèces exotiques envahissantes</i>	Absence : 1 / Présence : 0
<i>Squats et autres mitages</i>	Absence de squats & mitage : 0 / Squats proches ou mitage léger : -1 / Squats ponctuels ou plusieurs mitage : -2 / Forte présence ou mitage important : -3
<i>Proximité avec l'urbanisation</i>	Non concerné par périurbanisation : 0 / Concerné : -1
<i>Feux</i>	Risque faible : 0 / Moyen : -1 / Fort : -2
<i>Foncier</i>	Public (communes, PS, etc.) / Privé / Coutumier
<i>Avis du propriétaire</i>	Nom du propriétaire et volonté ou refus
<i>Restauration</i>	Date et surface
<i>Clôture</i>	Non : 0 / Oui : 1
<i>Gardiennage</i>	Non : 0 / Oui : 1
<i>Aire protégée ou site naturel</i>	Non : 0 / Oui : 1
<i>Observations diverses</i>	Informations de nature diverses

Annexe XIV : Choix et pondérations des caractéristiques pour la détermination des zones sources internes d'une UPF

Critère	Niveau d'appréciation				Coeff	Val. max	
Espèces au statut précaire	0 : Absence	1 : 1 ou 2	2 : 3 à 5	3 : > 5	1	3	
Microendémisme	0 : non		1 : oui		3	3	
Etat de la FS	0 : FS à dominance exotique ou monospécifique	1 : FS très ouverte	2 : FS semi-ouverte/ouverte	3 : FS stricte fermée	4	12	
Surface	0 : < 1 ha	1 : 1 à 5 ha	2 : 5 à 10 ha	3 : 10 à 50 ha	4 : > 50 ha	3	12
Indice de compaction	0 : très allongé (K entre 0 et 0,3)	1 : allongé (K entre 0,3 et 0,6)	2 : forme quasi ronde (K entre 0,6 et 1)		3	6	
Surface-Cœur/ Surface- massif	0 : faible (ratio entre 0 et 0,3)	1 : moyen (ratio entre 0,3 et 0,6)	2 : fort (ratio entre 0,6 et 1)		4	8	

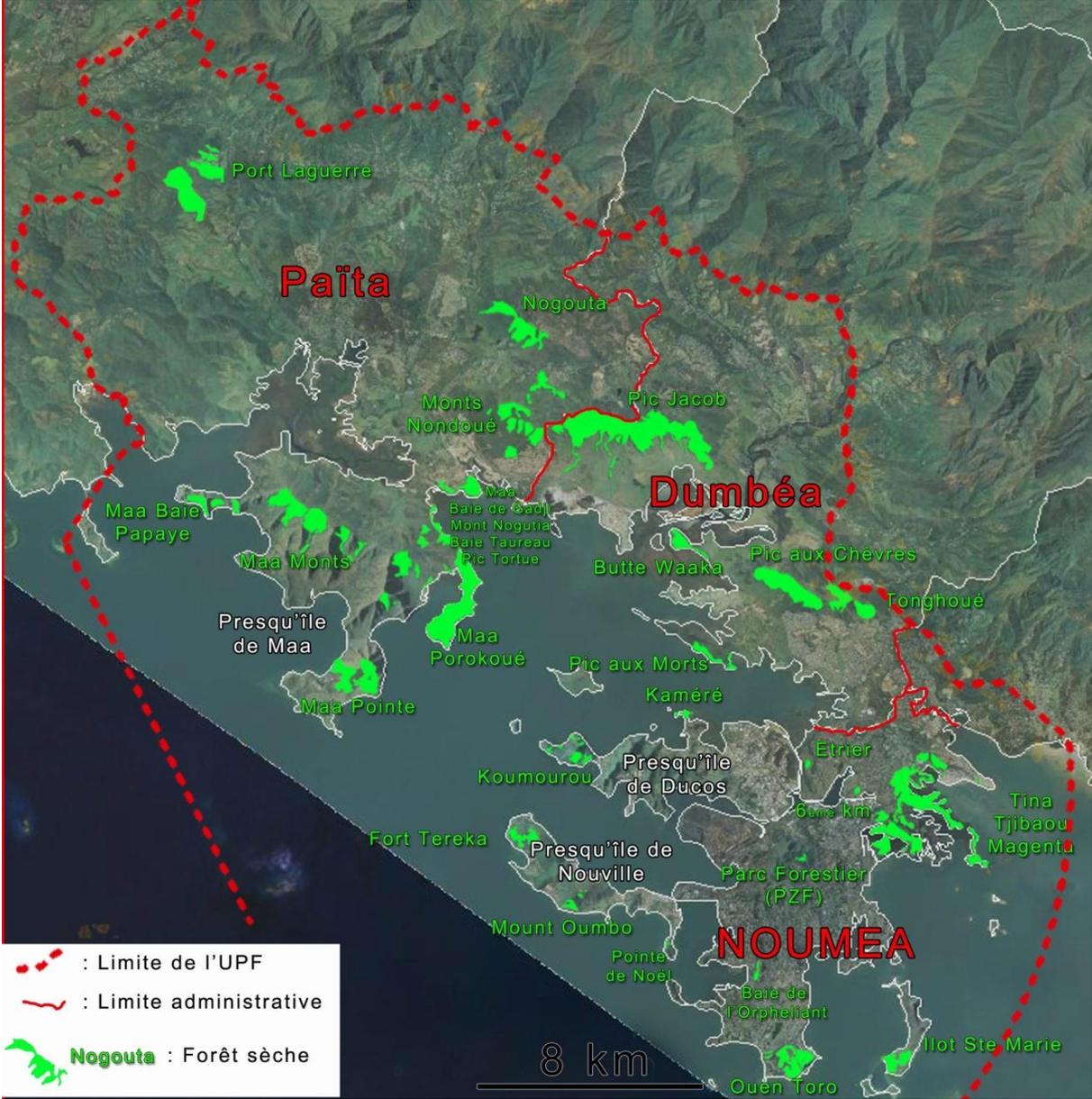
Annexe XV : Méthodologie pour la mesure de la connectivité fonctionnelle



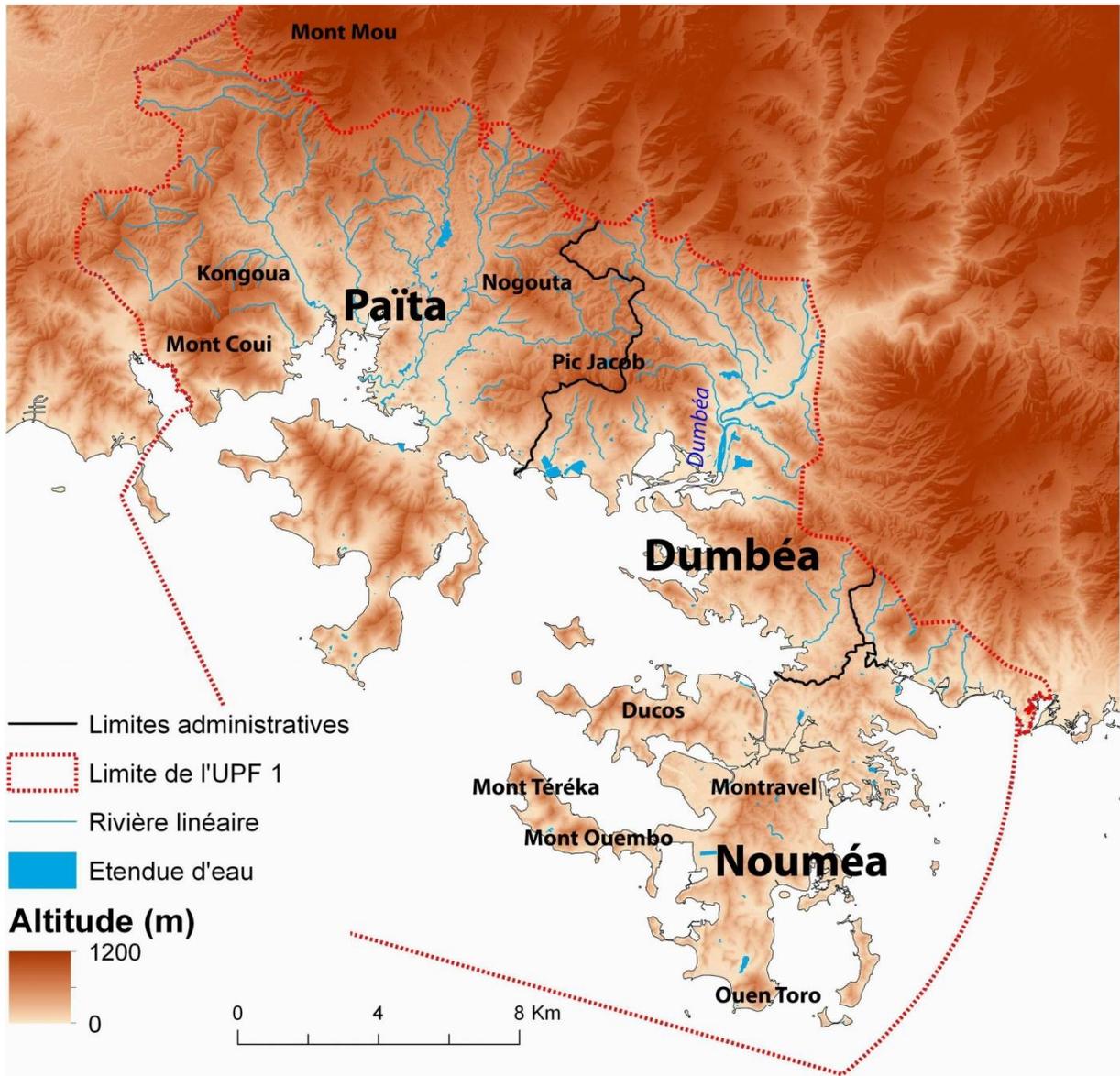
Annexe XVI : Choix et pondération des caractéristiques pour l'évaluation des sites
« aptes » ou « inaptes » d'une UPF à la sécurisation des espèces précaires

Critère		Niveau d'appréciation				Coeff	Note max
Etat	0 : FS à dominance exotique ou monospécifique	1 : FS très ouverte	2 : FS semi-ouverte/ouverte	3 : FS stricte fermée	3	9	
Surface	0 : < 1 ha	1 : 1 à 5 ha	2 : 5 à 10 ha	3 : 10 à 50 ha	4 : > 50 ha	1	4
Indice de compaction	0 : très allongé (K entre 0 et 0,3)	1 : allongé (K entre 0,3 et 0,6)	2 : forme quasi ronde (K entre 0,6 et 1)		1	2	
Surface-Cœur/ Surface- massif	0 : faible (ratio entre 0 et 0,3)	1 : moyen (ratio entre 0,3 et 0,6)	2 : fort (ratio entre 0,6 et 1)		2	4	
A L T E R A T I O N	Fréquentation	0 : site inaccessible	-1 : site visité	-2 : site très visité	3	-6	
	Pâturages	0 : absence	-1 : présence sur une partie	-2 : présent	3	-6	
	Absence d'EEE	2 : oui		0 : non	2	4	
	Gibiers	0 : absence		-1 : présence	6	-6	
D E S T R U C T I O N	Squat et autres mitages	0 : absence	-1 : présence	-2 : forte présence	3	-6	
	Urbanisation	0 : non concerné par périurbanisation		-1 : futurs projets d'aménagements	3	-3	
	Feux	0 : risque faible	-1 : risque moyen	-2 : risque fort	2	-4	

Annexe XVII : Carte de localisation de l'UPF 1 et de ses forêts sèches

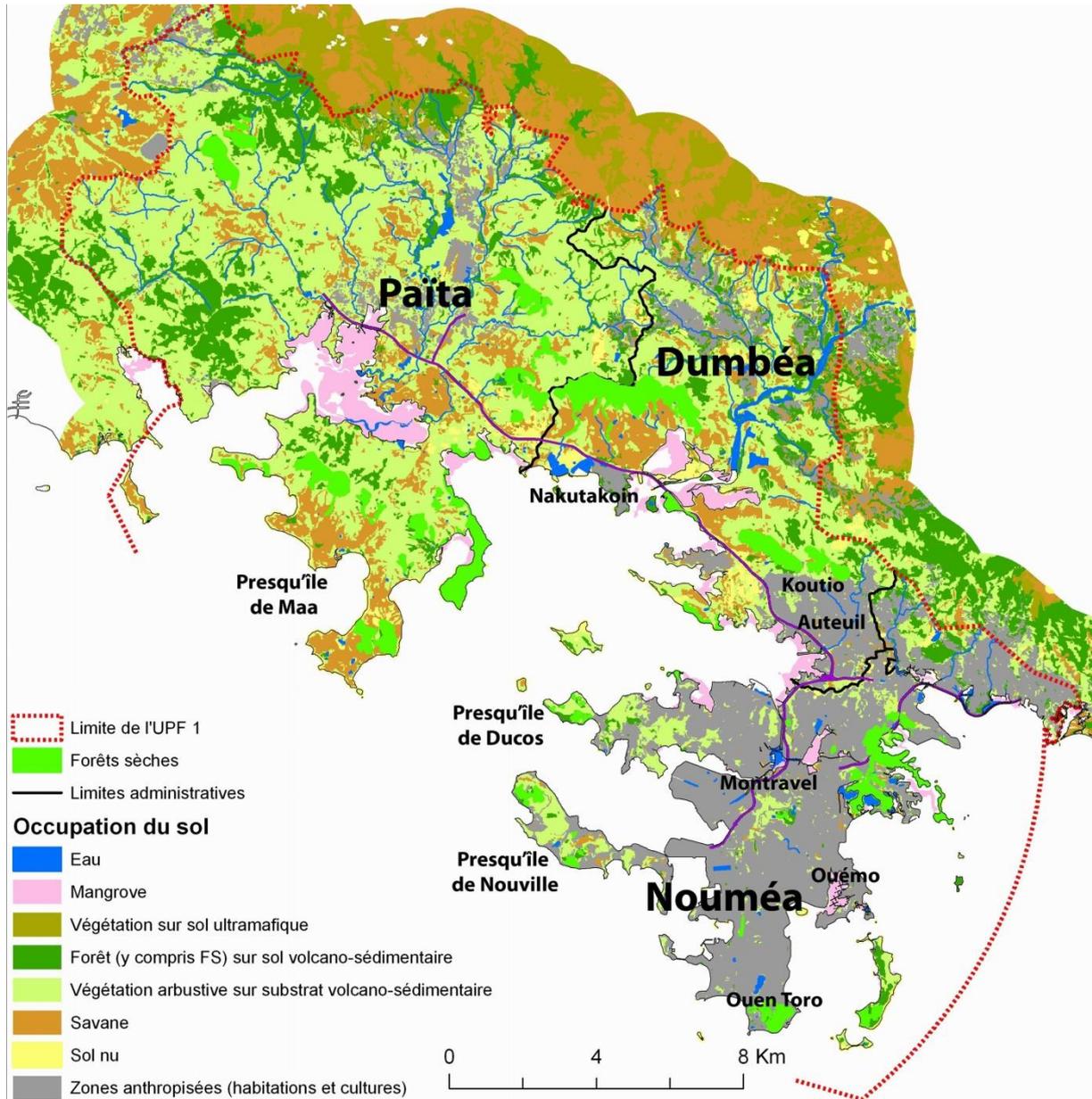


Annexe XVIII : Relief et hydrographie de l'UPF1

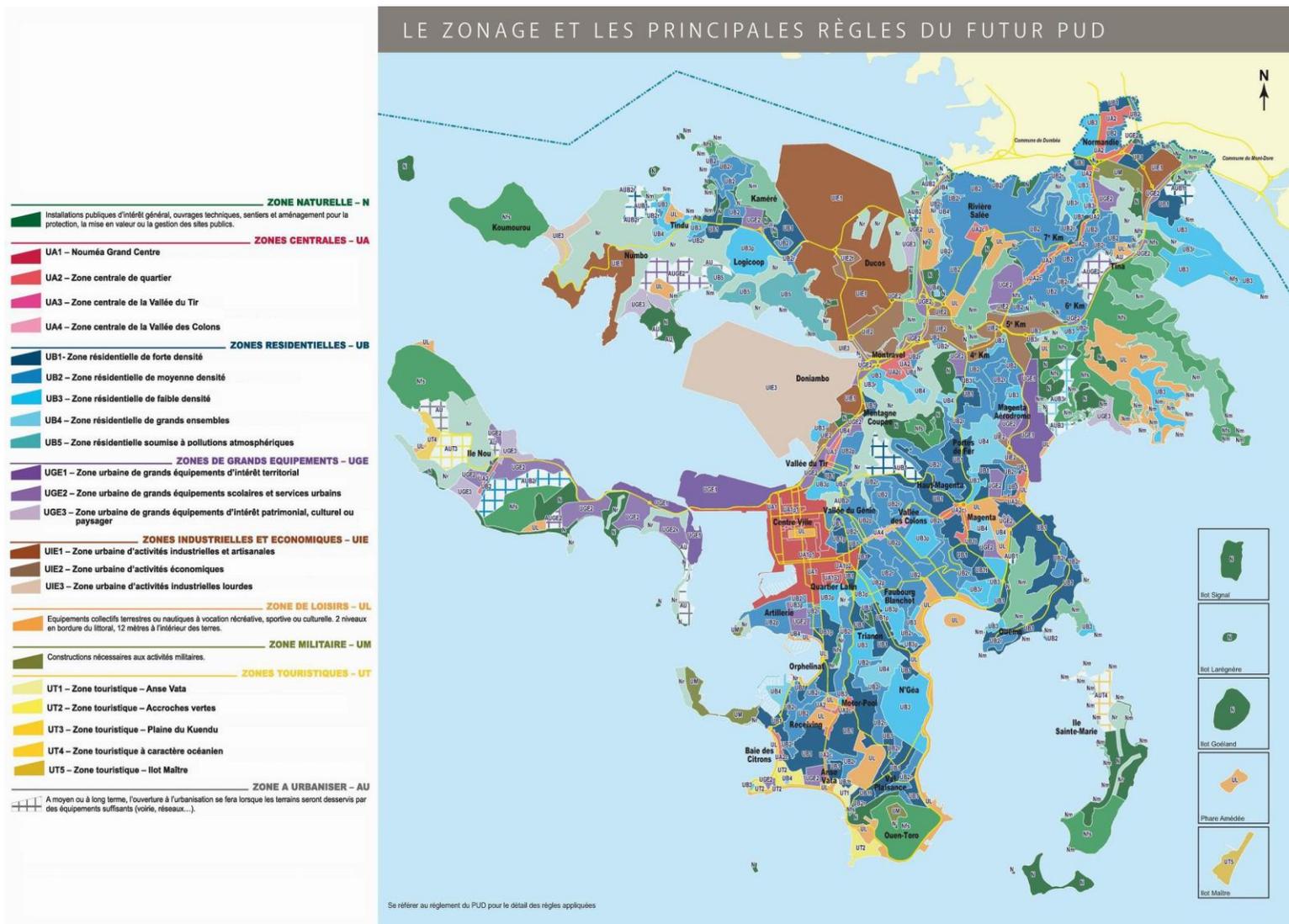


Annexe XIX : Carte de l'occupation des sols de l'UPF1 en 2008 (source : DTSI)

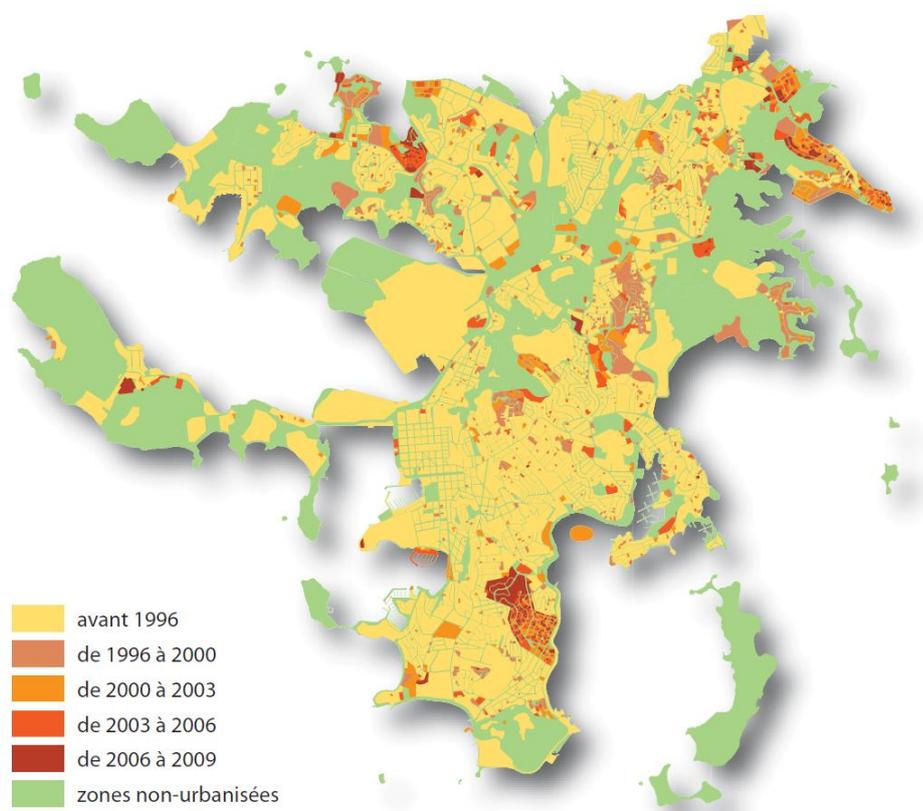
(Remarque : les chantiers en cours de construction ne figurent pas sur cette carte)



Annexe XX : Plan d'Urbanisme Directeur (PUD) de Nouméa



Annexe XXI : Evolution de l'urbanisation de Nouméa (source : mairie de Nouméa)



Annexe XXII : Vues aériennes des projets de la ZAC de Dumbéa s/ Mer (Dumbéa) et du lotissement des Trois Vallée (Païta)



ZAC de Dumbéa Sur Mer



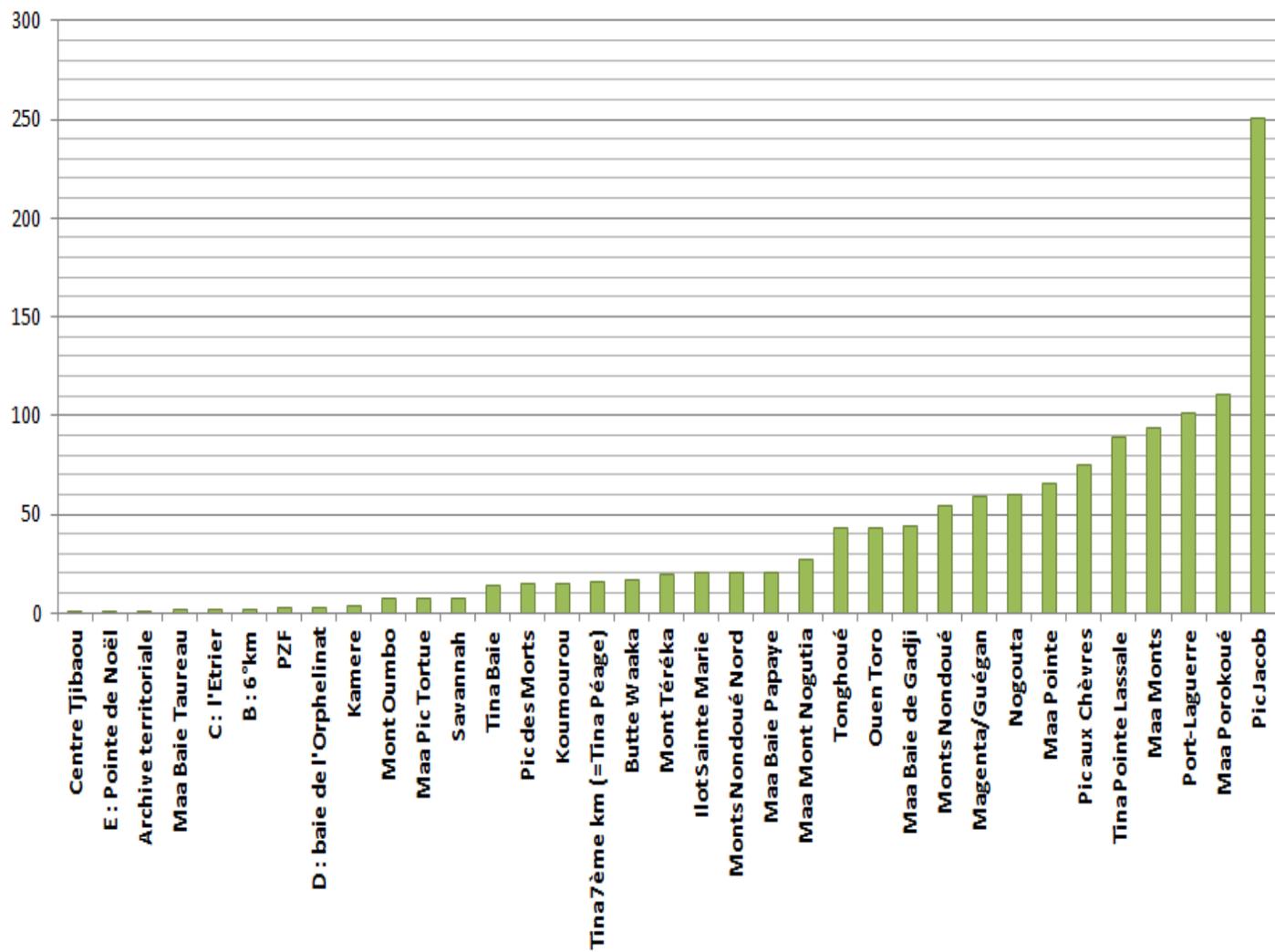
Lotissement des Trois Vallée



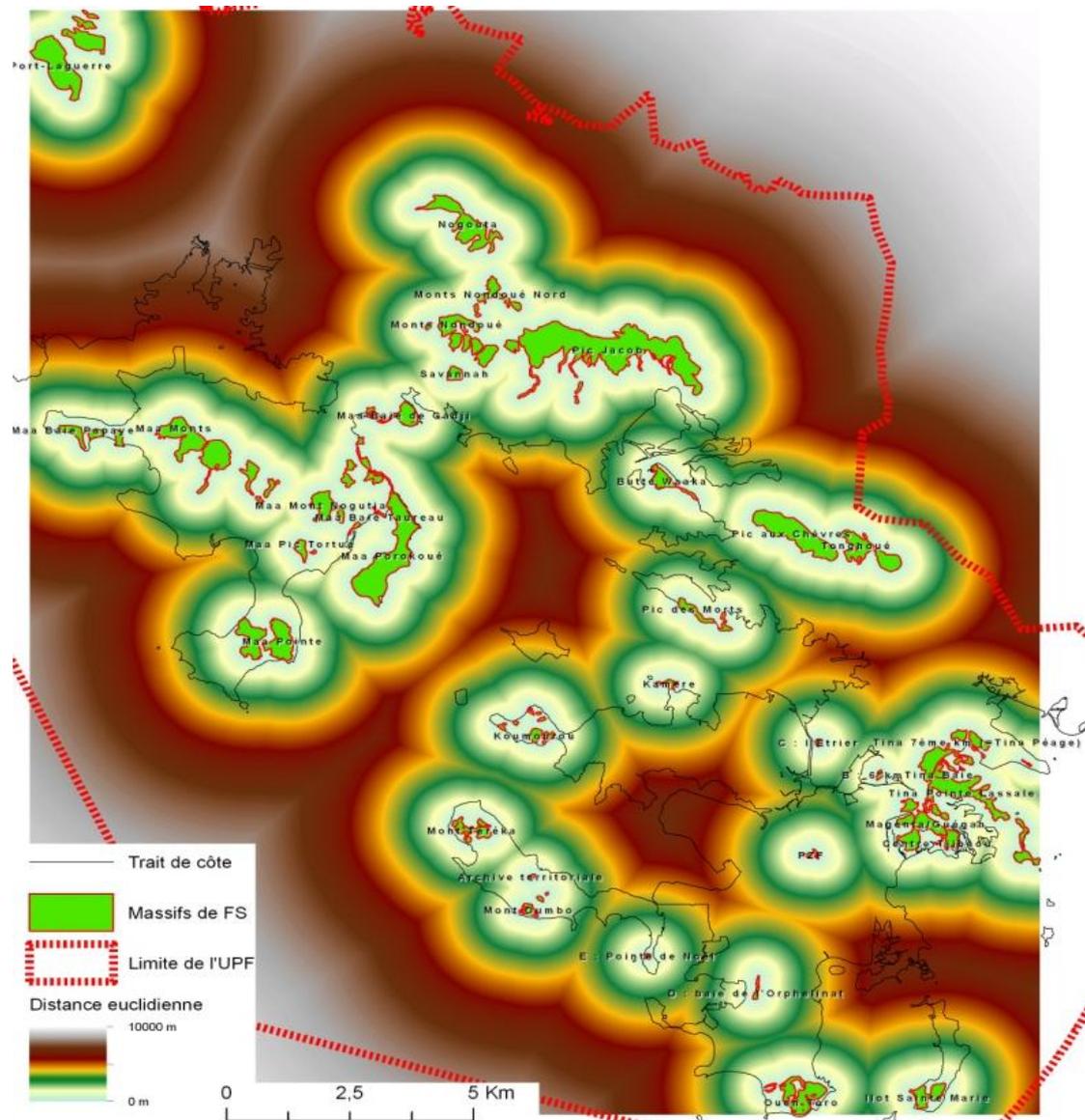
Annexe XXIII : Extrait de la base de données EXCEL des FS créée

Nom du patch	Ville	Diversité spécifique (flore)				Espèces au statut précaire				Dont microendémique				Etat de la FS				Surface (ha)				Surface (évaluation)				Périmètre				Voisinage direct d'autres écosystèmes				Potentiel d'expansion				Ratio cœur/surface				Forme (compaction= K)				Proximité cours d'eau				Surfréquentation				Gibiers				Pâturages				EEE liste noires				Squat et autres mitages				Proximité futur urbanisation				Feux				Foncier				Propriétaire privé				Volonté du propriétaire				Restauration				Clôture				Gardiennage/surveillance				Aire protégée				REMARQUES			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																																				
Maa Baie Taureau	Païta	2	2	0	0	1,51	1	969,00	mangrove + végétation arbustive	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																								
PZF	Nouméa	2	2	0	3	2,28	1	1250,00	forêt	0	0	0	0	0	-2	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																												
Baie de l'Orphelinat	Nouméa	1	0	0	0	3,03	1	1257,00	non	0	0	0	0	0	-2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				une restaurati																																																
Kamere	Nouméa	2	1	1	3	3,98	1	1292,00	mangrove	0	0	1	0	0	0	0	0	2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				s pourtant fort																																																
Mont Oumbo	Nouméa	1	0	0	2	7,18	2	2409,00	végétation arbustive + forêt	1	0	0	0	0	-2	0	0	2	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																				
Koumourou	Nouméa	2	3	0	3	14,78	3	4381,00	végétation arbustive + forêt	1	0	0	0	0	0	0	0	2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				oit nécessaire																																												
Tina 7ème km (=Tina Péage)	Nouméa	3	1	0	3	16,10	3	3916,00	végétation arbustive + mangrove	0	1	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																				
Ilot Sainte Marie	Nouméa	1	1	0	3	20,07	3	3061,00	végétation arbustive + forêt	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																				
Tonghoué	Dumbéa	?	1	0	3	42,58	3	5274,00	végétation arbustive + forêt	1	1	0	1	-2	-1	?	?	0	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																								
Ouen Toro	Nouméa	2	3	0	0	42,78	3	7535,00	non	0	1	0	0	0	-2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																				
Magenta/Guégan	Nouméa	2	1	1	0	58,65	4	9496,00	mangrove	0	1	0	0	0	-2	0	-1	1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				jet d'urbanisat																																																
Pic aux Chèvres	Dumbéa	2	1	0	3	74,53	4	4795,00	végétation arbustive + forêt	1	2	1	1	-2	-1	0	1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				omme parc ré																																																
Tina Pointe Lassale	Nouméa	?	2	1	0	88,56	4	13884,00	mangrove	0	1	0	0	0	-2	0	0	2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																				
Maa Monts	Païta	2	1	0	3	94,07	4	12224,00	végétation arbustive + forêt	2	0	0	0	0	0	-1	?	?	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																				
Pic Jacob	Dumbéa	2	2	1	3	250,08	4	24006,00	végétation arbustive	2	2	0	1	-1	-1	?	?	1	0	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																				

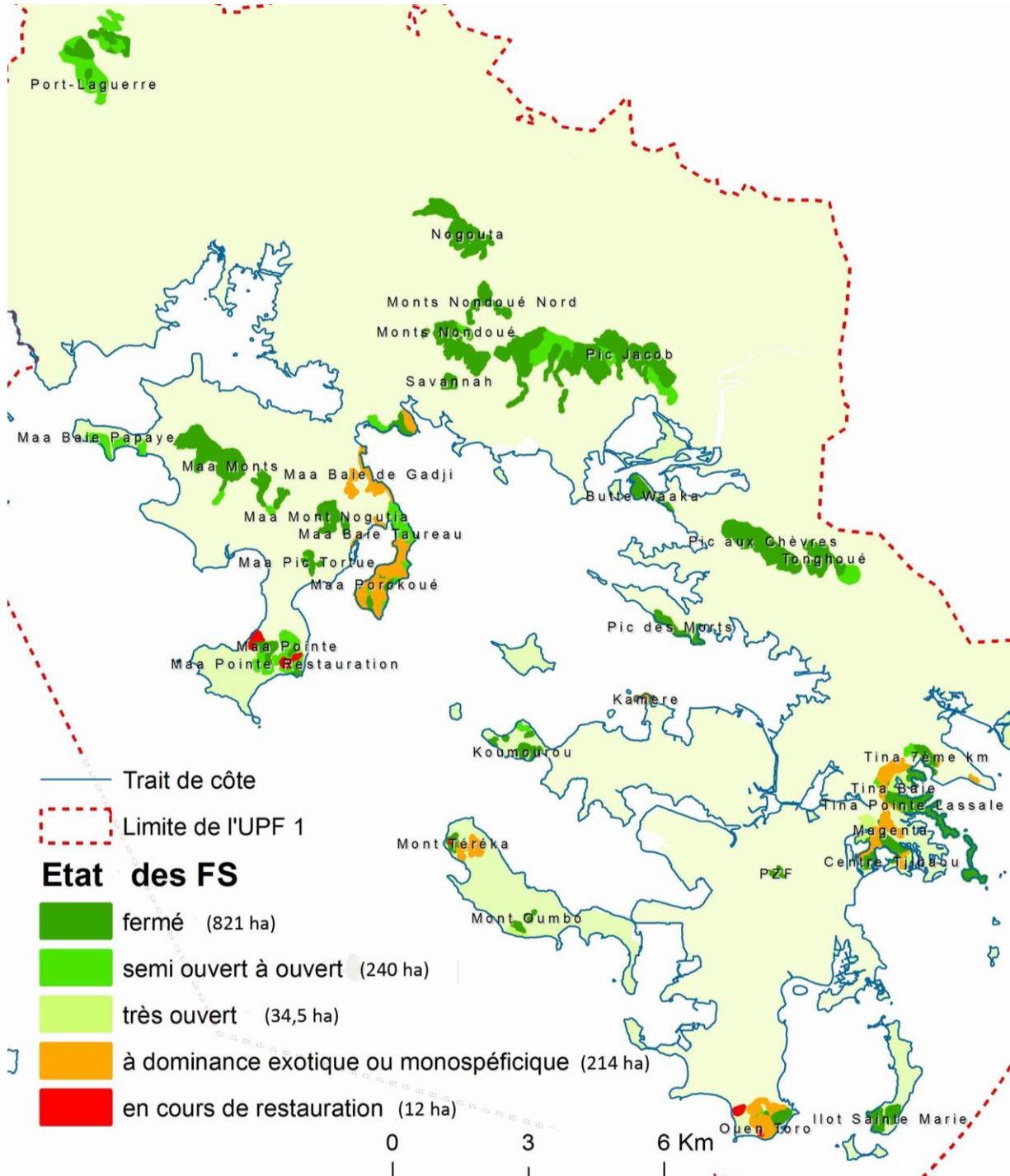
Annexe XXIV : Surface (en ha) des massifs de forêt sèche de l'UPF 1



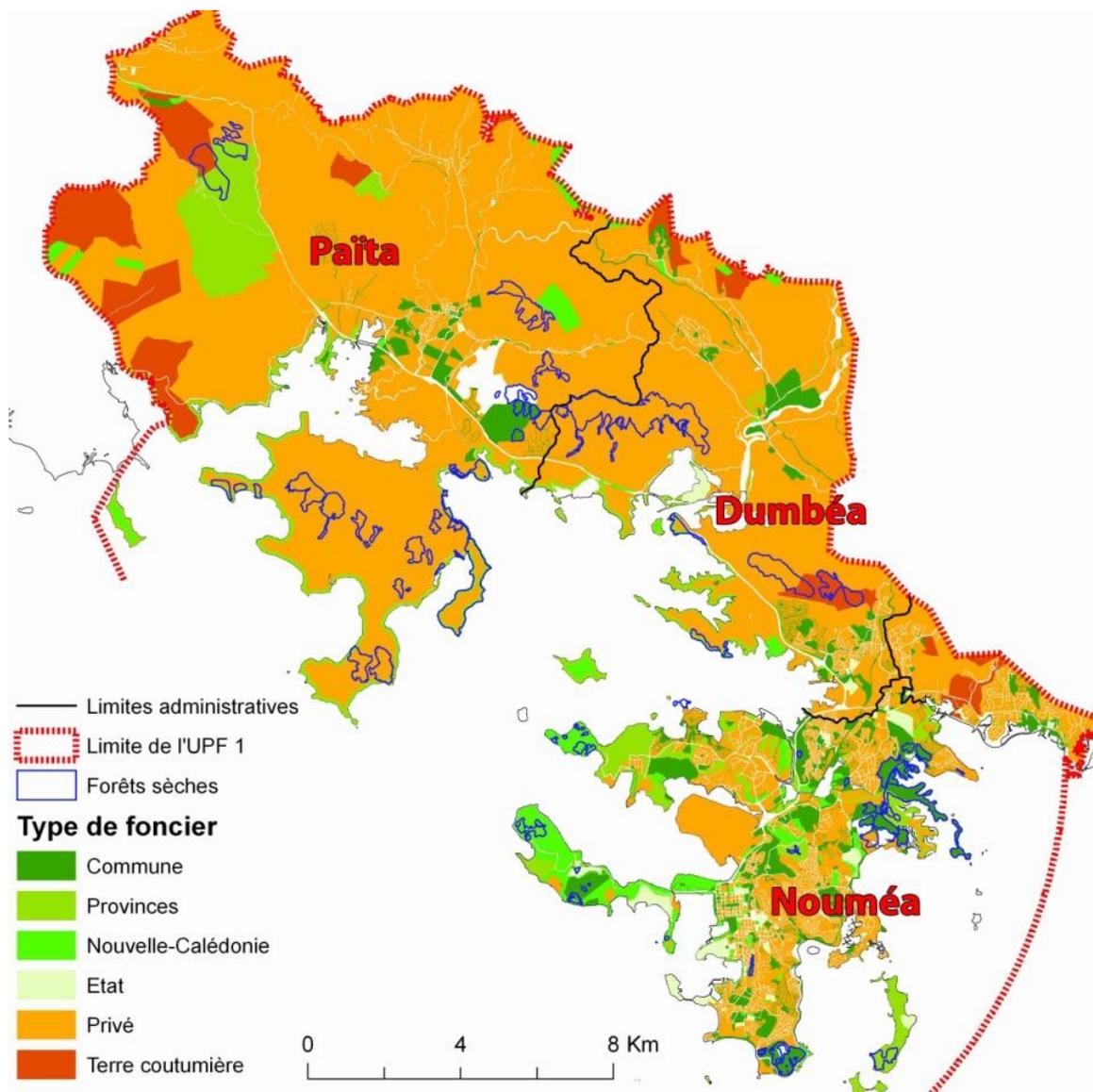
Annexe XXV : Distance euclidienne, ou distances à vols d'oiseaux, entre les massifs de FS de l'UPF1



Annexe XXVI : Etats des forêts sèches de l'UPF 1



Annexe XXVII : Cartographie du foncier de l'UPF 1



Annexe XXVIII : Liste des espèces précaires de forêt sèche sur l'UPF 1

Espèces	Statut	Microendémisme	Lieu	Sensibilité
<i>Acropogon bullatus</i>	NT			+
<i>Albizia guillainii</i>	VU			+
<i>Ancistrachne numaeensis</i>	EN			++
<i>Atractocarpus platyxydon combined</i>	VU			+
<i>Callerya neocaledonica</i>	CR	✓	Pic Jacob	+++
<i>Canavalia favieri</i>	Disparue ?		Pic Jacob	++++
<i>Celtis balansae</i>	VU			+++
<i>Cupaniopsis globosa</i>	VU			++
<i>Diospyros minimifolia</i>	VU			+
<i>Diospyros perplexa</i>	VU			+
<i>Diospyros veillonii</i>	CR	✓	Maa Baie de Gadji	+++
<i>Emmenosperma pancherianum</i>	VU			+
<i>Eugenia daenikeri</i>	EN			++
<i>Eugenia noumeensis</i>	LR			+
<i>Ficus mutabilis</i>				
<i>Homalium leratiorum</i>	VU			
<i>Jasminum noumeense</i>	VU			+
<i>Arthroclianthus microbotrys</i>				
<i>Ochrosia inventorum</i>	CR	✓	Maa Pointe	+
<i>Oxera balansae</i>	EN			++
<i>Oxera pulchella ssp. Grandiflora</i>	CR			+
<i>Phyllanthus conjugatus var ducoensis</i>	CR	✓	Kaméré	+
<i>Phyllanthus conjugatus var maaensis</i>	CR	✓	Maa Porokoué	+++
<i>Phyllanthus deplanchei</i>	VU			++
<i>Phyllanthus faguetti var faguetti</i>	VU			++
<i>Piliocalyx eugenioides</i>	EN			+
<i>Pseuderanthemum incisum</i>	VU			+
<i>Randia pancheriana</i>	VY			
<i>Santalum austrocaledonicum var pilosulum</i>	EN			+
<i>Solanum pancheri</i>	EN			+
<i>Syzygium pendulinum</i>	EN			++
<i>Tieghemopanax crenatus</i>	EN			+
<i>Tieghemopanax nothisii</i>	EN			+
<i>Tinadendron noumeanum</i>	CR	✓	Tina Baie / Tina Pointe Lassale	+
<i>Turbina inopinata</i>	EN	✓		

Annexe XXIX : Répartition des espèces précaires de forêt sèche sur l'UPF 1

Massif de FS	Espèces précaires	Massif de FS	Espèces précaires
Etrier	<i>Oxera pulchella</i> ssp. <i>Grandiflora</i>	Mont Téréka	<i>Justicia pinensis</i> <i>Tieghemopanax crenatus</i> <i>Emmenosperma pancherianum</i>
Centre Tjibaou	<i>Oxera pulchella</i> ssp. <i>Grandiflora</i>	Monts Nondoué	<i>Celtis balansae</i>
Ilot Sainte Marie	<i>Emmenosperma pancherianum</i>	Nogouta	<i>Celtis balansae</i>
Kamere	<i>Phyllanthus conjugatus</i> var <i>ducoensis</i>	Ouen Toro	<i>Eugenia noumeensis</i> <i>Jasminum noumeense</i> <i>Emmenosperma pancherianum</i> <i>Tieghemopanax crenatus</i> <i>Acropogon bullatus</i> <i>Atractocarpus platyxydon</i> <i>comb ined</i> <i>Phyllanthus deplanchei</i> <i>Albizia guillainii</i>
Koumourou	<i>Pseuderanthemum incisum</i> <i>Ancistrachne numaeensis</i> <i>Oxera pulchella</i> ssp. <i>Grandiflora</i> <i>Jasminum noumeense</i> <i>Phyllanthus faguetti</i> var <i>faguetti</i> <i>Eugenia daenikeri</i> <i>Oxera balansae</i> <i>Atractocarpus platyxydon</i> <i>comb ined</i> <i>Phyllanthus deplanchei</i> <i>Emmenosperma pancherianum</i>	Pic aux Chèvres	<i>Pseuderanthemum incisum</i>
Maa Baie de Gadji	<i>Diospyros veillonii</i> <i>Diospyros minimifolia</i> <i>Syzygium pendulinum</i>	Pic Jacob	<i>Turbina inopinata</i> <i>Tieghemopanax crenatus</i> <i>Callerya neocaledonica</i> <i>Celtis balansae</i> <i>Piliocalyx eugenioides</i>
Maa Baie Taureau	<i>Diospyros minimifolia</i> <i>Phyllanthus conjugatus</i> var <i>maeensis</i> <i>Ficus mutabilis</i> <i>Solanum pancheri</i>	PZF	<i>Emmenosperma pancherianum</i> <i>Oxera pulchella</i> ssp. <i>Grandiflora</i> <i>Jasminum noumeense</i> <i>Tieghemopanax crenatus</i> <i>Homallium leratorum</i>
Maa Monts	<i>Diospyros perplexa</i>	Tina 7ème km (=Tina Péage)	<i>Jasminum noumeense</i> <i>Emmenosperma pancherianum</i>
Maa Pointe	<i>Pseuderanthemum incisum</i> <i>Ochrosia inventorum</i> <i>Phyllanthus deplanchei</i> <i>Syzygium pendulinum</i> <i>Albizia guillainii</i> <i>Ancistrachne numaeensis</i> <i>Cupaniopsis globosa</i> <i>Emmenosperma pancherianum</i> <i>Ficus mutabilis</i> <i>Piliocalyx eugenioides</i> <i>Randia pancheriana</i> <i>Tieghemopanax nothisii</i>	Tina Baie	<i>Atractocarpus platyxydon</i> <i>comb ined</i> <i>Tinadendron noumeanum</i> <i>Pseuderanthemum incisum</i> <i>Tieghemopanax crenatus</i> <i>Phyllanthus faguetti</i> var <i>faguetti</i> <i>Oxera pulchella</i> ssp. <i>Grandiflora</i> <i>Jasminum noumeense</i> <i>Randia pancheriana</i>
Maa Porokoué	<i>Ancistrachne numaeensis</i> <i>Atractocarpus platyxydon</i> <i>comb ined</i> <i>Eugenia daenikeri</i> <i>Phyllanthus conjugatus</i> var <i>maeensis</i> <i>Phyllanthus deplanchei</i> <i>Pseuderanthemum incisum</i> <i>Solanum pancheri</i>	Tina Pointe Lassale	<i>Phyllanthus faguetti</i> var <i>faguetti</i> <i>Tinadendron noumeanum</i> <i>Oxera pulchella</i> ssp. <i>Grandiflora</i>
Magenta/Guéguan	<i>Oxera pulchella</i> subsp. <i>Grandiflora</i> <i>Jasminum noumeense</i>	Tonghoué	<i>Tieghemopanax crenatus</i>
Archive territoriale	?	Pointe de Noël	?
6 ^{ème} km	?	Maa Baie Papaye	?
Butte Waaka	?	Maa Mont Nogoutia	?
Baie de l'Orphelinat	?	Maa Pic Tortue	?
		Mont Oumbo	?

Annexe XXX : Liste et localisation des 28 espèces extrêmement dangereuses (I-Rank >30) dans l'UPF 1 pour l'ensemble des écosystèmes

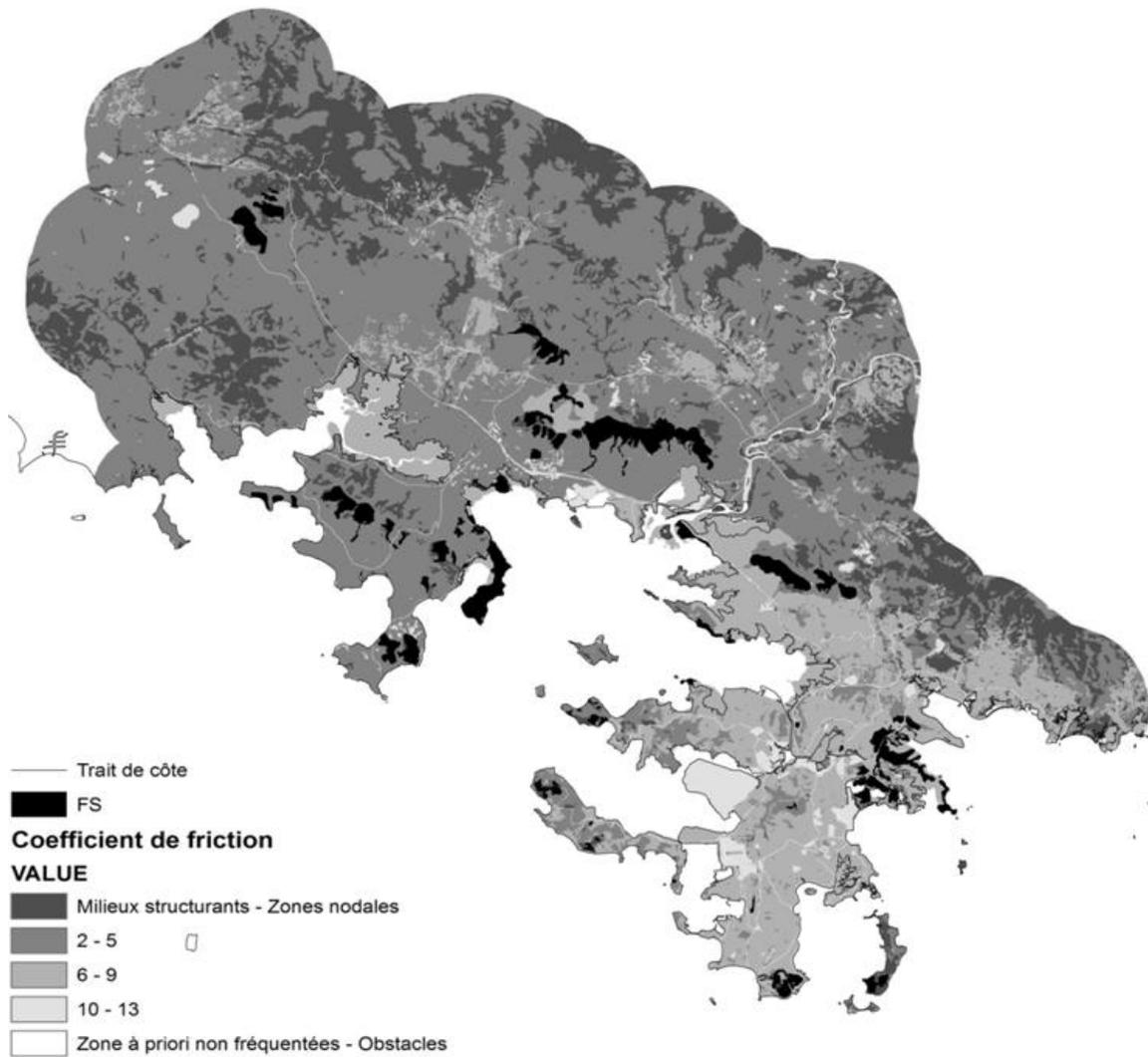
Espèces	I-Rank	Nouméa	Dumbéa	Païta	EEE les plus impactantes pour la FS	Espèces de milieux aquatiques et bords de cours d'eau
<i>Arundo donax</i>	73	0	1	1	✓	OUI
<i>Lantana camara</i>	68	1	1	1	✓	
<i>Pinus caribaea</i>	68	0	1	1	✓	
<i>Eichhornia crassipes</i>	60	0	0	1	✓	OUI
<i>Salvinia molesta</i>	60	0	1	1	✓	OUI
<i>Leucaena leucocephala</i>	51	1	1	1	✓	
<i>Melia azedarach</i>	51	1	0	1	✓	
<i>Macfadyena unguicatis</i>	48	0	0	1	✓	
<i>Psidium cattleianum</i>	48	0	1		✓	
<i>Cedrela odorata</i>	43	0	1		✓	
<i>Ipomoea indica</i>	43	0	1	1	✓	
<i>Spathodea campanulata</i>	43	0	1	1	✓	
<i>Syzygium jambos</i>	43	0	0	1	✓	OUI
<i>Thunbergia laurifolia</i>	43	1	1		✓	
<i>Tecoma stans</i>	40	1	1	1	✓	
<i>Phyllostachys flexuosa</i>	38	1	0	1	✓	
<i>Furcraea foetida</i>	35	1	0	1	✓	
<i>Megathyrsus maximus</i>	35	0	1	1	✓	
<i>Melinis minutiflora</i>	35	1	0	1		
<i>Neonotonia wightii</i>	35	0	1	1		
<i>Pluchea odorata</i>	35	1	1	1	✓	
<i>Rubus rosifolius</i>	35	0	1	1		
<i>Schinus terebinthifolius</i>	35	1	1	1	✓	
<i>Solanum mauritianum</i>	35	1	1	1		
<i>Syzygium cumini</i>	35	0	1	1	✓	
<i>Typha domingensis</i>	35	1	1	0	✓	OUI
<i>Mimosa diplotricha</i>	30	1	1	1	✓	
<i>Passiflora suberosa</i>	30	1	1	1	✓	

(1 = présence / 0 = absence)

Annexe XXXI : Evaluation des caractéristiques de la valeur écologique des sites sources/puits

Nom du patch	Espèces précaires	Microendémique	Etat	Surface	Ratio cœur/surface	Compaction	VALEUR ECOLOGIQUE
Baie de l'Orphelinat	0	0	0	3	0	0	3
Maa Baie Taureau	2	0	0	3	0	0	5
Pointe de Noël	0	0	0	0	0	6	6
Archive territoriale	0	0	4	3	0	6	13
Centre Tjibaou	1	0	12	0	0	0	13
Mont Oumbo	0	0	8	6	0	0	14
6 ^{ème} km	0	0	8	3	0	6	17
Maa Baie Papaye	0	0	8	9	0	0	17
Magenta/Guéguan	1	0	0	12	4	0	17
Etrier	1	0	12	3	0	3	19
Tina Baie	3	3	4	9	0	0	19
Maa Pic Tortue	0	0	12	6	0	3	21
Monts Nondoué Nord	0	0	12	9	0	0	21
Pic des Morts	0	0	12	9	0	0	21
Tina Pointe Lassale	2	3	0	12	4	0	21
Kamere	1	3	12	3	0	3	22
Maa Baie de Gadji	2	0	12	9	0	0	23
Mont Téréka	2	0	12	9	0	0	23
Koumourou	3	0	12	9	0	0	24
Butte Waaka	0	0	12	9	4	0	25
Maa Mont Nougoutia	0	0	12	9	4	0	25
Maa Monts	1	0	12	12	0	0	25
Ilot Sainte Marie	1	0	12	9	4	0	26
Maa Porokoué	3	3	0	12	8	0	26
Tonghoué	1	0	12	9	4	0	26
Port-Laguerre	0	0	8	12	8	0	28
Savannah	0	0	12	6	4	6	28
Tina 7ème km (=Tina Péage)	1	0	12	9	4	3	29
Monts Nondoué	1	0	12	12	4	0	29
Nougouta	1	0	12	12	4	0	29
Maa Pointe	3	3	8	12	4	0	30
Pic aux Chèvres	1	0	12	12	8	3	36
Pic Jacob	2	3	12	12	8	0	37
Ouen Toro	3	0	0	9	4	0	16 (Aire Protégée)
PZF	2	0	12	3	0	0	17 (Aire Protégée)

Annexe XXXII : Carte de résistance des milieux de l'UPF1 à la dispersion de l'avifaune



Annexe XXXIII : Evaluation des sites « aptes » ou « inaptes » à la sécurisation des espèces précaires

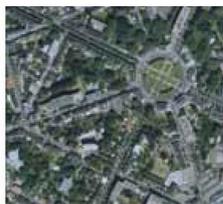
Massif	Etat	Surface	Forme	cœur/ surface	Fréq.	Pât.	Abs.EEE	Gibiers	Squat& mit.	Prox. Urba.	Feux	VALEUR	FONCIER	EP connues
Pic des Morts	9	3	0	0	-6	-3	0	-6	-6	-3	-4	-16	Privé	0
Pointe de Noël	0	0	2	0	-6	0	0	0	-6	-3	-2	-15	NC	?
Maa Baie Taureau	0	1	0	0	0	-3	0	-6	0	-3	-2	-13	Privé	4
Magenta/Guéguan	0	4	0	2	-6	-3	0	0	-6	-3	0	-12	Privé	2
Tonghoué	9	3	0	2	-6	-3	0	-6	0	-3	-4	-8	Coutu- mier	1
Mont Oumbo	6	2	0	0	-6	0	0	0	-6	-3	0	-7	Commune + NC	?
Centre Tjibaou	9	0	0	0	-6	0	0	0	-6	0	-2	-5	Privé	1
Baie de l'Orphelinat	0	1	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	-5	Commune	?
Maa Baie Papaye	6	3	0	0	0	-3	0	-6	0	-3	-2	-5	Privé	0
Etrier	0	1	1	0	-3	0	0	0	-3	0	0	-4	Commune	2 ?
Maa Baie de Gadji	9	3	0	0	0	-3	0	-6	0	-3	-4	-4	Privé	5
Maa Pic Tortue	9	2	1	0	0	-3	0	-6	0	-3	-4	-4	Privé	0
Maa Pointe	6	4	0	2	0	-3	0	-6	0	-3	-4	-4	Privé	13
Savannah	9	2	2	2	-6	0	0	-6	0	-3	-4	-4	Commune	0
6°km	6	1	2	0	-6	0	0	0	0	-3	0	-3	Commune	3
Tina Baie	3	3	0	0	-6	0	0	0	-3	0	0	-3	Commune	8
Maa Porokoué	0	4	0	4	0	0	0	-6	0	-3	-2	-3	Privé	7
Tina Pointe Lassale	0	4	0	2	-6	0	0	0	-3	0	0	-3	Commune	3
Maa Mont Nogutia	9	3	0	2	0	-3	0	-6	0	-3	-4	-2	Privé	0
Pic aux Chèvres	9	4	1	4	-6	0	0	-6	-3	-3	-2	-2	Privé	1
Pic Jacob	9	4	0	4	-3	-3	0	-6	0	-3	-4	-2	Privé	5
Maa Monts	9	4	0	0	0	-3	0	-6	0	-3	-2	-1	Privé	1
Nogouta	9	4	0	2	0	-3	0	-6	0	-3	-4	-1	Privé	1
Mont Téréka	9	3	0	0	-6	0	0	0	0	-3	-2	1	NC	3
Monts Nondoué	9	4	0	2	-3	0	0	-6	0	-3	-2	1	Privé	1
Monts Nondoué Nord	9	3	0	0	0	0	0	-6	0	-3	-2	1	Privé	0
Port-Laguerre	6	4	0	4	0	-3	0	-6	0	0	-4	1	Privé, Coutu- mier PS	0
Archive territoriale	3	1	2	0	-3	0	0	0	0	0	0	3	Etat	0
Butte Waaka	9	3	0	2	0	0	0	0	-6	0	-4	4	Privé	0
Kamere	9	1	1	0	0	0	0	0	-3	0	-2	6	Privé	2
Koumourou	9	3	0	0	0	0	0	0	-3	0	0	9	NC	10
Ilot Sainte Marie	9	3	0	2	0	0	0	0	0	-3	0	11	PS	2
Tina 7ème km (=Tina Péage)	9	3	0	2	0	0	4	0	-3	0	0	15	Commune	2
PZF	9	1	0	0	-6	0	0	0	-3	0	0	1	PS	5
Ouen Toro	0	3	0	2	-6	0	0	0	0	0	0	-1	Commune	9

Annexe XXXIV : Liste des personnes rencontrées et contactées

Personne rencontrées	Fonction	Thème	Date
Bernard Suprin	ex-botaniste à l'ORSTOM	Arbres remarquables	22/06/12
Caroline Groseil	DENV Province Sud	Gestion de l'environnement (Province Sud)	25/06/12
Corinne Olivier	Service SIG (Nouméa)	Squats et espaces verts de Nouméa	11/06/12
Damien Buisson	DTSI - Service géomatique	Géomatique – SIG	24/04/12
Danielle Saintpierre & Stéphane Henocque	PCFS	Actions et documents du PCFS	02/05/12
Emilie Baby	SCO	Inventaires avifaune	20/06/12
Guillaume Cousinard	DEPEV (Nouméa)	Environnement - Gestion espaces verts	22/05/12
Hélène Cazé	Pépiniériste	Sortie terrain + stratégies	19/06/12
Jean Christophe Lefeuvre	CI		14/08/12
Julie Goxe	IRD	Espèces végétales envahissantes	01/06/12
Julie Goxe		Stratégie espèces végétales envahissantes	08/08/12
Luc Tuehiava	Chargé de l'environnement (Païta)		12/07/12
Mr et Mme Letocard	Botanistes amateurs	Espèces rares et microendémisme	01/06/12
Philippe Brinbaum	IRD	Cartographie	07/05/12
Samuel Noury	DDEE - Province Nord	Province Nord	03/05/12
Stéphane Henocque	PCFS	Sortie terrain	18/06/12
Steven Mériadec	Service du développement urbain (Nouméa)	PUD de Nouméa	14/06/12
Vanessa Hequet	IRD	Inventaires botanique	07/05/12

Personnes contactées	Fonction	Thème
Caroline Groseil	DENV	Réglementation
Cédric Pitout	Service SIG Nouméa	Données SIG
Christian Papineau	ex-PCFS	
Daniel Vallauri	WWF France	Effet lisière
David Massemin	Capitaine de la sécurité civile	Impact des feux
Dominique Garnier	DENV	Réglementation
François Tron	CI	Impact des cerfs
James Aronson	Chercheur en écologie	Restauration
Jean Marie veillon	Botaniste	Inventaire botanique
Jean-Jacques Villegente	Pépiniériste	Cartographie FS
Julie Regent		TVB Nouméa
Julien le Breton	Docteur en écologie tropicale	Impact des fourmis
Koba HIRO	Gestion SAVEXPRESS	Réglementation SAVE EXPRESS
Laurent L'Huillier	IAC	Inventaires botaniques
Moïse Clobert	Service SIG Nouméa	Données SIG
Nathalie Baillon	CEN	Acquisition foncier
Nathalie Winter	Service SIG Nouméa	Données SIG
Nicolas Rinck	DENV	Réglementation
Serge Agathe Nérine	Mairie Dumbéa	Données SIG + PUD
Syvine Aupetit	DENV	Réglementation
Yann-Eric Boyeau	Magis SARL	Cartographie FS (2004)

Annexe XXXV : Exemple de fiche action développée dans la “Charte de l’arbre” de la ville de Nantes (France)



Orientation n°1

Répondre aux besoins d’identité et de diversité patrimoniale
(Construire et mettre en œuvre un plan urbain vert de la ville de Nantes)

Augmenter et mieux répartir l’offre en espaces verts

13- Développer la trame arborée dans la ville

CONTEXTE :

A Nantes, 15% de la surface totale de la ville possède un couvert végétal arboré. Ceci comprend les 110 km de voie plantée.

Sur domaine public, de nouveaux grands projets d’urbanisme tel que le projet Ile de Nantes envisagent la réalisation de nombreuses plantations qui vont étendre la trame verte à travers la ville.

Sur le domaine privé, la municipalité dispose d’outils juridiques comprenant des mesures incitatives à la plantation dans le cadre de l’attribution de permis de construire.

OBJECTIFS :

Agir en faveur du développement des plantations d’arbres sur le territoire privé et public pour renforcer l’ambiance végétale de la ville.

ACTIONS :

- **Identifier les zones en déficit de plantation dans la ville**
 - Affiner l’analyse quantitative basée sur l’étude des orthophotographies
 - Compléter l’analyse quantitative d’une analyse qualitative établie sur le terrain
- **Développer la trame verte sur domaine public**
 - Transmettre les besoins des nantais lors de l’attribution des terrains mutables dans le cadre de la révision du PLU
 - Développer le réseau des arbres d’alignements : Plantation de 10 Km de voie en 10 ans ce qui équivaut à **planter 100 arbres/an**.
- **Influencer les plantations sur le domaine privé**
 - Imposer sur tous les permis de construire un minimum de **20% de surface végétalisée de pleine terre** seule possibilité d’obtenir des arbres de dimension significative
 - Mener des actions de sensibilisation à la plantation:
 - Cibler les propriétaires (supermarché, industriels...) à sensibiliser lors de l’analyse qualitative établie sur le terrain
 - Accompagner les projets de plantation en proposant un service d’expertise et de conseil.

Actions	Projets	Acteurs	Délai	Moyens
Identifier les zones en déficit de plantations dans la ville	<i>Analyse quantitative</i> <i>Analyse qualitative (terrain)</i>	Bureau d’étude- SEVE Secteurs géographiques- SEVE	2005	
Pilote	Bureau d’étude			
Développer la trame verte sur domaine public	<i>Aménagements des terrains mutables</i> <i>Plantation de 1 000 arbres en 10 ans</i>	URBANA Nantes Métropole Bureau d’étude- SEVE Equipes géographiques- SEVE	2005 Action en continu	130 000 € /an
Pilote	URBANA & Nantes Métropole			
Influencer les plantations sur le domaine privé	<i>Identification des propriétaires à sensibiliser</i> <i>Proposition d’un service de conseil et d’expertise</i>	Bureau d’étude- SEVE Service botanique- SEVE	Action en continu	
Pilote	Bureau d’étude- SEVE			

Annexe XXXVI : Exemples de chartes de bonne conduite à destination des pépiniéristes

En Belgique : **Alterias** (www.alterias.be), projet « LIFE + », informe, communique et sensibilise le secteur horticole sur la problématique des plantes invasives. L'évaluation de ces dernières figure dans un système d'information (*Harmonia*). Une « **liste de consensus** » relate les espèces dont le retrait du commerce et/ou des plantations a été approuvé. A partir de cette liste, un « **Code de conduite** » a été développé par des spécialistes en concertation avec le secteur ornemental destiné aux professionnels impliqués dans la production, le commerce et l'utilisation des plantes ornementales (horticulteurs, pépiniéristes, gestionnaires publics, paysagistes, jardiniers, etc.). Il s'articule en 5 mesures :

- se tenir informer de la liste des EEE ;
- stopper leur vente et/ou leur plantation ;
- diffuser l'information aux clients et aux citoyens ;
- promouvoir l'utilisation des plantes alternatives non invasives ;
- participer à la détection précoce.

En France : Depuis 2001, le CBNBL, la DIREN (aujourd'hui DREAL) et le Conseil Régional de Picardie collabore sur la problématique des EEE. Un premier travail a consisté à recenser les diffuseurs de plantes ornementales. Les grandes enseignes ont été rencontrées et sensibilisées afin d'engager des partenariats. Celles qui sont intéressées par la démarche, distribuent des plaquettes d'information à leur clientèle .

(ex : http://www.picardie.ecologie.gouv.fr/Dossier_Nature/Plantes_Invasives/Plantes_Inv2005.htm). Conscient qu'aucune mesure n'est plus efficace que le retrait de la vente des EEE, le partenariat promeut une **charte** par laquelle les enseignes s'engagent à renoncer à la vente des EEE les plus dangereuses.

Par cette charte, le CBNBL s'engage à :

- 1 - Réaliser une affiche sur l'engagement de l'enseigne et des supports de sensibilisation ;
- 2 - Conseiller à tout moment et à leur demande les diffuseurs ;
- 3 - Organiser des journées de formation pour les vendeurs et informer l'enseigne
- 4 - Assurer une communication médiatisée pour valoriser l'engagement des diffuseurs.

Par cette charte, l'enseigne s'engage à :

- 1 - Retirer de la vente, les EEE les plus dangereuses
- 2 - Informer et sensibiliser la clientèle et distribuer des documents d'information

Ainsi, tous les diffuseurs ont reçu cette charte accompagnée d'un guide d'information afin de mieux appréhender la problématique des EEE (d'après Mandon- Dalger *et al* 2007).