

Jun 2015

Mise en place d'un protocole simplifié de description des forêts tropicales humides en Nouvelle Calédonie



Présenté par **Julie Husson**

Sous la tutelle de :

Jonathan Maura – Association Noé conservation

Jean-Jérôme Cassan –Service environnement Province Nord
de Nouvelle-Calédonie

Master 2^{ème} année **Biologie-Ecologie**

Mention **Biodiversité Végétale Tropicale**

Université des sciences de Montpellier -2014/2015-





Mémoire de Master 2^{ème} année en Biologie – Ecologie mention
Biodiversité Végétale Tropicale

Université des sciences de Montpellier

Mise en place d'un protocole simplifié de description
des forêts tropicales humides en Nouvelle-Calédonie

Présenté par **Julie Husson**

Encadrement pédagogique : **Yves Caraglio**, UMR AMAP Montpellier

Encadrement professionnel : **Jonathan MAURA** (association Noé Conservation)
& **Jean-Jérôme Cassan** (Service environnement de la Province Nord)

Dates du stage : 01 avril au 31 août 2015

Lieux du stage :

Bureau de Noé Conservation

29, rue Felix Broche
BP 18949
98857 Nouméa
Nouvelle-Calédonie

IAC – centre de recherche Nord

Pouembout village
Route municipale 298825
Pouembout BP6
Nouvelle-Calédonie

Remerciements

Je tiens en premier lieu à remercier mes encadrants, Mr. Jonathan Maura et Mr. Jean-Jérôme Cassan pour m'avoir permis de réaliser ce stage au sein de leurs structures, pour leur implication et leur suivi.

Un grand merci également à toute l'équipe d'écologie forestière de l'IAC, notamment Mr. Philippe Birnbaum, pour son aide précieuse et ses conseils qui ont permis d'orienter mon travail. Merci également à Thomas Ibanez, Elodie Blanchard & Hervé Vandrot.

Je souhaite également remercier l'ensemble des experts qui m'ont aidé dans mes recherches et ont permis de faire avancer nos réflexions : Mr. Christian Papineau, Mr. Hervé Vandrot, Mr. Samuel Noury, Mr. Cedric Leguillou, Mme Sandrine Isnard & Mme Magali Rossi.

J'adresse également mes remerciements à l'équipe de l'IAC de Pouembout pour leur accueil et ainsi qu'à toute l'équipe de la Caravane.

Table des matières

1	Introduction.....	6
1.1	Le contexte de Nouvelle-Calédonie	6
1.2	Une démarche simplifiée et spatialisée	7
1.3	Périmètre et objectifs de l'étude :.....	8
2	Matériels et méthodes.....	9
2.1	Démarche prospective bibliographique.....	9
2.2	Sélection des paramètres descriptifs forestiers.....	10
2.2.1	Les paramètres abiotiques.....	11
2.2.2	Les paramètres structuraux	11
2.2.3	Les paramètres dynamiques.....	13
2.2.4	Paramètres floristiques	15
2.3	Choix de la procédure de relevé	15
3	Résultats.....	16
3.1	Sélection de la zone	16
3.2	Délimitation de la placette circulaire.....	17
3.3	Relevé des informations générales	17
3.4	Prise de données statique depuis le centre de la placette	17
3.4.1	La topographie :	18
3.4.2	Le sol :	18
3.4.3	La répartition des classes de diamètres :	18
3.4.4	La stratification verticale :	19
3.4.5	L'observation de la canopée :.....	19
3.4.6	La visibilité dans la parcelle :.....	19
3.4.7	La densité du couvert de la canopée :.....	20
3.4.8	La régénération :	20
3.5	Prise de données en cheminement sur la placette	20
3.5.1	Description succincte de la végétation :.....	20
3.5.2	Les arbres dépérissant :.....	21
3.5.3	Le bois mort :.....	21
3.5.4	L'effet lisière :.....	21
3.5.5	Les espèces envahissantes :.....	22
4	Discussion.....	22

4.1	Simplicité :.....	22
4.2	Robustesse :.....	23
4.3	Pertinence :.....	23
4.4	Rapidité :.....	25
5	Conclusion	26

Table de figures :

Figure 1 : Cartographie des forêts tropicales humides de Nouvelle-Calédonie

Figure 2 : Liste des experts contactés

Figure 3 : Correspondance entre les métriques

Figure 4 : Structuration verticale (source : Hervé Vandrot)

Figure 5 : Liste des espèces à valeur patrimoniale et/ou protégées sélectionnées

Figure 6 : Comparaison des procédures de relevé

Figure 7 : Illustrations des forêts tropicales humides de Nouvelle-Calédonie

Figure 8 : Illustrations des zones ne correspondant pas à de la Forêt tropicale humide

Figure 9 : Schéma d'aide à la sélection de la zone et à la mise en place de la placette (en cours de réalisation)

Figure 10 : Extrait n°1 de la fiche de relevé : informations générales

Figure 11 : Illustration de la litière forestière

Figure 12 : Extrait n°2 de la fiche de relevé

Figure 13 : Extrait n°3 de la fiche de relevé

Figure 14 : Extrait n°4 de la fiche de relevé

Figure 15 : Extrait n°1 des illustrations du guide destiné à faciliter l'identification botanique

Figure 16 : Extrait n°2 des illustrations du guide destiné à faciliter l'identification botanique

Figure 17 : Extrait n°5 de la fiche de relevé

Figure 18 : Estimation du temps de mesure par paramètre

1 Introduction

1.1 Le contexte de Nouvelle-Calédonie

La Nouvelle-Calédonie est un archipel d'Océanie de 18 575 km² situé dans le pacifique occidental. Ancien Territoire d'Outre-Mer Français (TOM), elle se trouve à 1500 km à l'Est de l'Australie et à 2000 km au Nord de la Nouvelle Zélande. Situé au-dessus du tropique du Capricorne (20-23°S et 164-167°E), la Nouvelle-Calédonie jouit d'un climat tropical avec une saisonnalité marquée. Quatrième hotspot de biodiversité mondial (Lowry et al. 2004) elle possède une flore riche et diversifiée (3371 espèces connues à ce jour, Morat et al. 2012), et un taux d'endémisme élevé (environ 75 %, tout milieu confondu). On y retrouve de nombreux d'écosystème allant de la forêt tropicale humide aux savanes et à la ripisylve (Birnbaum 2013). Les forêts tropicales humides représentent 3900 km² (Figure 1), soit 20 % du territoire (Jaffré et al. 2012). Ces dernières sont majoritairement présentes sur la côte Est qui possède une pluviosité dépassant 3000 mm/an (Météo-France, 2007). Elles ont un taux d'endémisme très fort (environ 80%) et possèdent plus de 2000 espèces végétales (Birnbaum 2013). A l'origine, elles recouvraient probablement plus de 70% du territoire mais il ne reste actuellement plus que 30% (Jaffré 1994, Projet ANR INC: Incendies et biodiversité des écosystèmes en Nouvelle-Calédonie 2012), notamment en raison des incendies, de l'activité minière (4^{ème} producteur de nickel au monde) et la présence d'espèces envahissantes (Beauvais et al. 2006).

La connaissance des forêts tropicales humides de Nouvelle-Calédonie est inégale. Ces dernières ont en effet été beaucoup plus étudiées sur les sols ultramafiques (Ibanez & Birnbaum 2012). C'est dans ce contexte qu'un réseau de placettes a été initié par l'IRD en 2005, puis généralisé récemment à travers toute la Grande Terre par les travaux de l'équipe d'écologie forestière de l'AMAP et de l'IAC¹. Les travaux sur ce réseau de placettes permanentes (NC-PIPPN) ont permis de faire progresser la connaissance de ces écosystèmes forestiers.

Les études ont ainsi mis en évidence une forte diversité et une forte variabilité de la composition floristique. En effet, le calcul de la diversité Beta permet de montrer que le taux de ressemblance entre deux placettes ne dépasse pas 30% (Ibanez et al. 2014). Par ailleurs, la composition floristique semble conditionnée par deux facteurs importants : le sol et l'altitude.

Au niveau de la structure des peuplements, les études ont mis en évidence une densité comprise entre 921 et 1741 arbres par hectare, soit des valeurs plus hautes que dans les zones tropicales continentales, généralement comprises entre 450 et 750 tiges par hectare (Pascal 2003). Ces

¹ Institut Agronomique Néo-Calédonien

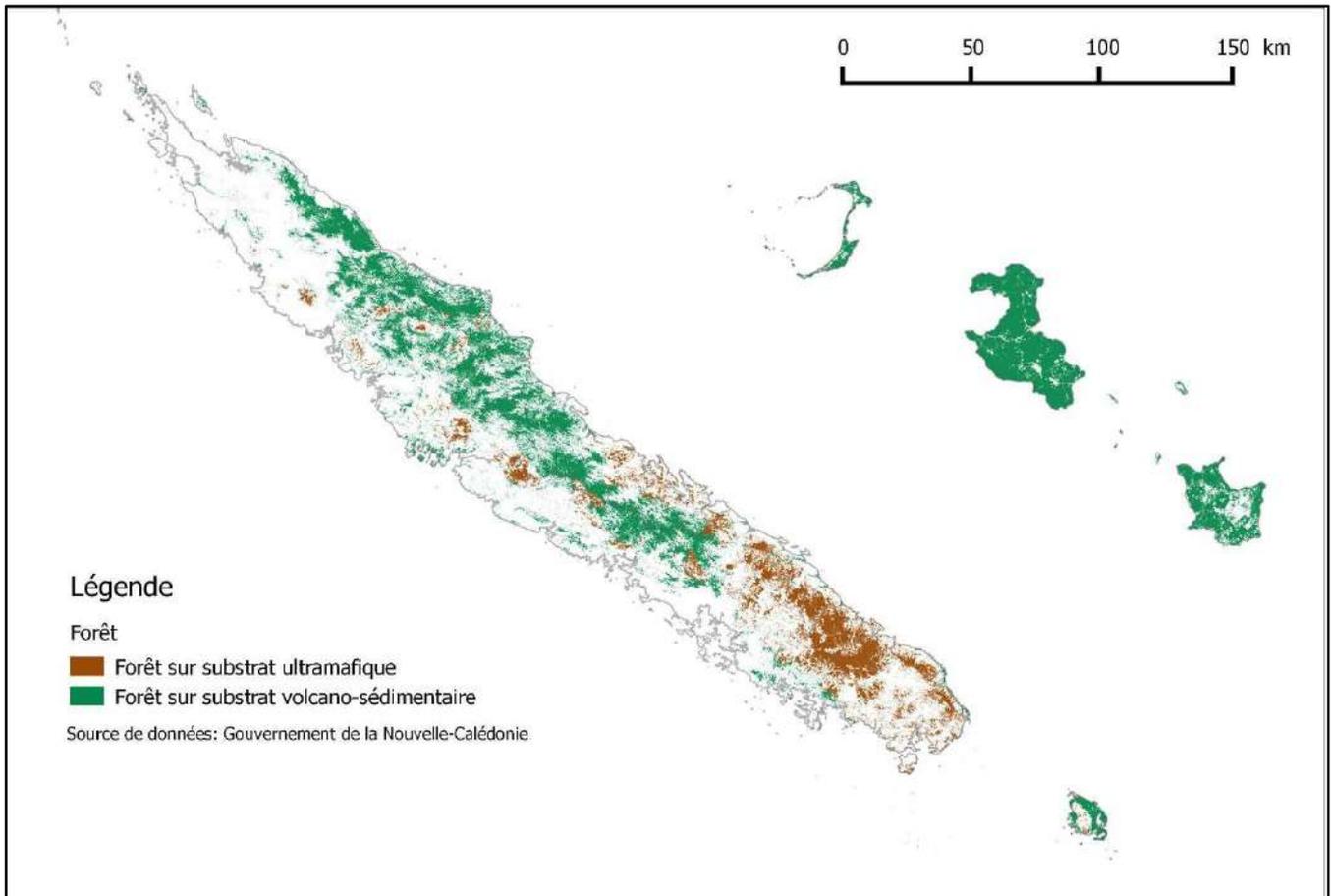


Figure 1 : Cartographie des Forêts tropicales humides de Nouvelle-Calédonie

Sur un tiers de sa surface, la Grande Terre présente des sols ultramafiques qui sont des sols métallifères où la concentration en nickel et autres métaux peut être assez importante. Une flore bien spécialisée est ainsi affiliée à ces sols (Ibanez 2013).

valeurs seraient cependant du même ordre de grandeur que celles de certaines îles comme la Réunion ou les îles Maurice (Ibanez et al. 2014).

Face à cette forte diversité et hétérogénéité spatiale, de nombreuses recherches sont en cours notamment pour mieux appréhender la dynamique de ces forêts et les mécanismes de leur résilience (Ibanez & Birnbaum 2012).

1.2 Une démarche simplifiée et spatialisée

Ces projets de recherches, axés sur la description et la compréhension du milieu forestier, sont des projets menés sur le long terme, intensifs et qui s'appuient sur des compétences spécifiques, comme la botanique systématique.

En Nouvelle-Calédonie, il existe un réseau de professionnel travaillant en forêt mais qui peuvent être qualifié de « non expert ». Ce sont par exemple les gardes nature, les gestionnaires d'aires protégées ou encore des spécialistes de la faune et de la flore. De ces professionnels émergent régulièrement la volonté de décrire synthétiquement le milieu forestier dans lequel ils évoluent.

Parallèlement, des projets intégrant des observateurs « non expert » se sont développés à travers le monde. Ces projets peuvent être réunis sous le terme de sciences participatives ou collaboratives. Ces derniers peuvent être définis comme des programmes d'études conduits **en association avec des observateurs « non-experts » et une structure à vocation scientifique** (Mathieu et al. 2012). En pleine expansion, ce sont des méthodes de plus en plus utilisées et dont l'apport dans la connaissance de la biodiversité commence à être avéré (Salles et al. 2014).

Les données récoltées grâce à ces projets ont récemment fait l'objet d'études qui ont démontrées leur validité. En effet, les données recueillies par des observateurs « non expert » peuvent être aussi robustes que des données recueillies par des scientifiques (Crall et al. 2011, Galloway et al. 2006, Delaney et al. 2008) car le nombre de données est susceptible de compenser la potentielle marge d'erreur (Schmeller et al. 2008). Par ailleurs, sur des données quantitatives « simples », les données des « non expert » sont aussi robustes que celles des scientifiques. En revanche, la fiabilité des données qualitatives précises n'est pas égalée (Gommerman et al. 2015).

En Nouvelle-Calédonie, face à l'étendue des zones de forêt tropicales humides (20% du territoire), la perspective d'accumuler des données robustes grâce à un réseau de professionnel non expert sur de grandes superficies est une opportunité de faire progresser la connaissance de ces écosystèmes.

1.3 Périmètre et objectifs de l'étude :

Dans ce contexte, une initiative partenariale a été engagée entre les institutions publiques en charge de la question environnementale (Province Nord), la recherche (IAC) et la société civile (Noé conservation). Il a été proposé de créer un outil de description simplifiée des Forêts Tropicales Humides calédoniennes à destination de professionnels « non expert » afin de permettre des diagnostics de grande ampleur, ne nécessitant pas de connaissances spécialisées.

Ce projet peut ainsi s'inscrire dans une démarche de « science participative », novateur par son approche « écosystème », les études participatives antérieures ayant adoptées, pour la plupart, une approche sur des espèces spécifiques.

Nous nous focaliserons sur les forêts tropicales humides de basse et moyenne altitude (< 1000 mètres), les forêts d'altitude, dites « de mousses » étant des écosystèmes particuliers.

L'objectif est double :

- 1. Produire des connaissances scientifiques :** Le but est de favoriser l'émergence d'un projet collectif basé sur une approche descriptive et standardisée des forêts tropicales humides. Ce projet collectif contribuera notamment à la construction d'une typologie des forêts en Nouvelle Calédonie (e.g. Travaux de l'équipe d'écologie forestière de l'IAC) par un apport de données complémentaires sur de vastes superficies. Il devra permettre de décrire tant des aspects floristiques que structuraux et dynamiques.
- 2. Mettre à disposition un outil de description pour les professionnels « non expert » :** Plus que permettre d'accumuler des données pour la recherche, cet outil doit être utile pour les professionnels souhaitant faire une description rapide d'un milieu forestier.

On peut ainsi définir un certain nombre de conditions à respecter pour assurer la représentativité, la reproductibilité et la répétabilité de ce protocole de description :

- ❖ Les mesures relevées doivent être **pertinente** pour la description d'un milieu forestier tropical humide et potentiellement permettre d'acquérir des données sur des thématiques de recherche encore peu prospectées.
- ❖ Le protocole doit être **simple** : c'est-à-dire facile à comprendre et à mettre en œuvre, autant par la technicité des mesures que concernant le matériel requis.

- ❖ Le protocole doit être **rapide** : le temps d'application de l'outil doit être relativement court, ne pas dépasser 1h pour pouvoir être intégré dans des missions à la journée.
- ❖ Le protocole doit être **robuste**, c'est-à-dire que la procédure doit être standardisée et non ambiguë pour permettre une analyse statistique des données acquises.

L'objectif est ainsi de produire une grille de relevés pertinente, simple, rapide et robuste pour décrire un ensemble de paramètres. Plutôt que de prospecter de manière intensive sur une surface restreinte, l'alternative proposée par cette démarche est l'accumulation de points de relevés sur une grande échelle spatiale. Pour faciliter le remplissage de cette fiche et la prise de mesure pas à pas, un guide de terrain sera mis à disposition, comportant des définitions et des illustrations.

De manière secondaire, nous envisageons également que cet outil puisse favoriser le transfert de connaissance entre la recherche et les gestionnaires, en attirant l'attention des professionnels, des gestionnaires d'espaces naturels sur les facteurs clés du fonctionnement forestier. Dans cette optique des éléments de compréhension et de pistes d'approfondissement seront proposés dans le guide de terrain.

Ce rapport présente ainsi les étapes d'élaboration du protocole standardisé, simplifié et reproductible à destination des professionnels « non expert » et les perspectives du projet.

2 Matériels et méthodes

2.1 Démarche prospective bibliographique

La première étape de construction du protocole s'est articulée autour de la recherche de paramètres pertinents pour décrire un écosystème forestier, et plus spécifiquement les forêts tropicales humides de Nouvelle-Calédonie. Cette démarche prospective s'est déroulée en plusieurs étapes.

Dans un premier temps, nous avons recensé des protocoles de description du milieu forestier ayant adopté une approche globale et multi-critères, tout d'abord en Nouvelle-Calédonie, en zone tropicale et par élargissement en zone tempérée. Ces recherches nous ont amené à prospecter d'une part vers les projets de recherche mais également vers les méthodes mises en place dans le cadre d'expertises forestières et de gestion d'aires protégées, ainsi que vers des méthodes d'évaluation du bon état de conservation des forêts. Ces recherches nous ont permis de recenser un certain nombre de paramètres et de techniques de relevées. Pour chaque protocole,

une fiche technique a été réalisée détaillant la procédure de relevé, les paramètres sélectionnés et les techniques de mesures associées (voir annexe 2, un exemple de fiche).

Dans un second temps, nous avons approfondi ces recherches en prospectant d'une part vers des études centrées sur des critères spécifiques, comme l'étude du bois mort ou encore des palmiers en Nouvelle-Calédonie, et d'autre part les études d'écologie plus globale. Ces recherches nous ont permis de sélectionner chacun des paramètres selon leur intérêt écologique et de recenser des techniques de mesures.

Parallèlement, afin de compléter ces recherches bibliographiques, des spécialistes en Nouvelle-Calédonie ont été contactés (Figure 2). Ces personnes ont été rencontrées afin de récolter des informations complémentaires et propres au contexte de la Nouvelle-Calédonie. Ces enquêtes qualitatives ont été menées selon une méthode d'entretien semi-directive.

La prospection bibliographique s'est appuyée principalement sur le moteur de recherche Web of Science, Google Scholar et Jstor pour les articles scientifiques. Des collectes d'informations sur internet sont venues compléter ces recherches. Pour le descriptif des espèces endémiques de Nouvelle-Calédonie, le site *endemia* (www.endemia.nc) et les ouvrages de vulgarisation *Florilège des plantes en Nouvelle-Calédonie* (B. Suprin 2011) ont été les sources principales.

Afin de structurer les recherches et d'assurer le transfert de connaissance à l'issue de l'étude, l'ensemble des références ont été enregistrés dans un logiciel de gestion bibliographique (Zotero). Une arborescence thématique a été créé au sein de ce logiciel afin d'y classer les références.

2.2 Sélection des paramètres descriptifs forestiers

Cette recherche nous a permis de distinguer quatre catégories de paramètres essentiels : **les paramètres abiotiques, les paramètres structuraux, les paramètres dynamiques et les paramètres floristiques**. Dans chacune de ces catégories, nous avons identifiés plusieurs champs disciplinaires (la pédologie ou l'étude de groupes végétaux spécifiques par exemple) ainsi qu'une déclinaison de paramètres. Un tableau répertoriant ces différents paramètres, leurs intérêts écologiques et leurs différentes techniques de mesures a été créé (annexe 3).

Nous allons passer en revue la liste des paramètres que nous avons sélectionnés suite à cette phase exploratoire en argumentant succinctement de leur intérêt écologique et du choix de la technique de mesure en fonction de nos contraintes (e.g. Objectifs et périmètre de l'étude).

Experts contactés	Thématiques	Profession & Structure
Philippe Birbaum	Ecologie	Chercheur écologie forestière - IAC- Nouméa
Hervé Vandrot	Botanique & Ecologie	Botaniste de terrain-IAC - Pouembout
Christian Papineau	Expertises forestières en NC	Expert forestier, responsable programme forêt sèche -Koumac -
Samuel Noury	Expertises forestières en NC	Chef service forestier province nord, district Ouest - Koné -
Cedric Leguillou	Pédologie	Agropédologue - IAC - Nouméa
Sandrine Isnard	Lianes	Chercheuse IRD spécialiste des lianes - Nouméa
Magali Rossi	Evaluation de l'état de conservation	Ex WWF & Noé conservation

Figure 2 : Liste des experts contactés

2.2.1 Les paramètres abiotiques

La végétation présente dans une forêt est en partie conditionnée par les caractéristiques environnementales du milieu. Ces paramètres abiotiques sont souvent utilisés pour discriminer des types de forêt et établir des typologies forestières. Il est par exemple commun de distinguer le type de forêt en fonction de l'altitude ou du sol (Jaffré 1994). Ainsi il est possible de relever des caractéristiques abiotiques telles que l'**altitude**, entraînant notamment des conditions de température, de pluviométrie, d'exposition aux vents particulières ou encore **la topographie, le type de roche géologique et le type de sol**, qui influencent largement la végétation en place en agissant sur les conditions hydriques et trophiques du sol (Freycon et al. 2003, John.R. et al. 2007, Baldeck et al. 2012).

Les mesures des paramètres du sous-sol et d'altitude nécessitent du matériel et/ou des connaissances fines. Ces informations peuvent être dérivées a posteriori par la localisation de la zone d'étude et au moyen de cartes. En revanche, la description de la position topographique est simple d'acquisition et informative. Les paramètres pédologiques peuvent être difficiles d'acquisition (matériels et connaissances) mais sur l'avis d'experts, nous avons sélectionnés des techniques simplifiées renseignant sur la fertilité du sol.

Par ailleurs, certaines espèces ou groupe biologique sont parfois utilisés en tant qu'indicateurs des conditions abiotiques du milieu. C'est le cas **des palmiers** qui peuvent être des indicateurs pertinents. Les palmiers de Nouvelle-Calédonie (35 espèces, toutes endémiques – Chambrey et al. 2013) ont une aire de répartition limitée qui, à l'exception d'une espèce, sont tous présents en forêt tropicale humide en Nouvelle-Calédonie (Pintaud 2001). A l'intérieur de cette zone, à dire d'expert, des motifs semblent cependant se dessiner (forêt avec palmiers & forêts sans palmiers), supposément corrélées au degré d'humidité (Pintaud 2001, Com. Pers. Hervé Vandrot). A dire d'expert la position dans la stratification verticale serait également indicative (Com. Pers. Hervé Vandrot). Facilement identifiable et pertinent pour la description de zone à fort degré d'humidité, nous avons donc choisis de relever ce groupe dans le cadre du protocole. De plus, nous avons sélectionnés des espèces pouvant être des indicateurs de paramètres abiotiques : Le **bancoulier**, délimitant un palier d'altitude (dire d'expert Hervé Vandrot) et le **bois de fer**, indicateur des sols ultramafiques et d'humidité (dire d'expert Christian Papineau).

2.2.2 Les paramètres structuraux

La structure d'une forêt peut être définie comme l'agencement des différents composants forestiers (Pascal 2003) ou encore comme l'organisation spatiale tridimensionnelle de la

végétation. La structure forestière est un aspect clé à décrire, intimement impliqué dans le fonctionnement écologique notamment dans les mécanismes de résilience.

Dans l'optique de décrire la structuration horizontale d'une forêt, la **distribution des classes de diamètre** est un élément communément étudié, qui permet de comprendre l'organisation et la dynamique forestière. Elle peut notamment permettre de détecter des perturbations potentielles (absence totale de gros diamètre) et de comprendre la dynamique de renouvellement. En forêt tropicale humide, la répartition a tendance à être exponentielle décroissante avec une majorité de petits diamètres (Pascal 2003). Ce paramètre est relativement long à mesurer (**inventaire exhaustif des diamètres**) ou nécessite de l'expérience (**estimation à vue**). Nous proposons une technique d'estimation, basé sur une métrique alternative (Figure 3) permettant de passer outre ces contraintes.

Pour comprendre l'organisation horizontale, on peut également s'intéresser à **la densité de tiges, au couvert de la canopée** et à **la surface terrière**. La densité de tiges peut être calculée à partir d'un inventaire exhaustif de toutes les tiges, ce qui est chronophage. Dans le contexte de l'étude il a été choisi d'évaluer indirectement la densité de tiges, toutes strates confondues, grâce à l'estimation de la visibilité.

L'étude du couvert de la canopée peut permettre de qualifier la fermeture du milieu et de repérer la présence de trouées. Bien que des techniques plus sophistiquées soient maintenant développées grâce à la télédétection (Bourbier et al. 2013), elle peut être estimée à vue en pourcentage (CBSF 2011) et répartie dans classes. Nous avons choisi d'estimer à vue, en nous appuyant sur des schémas. La surface terrière², traditionnellement mesurée, donne une appréciation de la surface et du sol occupé par les arbres. Elle peut être soit extrapolée à partir des diamètres soit mesurée sur le terrain à l'aide d'un relascope. Malgré la pertinence écologique de ce paramètre, la technicité de la mesure a été jugée rédhibitoire pour le protocole.

Par ailleurs, il est également important de s'intéresser à **la structuration verticale** (Pascal 2003, Mourey 2003 - ONF programme Life). En forêt tropicale humide, on décline traditionnellement quatre strates : le sous-bois, la sous canopée, la canopée et les émergents comme présenté sur le schéma ci-contre (Figure 4). On peut l'évaluer : soit de manière globale en décrivant simplement les différentes strates existantes (expertises forestières, Com.pers. Christian Papineau), soit de manière précise en positionnant chaque arbre dans une strate (inventaire exhaustif dans le cadre d'un suivi de végétation), soit par une analyse architecturale avec la construction de profils

² Somme des sections horizontales des troncs à 1m30 (Pascal 2003)

	Petits diamètres	Diamètres moyens	Gros diamètres
Classes traditionnelles	< 20cm	Entre 20 et 40 cm	Entre 40 et 80 cm
Métrique alternative	1 main	1 à 3 mains	+ de 3 mains

Figure 3 : Correspondance entre les métriques.

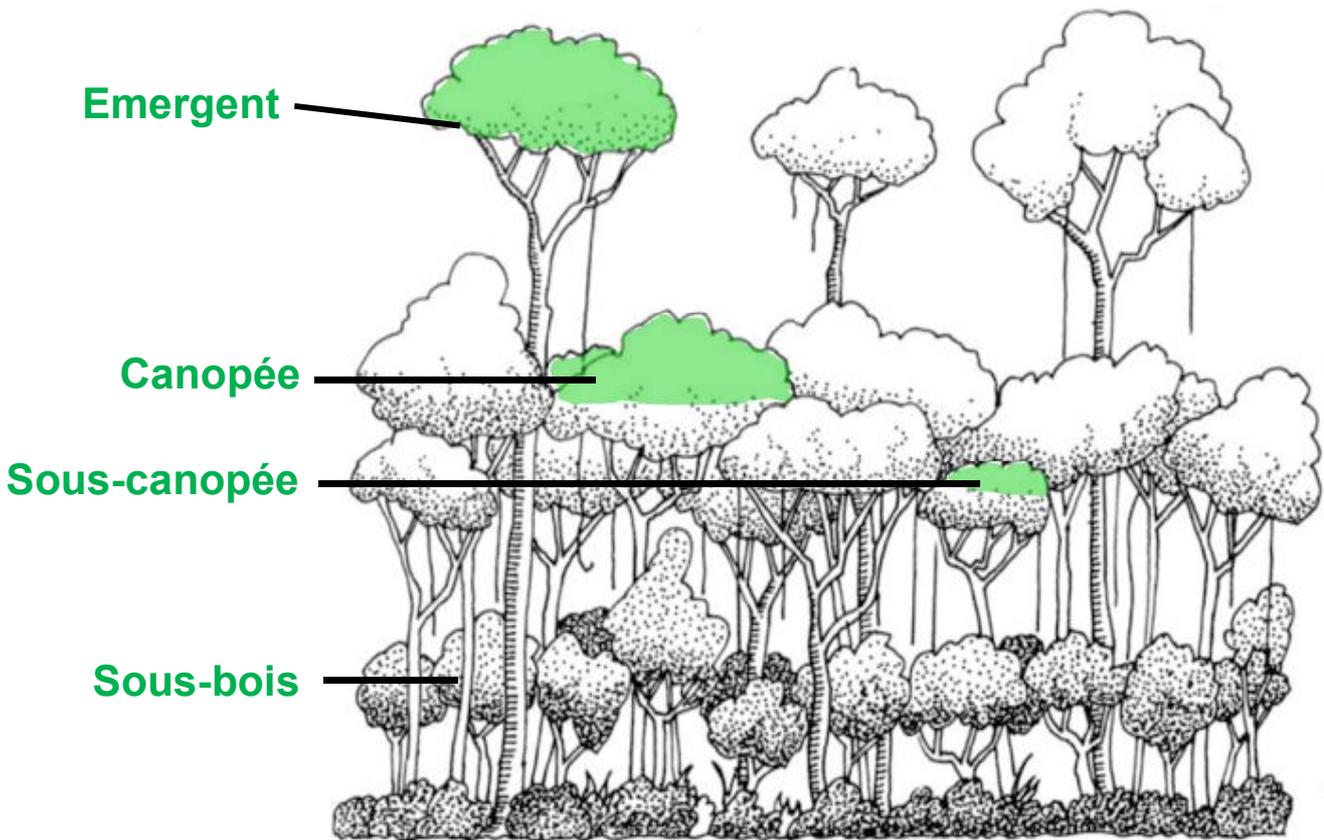


Figure 4 : Structuration verticale (source : Hervé Vandrot)

structuraux (Oldeman 1974). La première option a été retenue. Il est également possible de détailler **la structuration verticale de la canopée** (variabilité de hauteur ou ensemble homogène) et **sa hauteur moyenne**. Nous avons choisis de nous appuyer sur des schémas, bien que des techniques précises existent mais nécessitant du matériel (lasermètre pour les hauteurs par exemple).

2.2.3 Les paramètres dynamiques

Une forêt est un écosystème dynamique, soumis au rythme du cycle sylvigénétique, des mécanismes de la succession végétale et à un régime de perturbations spécifique (Puig 2001, Gilg 2004). Il est nécessaire de s'intéresser à ses paramètres de dynamique pour décrire un écosystème forestier. On retrouve une multitude de stade de développement en forêt, notamment en forêt tropicale humide. Nous avons choisis d'étudier trois stades de développement : la régénération, les arbres dépérissant et les arbres morts.

- ❖ La présence d'une **régénération** abondante et diverse est essentielle pour la pérennité et la résilience d'un écosystème forestier. Elle peut être évaluée de manière très précise (inventaires) ou à vue (souvent le cas dans en gestion forestière). Il est également possible de noter des indices d'absence ou de dysfonctionnement de la régénération (Carnino 2009). Nous avons choisis d'axer notre méthode sur l'identification de ses dysfonctionnements, notamment par l'étude du *Freycinetia*. Ce genre est assez commun en forêt tropicale humide et très appétant pour les cerfs. Ainsi l'observation de la pression d'abrutissement sur cette plante peut indiquer un potentiel problème de régénération (Tron 2014).
- ❖ La présence **d'arbres dépérissant** est souvent associée à une certaine diversité, notamment au niveau de la faune saproxylique de par la présence de micro-habitats (Larrieu et al. 2009). Leur absence, dépendant également de l'échelle spatiale, peut être signe d'une perturbation humaine (prélèvement des bois par exemple). Il est possible de les dénombrer et de les distinguer en fonction du type de cavités présentes (IBP par exemple, Larrieu & Gonin 2009). Nous avons choisis de simplement relever leur présence.
- ❖ **Le bois mort** est naturellement présent dans les forêts. C'est un élément essentiel dans le cycle du carbone forestier et source de biodiversité importante (Laiho & Prescott 1999 dans Groove et al. 2000). Ses proportions et modalités sont cependant méconnues, notamment en zone tropicale (Groove et al. 2000). En Nouvelle-Calédonie, aucune étude

n'a pour l'instant été réalisée sur ce paramètre. Nous avons choisi de dénombrer les gros arbres morts au sol et sur pied sans distinguer le stade de décomposition, complexe à relever.

Par ailleurs, nous avons sélectionnés trois taxons facilement reconnaissables en Nouvelle-Calédonie et indicatrices des zones de chablis : **Les lianes, les fougères arborescentes et le Tamanou.**

En zone tropicale, les études montrent que **les lianes** sont des types fonctionnels qui affectionnent particulièrement les zones perturbées telles que les trouées ou les lisières (Schnitzer & Bongers 2002). En Nouvelle-Calédonie, cette préférence écologique n'a pour le moment pas été démontrée, bien qu'à dire d'expert, un groupement de lianes soit généralement associé à une trouée (Com. Pers. Sandrine Isnard). Nous avons donc décidé de relever la présence de ces regroupements. De la même manière, les **fougères arborescentes** sont susceptibles d'être indicatrices de zones de perturbations en Nouvelle-Calédonie (Com. Pers. Hervé Vandrot) bien que des études en Nouvelle-Zélande démontrent une variabilité de préférences écologiques (Bystriakova et al. 2011). Des études ont montrées qu'elles pouvaient être qualifiées d'espèces « clé de voute » en raison de leur influence sur la régénération forestière (Gaxiola-Alcantar et al. 2008, Rivière et al. 2008). Pour ces deux taxons, malgré l'absence d'informations propres au contexte de la Nouvelle-Calédonie et en accord avec les dires d'experts, nous avons donc décidé d'accumuler des données complémentaires.

Enfin, le **Tamanou**, *Calophyllum caledonicum*, endémique de Nouvelle-Calédonie et présent en forêt tropicale humide, semble également présenter des caractéristiques agrégatives dans les zones de trouées forestières (Ganivet 2014). Il peut ainsi être indicateur de dynamique forestière.

Par ailleurs, la dynamique forestière est influencée par la présence d'éléments fragmentant : l'effet lisière. La lisière peut être définie comme une interface entre milieux ouverts et milieux forestiers dont l'importance spatiale augmente avec la fragmentation du paysage (Alignier et al. 2013). La présence d'une lisière en bordure de la forêt influence la composition spécifique, la biodiversité en générale (négativement ou positivement) et la diversité fonctionnelle (Alignier et al. 2013). Les études sont en cours pour étudier l'effet lisière sur de large distance (Pelissier et al. 2013), ce dernier est pour l'instant avéré pour des distances comprises entre 50 et 150 mètres (Bergès et al. 2014). Ainsi la présence d'une savane à niaouli (*Melaleuca quinquenervia*) en lisière est indicative d'une dynamique particulière liée aux feux. Plus spécifiquement, la présence de niaouli de gros diamètre peut par exemple indiquer que la forêt s'est refermée sur

une ancienne savane (Com. Pers. Hervé Vandrot). Nous avons donc choisi de relever d'une part la présence d'éléments fragmentant et d'autre part la présence et le diamètre des niaoulis, facilement reconnaissables.

Pour finir, on peut nommer trois espèces envahissantes importantes à prendre en compte (le cerf, le cochon et les fourmis électriques) qui peuvent avoir un impact fort sur la dynamique forestière et la végétation, notamment sur la régénération (Le Bel et al. 2001, Tron 2014).

2.2.4 Paramètres floristiques

La diversité peut être définie comme la variété et la variabilité de tous les organismes vivants à différents niveaux d'organisation, du gène à l'écosystème (Convention sur la biodiversité 2005). Pour la mesurer, il est possible d'évaluer la richesse spécifique (le nombre d'espèces différentes) mais également d'estimer le nombre d'espèce en fonction de l'abondance des individus et d'établir des indices de diversité (Magurran 2004). Quelque soit l'indice choisit, il est nécessaire de faire l'inventaire précis de toutes les espèces présentes sur la zone, ce qui en zone tropicale nécessite une connaissance botanique conséquente, nous avons donc rejeté ce paramètre. En revanche nous avons sélectionnés un ensemble d'espèces facilement identifiables ayant une importance particulière, notamment dans la culture kanake (Figure 5).

2.3 Choix de la procédure de relevé

Pour sélectionner la technique de relevé nous avons comparé plusieurs méthodologies mises en place sur le terrain : la technique de la placette circulaire, la technique du cheminement libre et des transects. La comparaison des différentes procédures est présentée dans le graphique ci-contre (Figure 6). Nous avons choisis la technique de la placette circulaire car elle permet de définir et de visualiser un cadre de travail qui permet d'éviter les confusions et d'avoir des données standardisées pour une surface définie pour tous les participants. Par ailleurs nous avons choisi de sélectionner un rayon de 10 m ce qui permet d'avoir une surface facilement et rapidement prospectable (dire d'expert Philippe Birbnaum) et dont la répétition par l'accumulation de points permettra d'assurer une bonne représentativité de la zone.

Liste non exhaustive d'espèces protégées ou ayant une importance symbolique, présentes en forêts tropicales humides de Nouvelle-Calédonie	
Espèces protégées	
Le Kaori	Les Kaoris sont des espèces autochtones importantes culturellement. 2 espèces sont menacées (Statut vulnérable pour l'IUCN) : le Kaori blanc (<i>Agathis moreii</i>) et le Kaori de forêt (<i>Agathis lanceolata</i>). Ces deux espèces sont facilement repérables.
Espèces à valeur symbolique et culturelle	
Le Pin colonnaire	<i>Araucaria columnaris</i> est un arbre endémique de la Nouvelle-Calédonie. Il a un symbolique très forte dans la culture kanak : il représente le chef, le masculin et est planté devant la case du chef de tribu (Coustillet-Kaszowski 2011). Il peut indiquer la présence d'un ancien lieu d'habitation.
Les Pandanus	Le genre pandanus est affilié à la zone tropicale et appartient à la famille des Pandanacées. Il existe 22 espèces en Calédonie dont 20 endémiques. Les pandanus sont faciles à reconnaître et sont important dans la culture kanak (Coustillet-Kaszowski 2011).
Le Houp	<i>Montrouziera cauliflora</i> est un arbre endémique de la Nouvelle-Calédonie appartenant à la famille des Clusiaceae. Il a une valeur symbolique très forte dans la culture kanak et est notamment utilisé pour réaliser les flèches faitières sur les cases traditionnelles (Coustillet-Kaszowski 2011).

Figure 5 : Liste des espèces à valeur patrimoniales et/ou protégées sélectionnées.

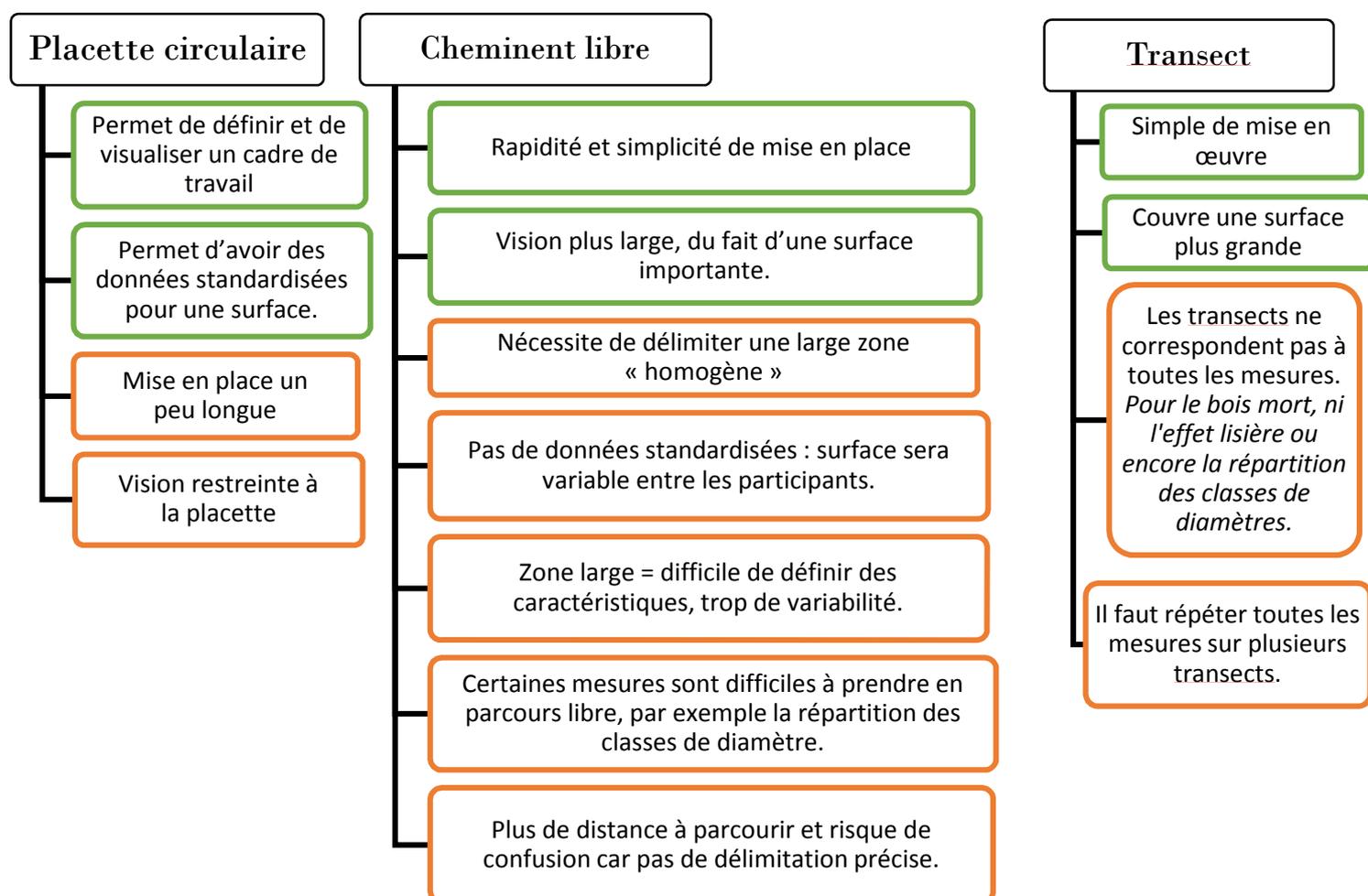


Figure 6 : Comparaison des procédures de relevé

3 Résultats

La prise de données sur le terrain se déroule en plusieurs étapes : [1] La sélection de la zone, [2] la délimitation de la placette, [3] la prise de données statique depuis le centre de la placette et [4] la prise de données en mouvement dans la placette. La fiche de relevé est accompagnée d'un guide de terrain, facilitant la mise en œuvre sur le terrain et le remplissage de la fiche de description pas à pas.

La prise de données peut s'effectuer en autonomie ou à plusieurs, selon les rôles suivants : Un participant reste sur le point central et relève l'ensemble des données d'observations statiques, le ou les autres participants appuient la prise de relevés nécessitant des déplacements sous les directives de l'observateur positionné au centre.

Deux outils sont préconisés afin de faciliter la prise de mesure et la localisation de la placette : une règle graduée de 10 cm et un GPS. Dans le cas où les participants ne sont pas équipés de GPS, une méthode alternative de localisation a posteriori est proposée grâce à un exploreur cartographique en ligne par exemple GEOREP ou Google Earth. La procédure sera détaillée dans le guide de terrain.

3.1 Sélection de la zone

Ce protocole étant applicable en forêt tropicale humide de basse et moyenne altitude (inférieur à 1000 m), les participants sont amenés à sélectionner la zone, selon une définition de la forêt tropicale humide en Nouvelle-Calédonie, complétée de photos de référence (Figure 7). La sélection d'une définition non ambiguë d'une zone de forêt tropicale humide est encore en cours de recherche. Bien que discutable, nous adoptons pour l'instant celle de Jaffré (1974): « *Formations végétales hautes, denses et diverses, caractérisées par une strate arborescente entre 15 et 25 mètres avec un sous-bois dense et une strate herbacées composée principalement de fougères* ». Par ailleurs, nous préciserons que cette définition exclue les mangroves et végétations basses des zones salées, les forêts sèches, les maquis miniers, les formations palustres ou marécageuses ou encore les savanes et fourrés secondaires (faux mimosa, les fourrés de Gaïacs, les savanes à niaouli et les zones de bambou). Chacun des formations citées sera illustrée par une photo (Figure 8).

La zone de travail sera une placette circulaire de 10 m de rayon, les participants devront donc sélectionner une zone d'environ 300 m². Aucun élément fragmentant ne devra traverser cette



Figure 7 : Illustrations de Forêts tropicales humides en Nouvelle-Calédonie.

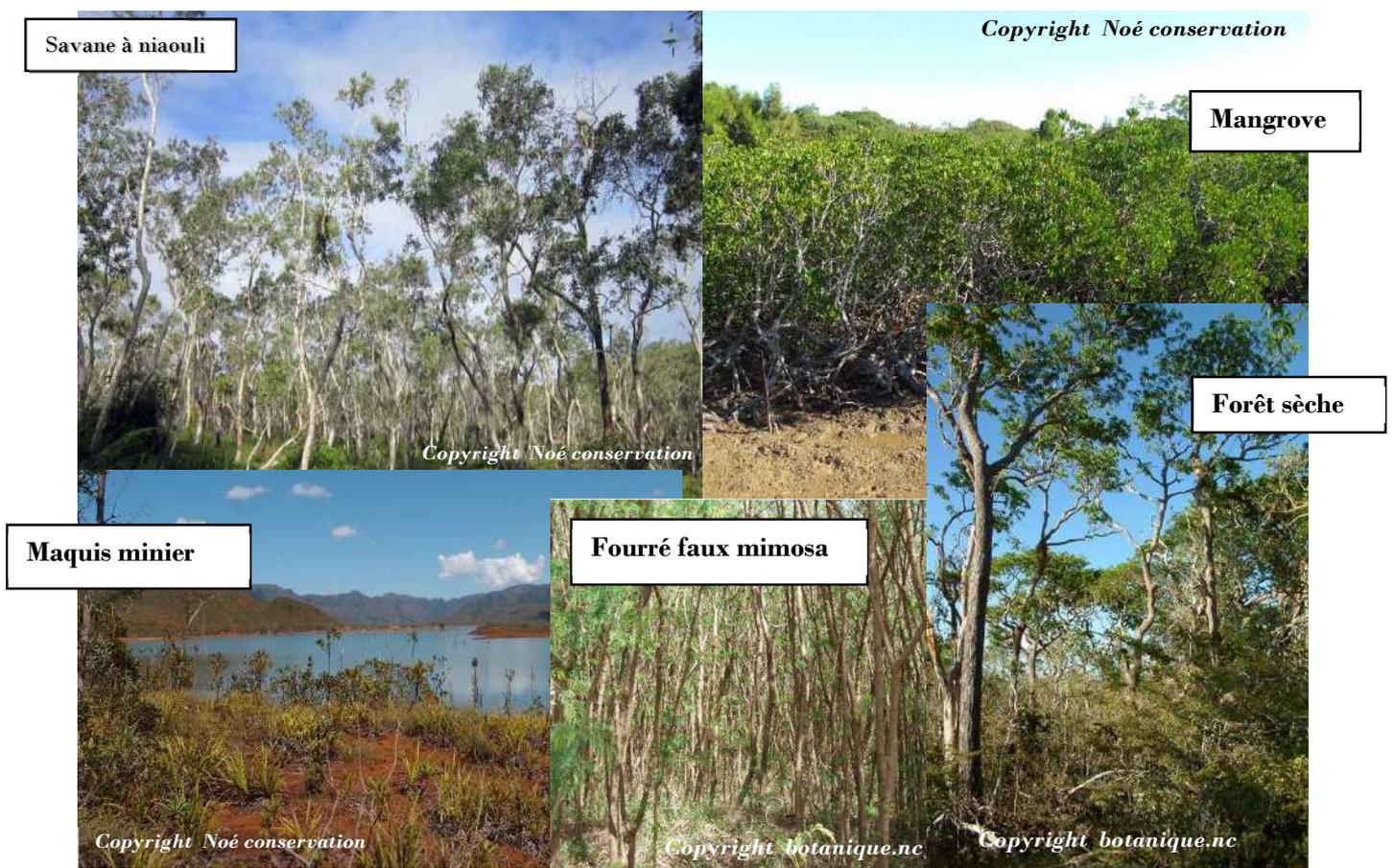


Figure 8 : Illustrations de zones ne correspondant pas à de la Forêt Tropicale Humide.

placette, soit des cours d'eau, des routes, des pistes, des sentiers et celle-ci ne devra inclure aucune construction (cabanes, réserve d'eau DFCI, captage).

3.2 Délimitation de la placette circulaire

Pour la mise en place, le ou les participants devront être équipés de cinq bouts de tissus colorés (manou³ par exemple) et optionnellement d'une ficelle calibrée de dix mètres, afin de matérialiser la zone d'observation ou placette dans quatre directions différentes.

Après sélection de la zone de travail, les participants choisiront arbitrairement le centre de la placette et le matérialiseront à l'aide d'un tissu coloré accroché à hauteur d'homme, sur un arbre par exemple. A partir du centre, il faudra choisir une direction et marcher dix mètres (la longueur d'un pas variant entre 80 cm et 1 m), ou utiliser la ficelle calibrée pour évaluer la longueur du rayon de manière plus précise. Au bout des dix mètres, un point de repère sera placé à l'aide d'un des tissus colorés accroché à hauteur d'homme. Les participants devront répéter cette opération trois fois afin de s'approcher d'un motif en croix. Un schéma de mise de place permet de préciser ces directives (Figure 9).

3.3 Relevé des informations générales

Les participants devront dans un premier temps relever des informations d'ordre général : le nom de l'observateur, la date, la localisation géographique (Commune, lieu-dit, tribu à proximité), la localisation GPS. Les participants relèveront les coordonnées GPS du centre de la placette.

Il faudra également renseigner le temps de marche jusqu'à la zone à partir de la descente de la voiture et indiquer le type d'accès majoritaire parmi trois possibilités : route, sentier, forêt. Par la suite, dans la mesure du possible, préciser le type de zone parmi trois choix : lieu à vocation d'accueil du public (lieu de randonnée, sentier botanique par exemple), propriété privée, autres. Le statut de la zone est également à préciser parmi quatre catégories : zone protégée, réserve chasse, pas de statut particulier, je ne sais pas (Figure 10).

3.4 Prise de données statique depuis le centre de la placette

Avant toutes prises de mesures le ou les participants devront réaliser un tour de la placette, en se déplaçant pour une première observation libre (sans prise de données), puis revenir au centre. Dans le cas de la prise de données à plusieurs : Un participant se positionne donc sur le point

³ Le manou est un tissu avec des imprimés polynésiens couramment utilisé en Nouvelle-Calédonie.

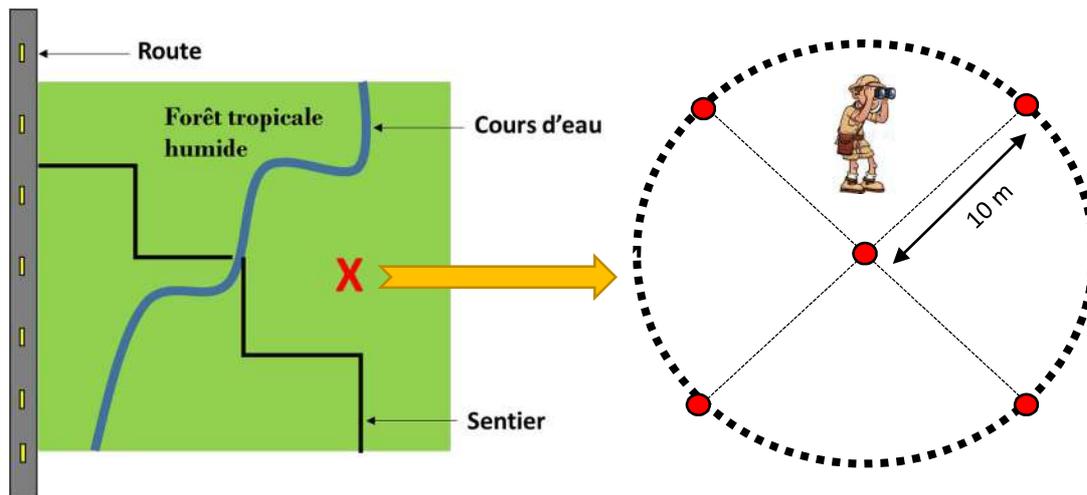


Figure 9 : Schéma d'aide à la sélection de la zone et à la mise en place de la placette (en cours de réalisation).

Informations générales	
Date :	_____
Noms des observateurs :	_____
Localisation géographique (Province, Région, lieu-dit, tribu à proximité) :	_____
Localisation GPS du centre de la placette :	_____
Référentiel GPS utilisé :	_____
Accès à la zone : Combien de temps avez-vous marché depuis la descente de la voiture pour arriver sur la zone ? _____ minutes.	
Qualifier le type d'accès majoritaire :	<input type="checkbox"/> Routes <input type="checkbox"/> Sentiers <input type="checkbox"/> Forêts
Type d'environnement :	<input type="checkbox"/> Lieu à vocation d'accueil du public <input type="checkbox"/> Propriété privée <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/> Je ne sais pas
Statut de la zone :	<input type="checkbox"/> Zone protégée <input type="checkbox"/> Réserve de chasse <input type="checkbox"/> Pas de statut particulier <input type="checkbox"/> Je ne sais pas

Figure 10 : Extrait n° 1 de la fiche de relevés : informations générales

central relève l'ensemble des données d'observations statiques. Les autres participants peuvent aider la prise de données en confirmant ou complétant les observations du participant central.

3.4.1 La topographie :

A partir du centre la placette, les participants devront observer le relief de la placette. A l'aide d'un schéma, ils devront choisir une possibilité parmi huit positions topographiques : *fond de vallée, bas de pente, milieu de pente, haut de pente, crête, plateau, plaine, cuvette.*

3.4.2 Le sol :

Cinq éléments seront à relever et à renseigner sur la fiche.

La litière : La litière peut être définie comme l'ensemble des feuilles et débris morts qui recouvrent le sol (Figure 11). Au niveau du centre de la placette, les participants devront attester de sa présence (Oui/Non). Par la suite, dans un rayon de un mètre (soit environ un pas) autour du centre de la placette, les participants devront mesurer l'épaisseur moyenne de la litière à l'aide d'une règle graduée. Quatre mesures seront effectuées dans les quatre directions des points de repères pour calculer une moyenne à la décimale près.

La couleur du sol : Dans un second temps, sur un rayon de un mètre autour du centre de la placette, les participants devront observer la couleur du sol, en évacuant sur une petite surface, la couche de litière à l'aide de leurs mains. Ils devront ensuite choisir entre trois positions sur un gradient de couleur, allant de clair à foncé (Figure 12).

La présence de roche affleurante : La roche affleurante est définie comme une roche de sous-sol apparaissant à la surface. Elle peut former des plaques ou des rochers. A partir du centre et sans en bouger, le participant devra qualifier la présence de roche affleurante sur la placette selon trois modalités : absente, présente sur la majeure partie de la surface, présente de manière sporadique.

3.4.3 La répartition des classes de diamètres :

Dans un premier temps, les participants doivent donner une appréciation de la distribution : *Avez-vous l'impression que les arbres sont : Tous de même diamètre environ ou de diamètres différents.*



Figure 11 : Illustration de la litière forestière

Phase de relevé n° 1 : Prise de mesures en statique à partir du centre de la placette.

La topographie : Choisissez la position topographique parmi les 8 propositions. Vous pouvez vous aider du schéma présenté dans le guide (e.g. guide).

Fond de vallée Bas de pente Milieu de pente Haut de pente
 Crête Plateau Plaine Cuvette

La litière : La litière peut être définie comme l'ensemble des feuilles et débris morts qui recouvrent le sol (e.g. Photos guide de terrain).

➤ **Présence de litière :** Oui Non

➤ **Epaisseur de la litière :** _____ cm (à l'aide d'une règle graduée, moyenne de 3 mesures dans un rayon de 1 m autour du centre de la placette).

La couleur du sol : Balayez la surface de litière autour du centre de la placette et observez la couleur du sol et choisissez une position sur le gradient, 1, 2 ou 3 : _____

Présence de roche affleurante : Roches directement visibles sous la litière sous forme de plaques ou de rochers (e.g. guide photo).

Absente Majorité de la surface Présente de manière sporadique

Figure 12 : Extrait n°2 de la fiche de relevé

Pour faciliter la visualisation des catégories de diamètres, une métrique alternative, basé sur la taille de la main est proposée : une main écartée étant environ égale à vingt centimètres⁴.

Les participants devront ainsi estimer :

- la proportion de petits arbres dont le diamètre est environ égal à une main
- la proportion de gros arbres dont le diamètre est supérieure à trois mains.

Deux modalités seront disponibles : plus de la moitié de la placette (Oui/Non) et inférieur à vingt pourcents de la placette, soit un arbre sur cinq (Oui/Non) (Figure 13).

3.4.4 La stratification verticale :

En premier lieu les participants devront repérer si la végétation est bien structurée par strate. Ils s'appuieront sur un schéma où apparaitrons trois strates : le sous-bois, la canopée, les émergents (Figure 13). Ces trois strates seront définies dans le guide pratique. Les arbres de canopée étant définis comme des arbres ne recevant de la lumière que sur une partie de leur couronne, les arbres de sous-bois correspondant à des arbres ne recevant aucune lumière directe sur leur couronne et les arbres émergents interceptant de la lumière sur l'intégralité de leur couronne.

Dans un second temps le participant devra approfondir son observation en attestant de la présence d'arbres de sous-bois et d'arbres émergents.

3.4.5 L'observation de la canopée :

En complément le participant devra qualifier l'homogénéité de la canopée, c'est-à-dire si elle s'organise plutôt en une seule couche homogène de même hauteur ou si elle est présente un motif plutôt « ondulant » signifiant une forte variabilité de hauteurs de proche en proche (Figure 13). Pour la première modalité, le participant devra estimer la hauteur moyenne de cette canopée en la positionnant parmi trois classes : hauteur inférieure à dix mètres, inférieure à vingt mètres ou supérieur à vingt mètres. Lorsque la modalité « canopée ondulante » est sélectionnée, le participant devra évaluer selon les mêmes classes la hauteur de la partie la plus basse et la hauteur de la partie la plus élevée.

3.4.6 La visibilité dans la parcelle :

Le participant donnera une appréciation de la visibilité. Il aura à choisir parmi trois modalités : claire, moyenne ou dense.

Dans un second temps, le participant évaluera méthodiquement la visibilité. Toujours à partir du centre de la placette, en position debout, il faudra attester de la visibilité des quatre points de

⁴ Cette métrique était anciennement utilisée notamment par les bâtisseurs de cathédrales au moyen âge. Elle était nommée « l'empan ».

Répartition des classes de diamètres : Utilisation d'une métrique alternative : taille de la main (e.g. guide).

➤ Avez-vous l'impression que les arbres ont :

- Environ tous les mêmes diamètres Des diamètres différents

➤ Voyez-vous des arbres de petits diamètres (< 1 main) : Oui Non
Si oui, ils se répartissent sur :

Moins de 20% de la placette (1 arbre sur 5) : Oui Non

Plus de la moitié de la placette : Oui Non

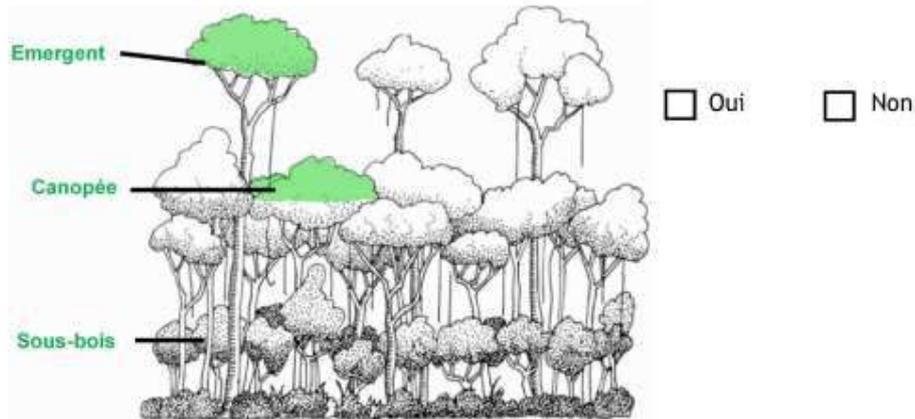
➤ Voyez-vous des arbres de gros diamètres (> 3 mains) : Oui Non
Si oui, ils se répartissent sur :

Moins de 20% de la placette (1 arbre sur 5) : Oui Non

Plus de la moitié de la placette : Oui Non

Stratification verticale : Pour plus de précisions sur les définitions, reportez-vous au guide.

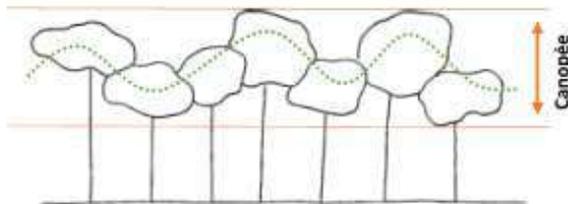
➤ Les arbres sont-ils organisés par strate comme sur le schéma suivant ?



➤ Voyez-vous des arbres de sous-bois, sous la canopée, ne recevant aucune lumière ? Oui Non

➤ Voyez-vous des arbres émergents, au-dessus la canopée, recevant de la lumière sur toute leur couronne ? Oui Non

Description de la canopée : Observez la canopée et choisissez le schéma correspondant à vos observation :



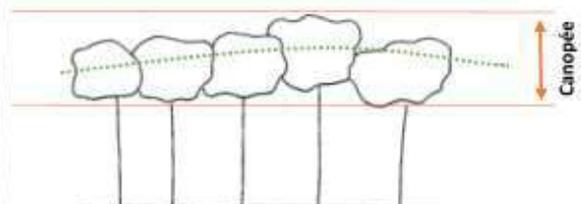
Canopée « ondulante », forte variabilité de hauteurs

➤ Hauteur point le plus bas :

- < 10 m < 20 m > 20 m

➤ Hauteur au point le plus haut :

- < 10 m < 20 m > 20 m



Canopée « homogène », faible variabilité de hauteurs

➤ Hauteur moyenne :

- < 10 m < 20 m > 20 m

Figure 13 : Extrait n°3 de la fiche de relevé

repères matérialisant les limites de la placette. Le participant devra indiquer le nombre de points de repère qu'il visualise. De la même manière, il faudra répéter l'observation en position accroupie (annexe 4 fiche de relevé).

3.4.7 La densité du couvert de la canopée :

Pour évaluer la densité du couvert de la canopée, le participant devra choisir entre trois schémas, représentant un couvert fermé et dense, un couvert inégal et un couvert ouvert et clair (Figure 14). Il faudra observer le couvert, la répartition des couronnes de la canopée à partir du centre de la placette.

3.4.8 La régénération :

Il s'agit de renseigner si de la régénération est présente sur la placette. Nous définissons la régénération comme des petites tiges ligneuses et grêles, de moins de deux cm de diamètre et de moins de un mètre trente (à hauteur de cuisse maximum) (Figure 14). Pour réaliser cette mesure le participant devra se placer au centre de la placette et s'accroupir.

3.5 Prise de données en cheminement sur la placette

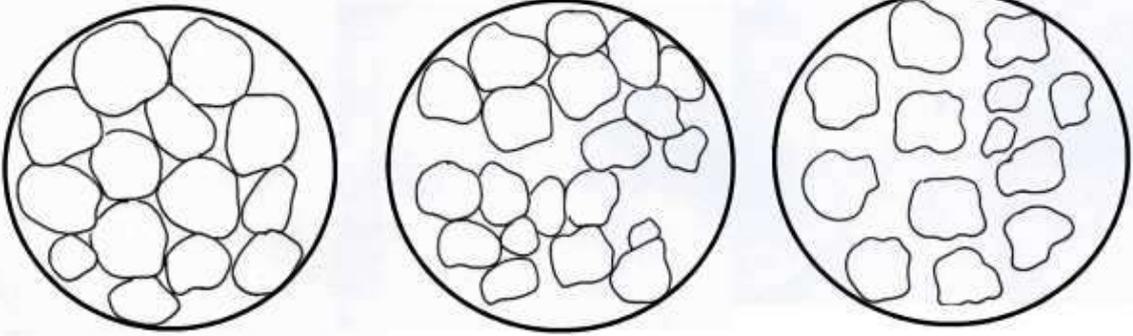
Il s'agit du début de la phase d'observation en mouvement. Pour plus d'efficacité dans l'acquisition des observations, il est préconisé de lire l'ensemble des informations à relever et lors du cheminement remplir à l'opportunité les informations. Dans le cas d'un relevé à plusieurs, il est conseillé d'attribuer une zone par observateur en s'appuyant sur la matérialisation de la placette.

3.5.1 Description succincte de la végétation :

Dans un premier temps, il faudra relever la présence de palmiers ainsi que leur position de la stratification verticale parmi deux : le sous-bois et la canopée.

Les participants devront également relever la présence de **Tamanou** (*Callophyllum caledonicum*) selon une modalité binaire : Oui ou non. Le Tamanou sera décrit et illustré dans le guide pratique (Figure 15). De la même manière, il faudra noter la présence de **fougères arborescentes** ainsi que leur agencement spatial. Nous souhaitons que soit indiqué le caractère regroupées ou isolés (deux individus maximum) des individus observées. Des photos de fougères arborescentes viendront en appui à l'identification. Nous demanderons également aux participants de relever la présence de **lianes** (Oui/Non) et d'attester de la présence de regroupement formant des barrières difficilement franchissables, matérialisant souvent

Densité du couvert de la canopée : Observez le couvert, la fermeture de la canopée et sélectionnez un des 3 schémas suivants :



Couvert fermé, dense Couvert inégal Couvert clair, ouvert

Régénération : Accroupissez-vous et observez les petites tiges ligneuses et grêles, de moins de 2 cm de diamètre et de moins de 1,30 m (à hauteur de cuisse maximum). En voyez-vous ? Oui Non

Figure 14 : Extrait n°4 de la fiche de relevé



Figure 15 : Extrait n°1 des illustrations du guide destiné à faciliter l'identification botanique.

- 1 : Palmier de canopée
- 2 : Palmier de sous-bois
- 3 : Tamanou
- 4 : Fougère arborescente
- 5 : Lianes dans une trouée

l'emplacement de trouées. Il faudra également noter la présence évidente de stratégie d'accrochage dite « volubile », qui qualifie un végétal s'enroulant en hélice autour de son support. L'effort de prospection doit être faible, les participants cocheront « Oui » si la présence de liane volubile est évidente.

La présence de niaouli (*Melaleuca quinquenervia*) sera renseignée ainsi que les classes de diamètre présentes sur la parcelle selon trois modalités: [1] Diamètre d'environ une main, [2] diamètre compris entre deux et trois mains, [3] diamètre supérieur à trois mains.

Par la suite les participants devront repérer la présence de Pin colonnaire (*Araucaria columnaris*), de Kaori (*Agathis sp.*), de Pandanus, de Houp (*Montrouziera cauliflora*), de Bois de fer (*Casuarina collina*) et de Bancoulier (*Aleurites moluccana*). Pour chaque espèce, une description botanique et des photos seront placées dans le guide (Figure 16).

Les participants devront également noter la présence de *Freycinetia*. Si le genre est présent, ils devront renseigner la présence d'abrouissement selon trois modalités : oui, non, je ne suis pas sûr. Des photos caractéristiques de *Freycinetia* et de marques d'abrouissement seront mises à disposition (Figure 16)

3.5.2 Les arbres dépérissant :

En cheminement sur la placette, les participants devront noter la présence d'arbres dépérissant. Ces derniers seront définis comme des arbres vieux, pouvant présenter des cavités, des coulures de sèves, des champignons, dont certaines branches sont mortes (Figure 17).

3.5.3 Le bois mort :

De la même manière, il faut relever le nombre d'arbre mort au sol de plus de 60 cm de diamètre (environ trois mains) ainsi que la présence de bois mort sur pied. L'existence d'arbres brûlés sera également notée.

3.5.4 L'effet lisière :

Pour évaluer la présence de lisière, les participants devront aller aux abords de la placette et longer les limites de la placette. Il faudra noter la présence d'éléments fragmentant visibles depuis ces limites. Ces éléments fragmentant peuvent être une route, un sentier, un cours d'eau, une savane à niaouli. (Figure 17).



Figure 16 : Extrait n°2 des illustrations du guide destiné à faciliter l'identification botanique.

Arbres dépérissant : voyez-vous des arbres vivants mais vieux, caviteux, présentant des coulures de sèves et des champignons, dont certaines branches sont mortes ? Oui Non

Bois mort : aidez-vous des descriptions du guide terrain partie.

➤ Comptez le nombre d'arbres morts au sol de plus de 3 mains de diamètres : _____

➤ Voyez-vous des arbres morts sur pied ? Oui Non

➤ Voyez-vous des arbres brûlés ? Oui Non

L'effet lisière : Longez les limites de la placette et regardez vers l'extérieur.

Voyez-vous la présence d'une lisière, d'éléments fragmentant ? Oui Non

Si oui, renseignez s'il s'agit de:

Cours d'eau Sentiers Routes Savane à niaouli

Espèces envahissantes : Sur la placette, sans effort de prospection particulier, de manière opportuniste, repérez les traces ou de la présence d'espèces envahissantes.

➤ Voyez-vous des traces de Cerf (fèces, abrouissement, écorçage) : Oui Non

➤ Voyez-vous des traces de Cochon (fouilles par exemple soit le retournement du sol par le cochon lors des fouilles de nourriture dans la litière) : Oui Non

➤ Voyez-vous des traces de fourmis électriques (visuel ou ressenti) : Oui Non

Figure 17 : Extrait n°5 de la fiche de relevé

3.5.5 Les espèces envahissantes :

Les participants devront noter les traces de trois espèces envahissantes sur la placette. Ces traces seront repérées de manière opportuniste, sans réaliser un effort de prospection particulier. Si évidente, il faudra noter les potentielles traces ou présence :

- du **cerf** (*Cervus rusa*) par les traces d'abrouissements, de fèces ou de frottis d'écorce soit les marques laissées par les bois des cerfs qui sont frottés contre l'écorce des jeunes arbres.
- **du cochon** (*Sus scrofa*) par les traces de fouilles : retournement du sol par le cochon lors des fouilles de nourriture dans la litière. On remarque des racines à l'air libre.
- **de fourmis électriques** (*Wasmannia auropunctata*), par les éventuelles piqûres ressenties.

Pour chacune des espèces, trois modalités seront proposés : oui, non, je ne suis pas sûr. Par ailleurs, si les participants découvrent des traces en dehors de la placette (périphérie de cent mètres maximum), ils devront les renseigner de la même manière.

4 Discussion

A partir de la bibliographie et en concertation avec les experts, une sélection de paramètres a ainsi pu être proposée et une première mise en œuvre sur le terrain a été établie. Pour assurer une efficacité et une reproductibilité à ce protocole, nous avons initialement défini quatre contraintes à respecter qui ont orienté nos choix: simplicité, rapidité, pertinence et robustesse. Nous allons ainsi discuter du respect de ses contraintes et des éléments qui devront être validés lors d'une phase de test du protocole, sur le terrain avec un panel d'utilisateurs.

4.1 Simplicité :

Ce protocole a été créé dans l'optique d'une utilisation simple, ne requérant aucun matériel spécifique et peu de compétences et connaissances spécialisées. Cependant, il est possible de débattre de la simplicité technique de certains paramètres, comme pour la mesure de la distribution des classes de diamètres. En effet, bien que nous ayons proposé une métrique alternative basée sur la taille de la main pour faciliter la visualisation des classes de diamètre, nous nous interrogeons sur l'efficacité de cette technique. L'estimation à vue demande une expérience de terrain et sa faisabilité devra être testée lors de la phase de test sur le terrain.

Par ailleurs, nous avons souhaité que les participants relèvent la présence d'un certain nombre d'espèces, sélectionnés en fonction de leur pertinence écologique et de leur facilité d'identification. Cependant, la facilité d'identification botanique ainsi que la pertinence des illustrations dans le guide d'aide doivent être validées. Notamment pour le Houop et le Bancoulier qui ont été notés comme « facile » à reconnaître par certains experts et identifiés comme plus problématique par d'autres. Pour faciliter l'identification, nous envisageons d'ajouter des illustrations complémentaires d'espèces aux caractères morphologiques proches, afin d'éliminer de possibles ambiguïtés. Nous avons également souhaité relever la présence de stratégie « volubile » des lianes, la facilité d'observation de ce paramètre est discutable et à confirmer lors de la phase test.

Pour certains paramètres, nous avons choisi des techniques d'appréciation qualitative à l'aide de schémas, notamment pour apprécier la densité du couvert. Il est légitime de s'interroger sur la suffisance de ce support au vu des difficultés d'évaluation dans certains cas de la densité du couvert.

4.2 Robustesse :

Pour permettre d'assurer une robustesse aux données acquises dans le cadre de ce protocole, celles-ci doivent être standardisée. Les consignes et directives doivent être claires et non-ambiguës. De ce fait, certaines directives seront à améliorer, notamment pour le choix de la zone. En effet, nous avons imposé le choix d'une zone homogène sans éléments fragmentant, en déclinant des exemples. Cependant, on peut s'interroger sur la subjectivité du choix des participants face à ces directives. Il est probable que les participants choisissent des zones leurs semblant « intactes », excluant systématiquement certaines perturbations comme des trouées, alors qu'il est indispensable d'inclure ces éléments de perturbations dans les points de relevés de la zone. Des éléments de cadrage doivent ainsi venir compléter les consignes. De la même manière, certaines définitions peuvent être ambiguës, notamment pour la définition de la forêt tropicale humide ou encore pour qualifier un arbre dépérissant. Des approfondissements doivent être réalisés.

4.3 Pertinence :

En se basant sur la bibliographie et les échanges avec des experts, nous avons sélectionné un ensemble de paramètres et de modalités en fonction de leur pertinence écologique. Cependant,

des compromis ont dû être réalisés face aux difficultés techniques et matérielles de certains paramètres.

Au niveau de la **répartition des classes de diamètres**, on peut s'interroger sur le choix des modalités et sur leur pertinence afin de discriminer des types de distributions différentes. Les classes de pourcentage auront tendance à transcrire des réponses évidentes, telles que la prédominance des arbres de petits diamètre et la faible représentativité des gros diamètres. Le choix de comptage du nombre précis d'arbres de petits et gros diamètres serait alors plus pertinent à relever que la modalité proposée.

De la même manière, on peut se demander si l'étude de la **stratification verticale** est assez approfondie. Les modalités proposés peuvent permettre de discriminer deux types d'organisation (mono strate et pluri strate) mais ne permettrons a priori pas d'affiner cette organisation à une granularité plus fine. La simple attestation de la présence de sous-bois et d'émergent semble insuffisante au vue de l'importance d'évaluer leur densité, bien que le sous-bois soit évalué secondairement par d'autres paramètres. Relever le nombre d'arbres émergents serait par exemple plus informatif bien que cette mesure semble limitée en termes de faisabilité technique.

De plus, la mesure de la **régénération** doit elle aussi faire l'objet de recherche plus approfondie. En effet nous avons demandé aux participants d'évaluer la présence de renouvellement. Il semble que dans la majorité des cas une réponse positive sera donnée par le participant, et cette question ne permettra ainsi pas de discriminer des faciès différents. Par ailleurs, les traces d'abrouissement sur le *Freycinetia* peuvent être un indice pertinent mais celui-ci n'est pas présent partout sur la Grande Terre et l'absence de traces d'abrouissement n'implique pas forcément une bonne régénération. De la même manière, il serait possible de noter l'abondance de *Codium peltatum* et du genre *Tabernaemontana*, qui sont des espèces non abrouties par les cerfs, dont l'abondance serait signe d'un problème de régénération sur les autres espèces. Cependant ce sont des indicateurs peu robustes. L'évaluation de la régénération est limitée par la technicité et les compétences requises ainsi il est difficile de conserver une bonne pertinence écologique. Des pistes de réflexion sont en cours, notamment sur une possible évaluation de la diversité de régénération.

Au niveau de la mesure du **bois mort**, des questions subsistent sur l'interprétation et la pertinence de la mesure du nombre d'arbres morts au sol. En effet, sa présence et sa proportion sont dépendantes de la dynamique de la forêt, du cycle de la matière organique, de la présence de décomposeurs, de l'espèce considérée ou encore de l'échelle spatiale et temporelle

d'observation. Il semble ainsi difficile de définir des tendances à partir de ces observations ponctuelles dans l'espace et dans le temps. Une difficulté est identifiée par les experts quant à la facilité de repérage des arbres morts sur pied.

Ainsi, de par l'exercice de simplification des mesures à effectuer sur le terrain, certaines modalités pertinentes ont dû être écartées du protocole. Des ajustements entre la pertinence écologique et la faisabilité terrain sont en cours d'approfondissement afin de proposer une alternative.

4.4 Rapidité :

Nous souhaitons que ce protocole puisse être réalisé en une heure de temps. Or, en appréciant le temps moyen par question, en estimant que les participants n'ont pas de difficulté particulière, nous arrivons à un total de deux heures trente (Figure 18). Certaines modalités sont donc à adapter ou à supprimer.

Ces interrogations feront en partie l'objet de réponses lors de la phase de terrain test en juillet où nous testerons l'efficacité du protocole en fonction de nos objectifs.

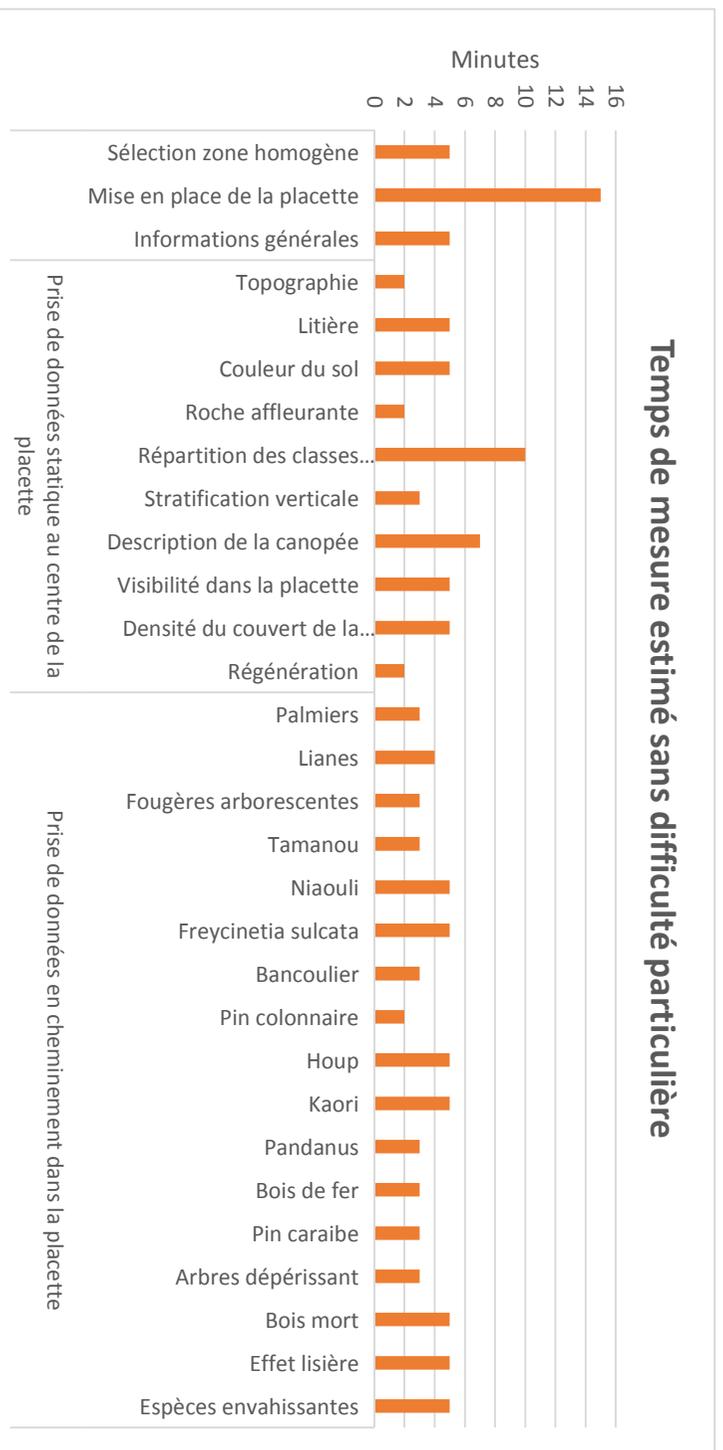


Figure 18 : Estimation du temps de mesure par paramètre.

5 Conclusion

Dans l'objectif de créer un protocole pertinent, simple, rapide et robuste de description des forêts tropicales humides en Nouvelle-Calédonie, à destination des professionnels « non experts », nous avons donc proposé une première méthode dont certaines modalités restent à affiner. Nous avons sélectionnés un ensemble de paramètres pertinents à prendre en compte et proposé une première mise en œuvre sur le terrain. Cependant, à cette étape de construction, des limites principalement en termes de simplicité et de rapidité sont apparues. Il est ainsi nécessaire d'approfondir les recherches pour trouver un compromis pertinence, simplicité, rapidité et robustesse. Des modifications sont à apporter dans ce sens. Une des prochaines étapes d'élaboration du protocole sera donc une réadaptation des modalités appuyée par une réunion avec des experts. Par la suite, nous nous emploierons à élaborer une fiche de relevé pratique et intuitive ainsi qu'un guide de terrain illustré, bien qu'après plusieurs relevés la fiche ait vocation à être utilisée seule.

Suite à ces premières étapes de construction, il sera nécessaire de faire un premier test de terrain pour [1] vérifier que les consignes sont clairement énoncées et non ambiguës, [2] que la fiche de prise de données est claire et intuitive [3] vérifier que les mesures sont effectuées sans complications particulières, [4] vérifier que les erreurs sur les valeurs mesurées sont acceptables au vu des objectifs, [5] vérifier que le temps d'application de l'outil ne dépasse pas une heure. Ce test de terrain servira également à évaluer le biais utilisateur. Pour ce faire, des professionnels de diverses structures impliquées dans la gestion environnementale seront invités à participer à l'expérience (recherche, association, institutions publiques ou étudiants par exemple). Suite à la mise en place de ces ateliers, une phase d'analyse des résultats conduira à la réadaptation potentielle du protocole puis à la finalisation de l'outil et à la production d'un rapport à destination des décideurs et des participants.

Dans un second temps, il est envisagé d'utiliser cet outil dans le cadre de projet de recherche plus spécifique, notamment afin de qualifier un gradient forestier sur un transect entre la tribu de Gohapin et Goa où sont relevés depuis 2013 des données de température et d'humidité ou encore pour étudier les relations entre conditions abiotiques et la présence de palmiers.

Dans un contexte plus large, cet outil pourra être mis en œuvre dans l'optique de collecter des données complémentaires nécessaires à la création d'une typologie forestière en Nouvelle-Calédonie (Equipe d'écologie forestière de l'IAC).

Bibliographie

- Alignier, A., Chevalier, R., Alard, D., Corcket, E., (2013). “*Effets lisières sur la diversité des communautés végétales dans différents paysages forestiers*”. [Présentation PowerPoint]. Tiré https://dynafor.toulouse.inra.fr/web/index.php/eng/content/download/5640/33012/file/Alignier_ECOVEG9_v2.pdf
- Baldeck, C. A., K. E. Harms, J. B. Yavitt, R. John, B. L. Turner, R. Valencia, H. Navarrete, et al. 2012. “Soil Resources and Topography Shape Local Tree Community Structure in Tropical Forests.” *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280 (1753): 20122532–20122532. doi:10.1098/rspb.2012.2532.
- Beauvais, Marie-Laure, Alain Coléno, Hervé Jourdan, Dominique Chouchan, and Harriet Coleman. 2006a. *Les espèces envahissantes dans l’archipel néo-calédonien un risque environnemental et économique majeur*. Paris: IRD éd.
- Berges, Laurent. 2014. “*Le paysage passé explique les gradients à longue distance cœur périphérie des communautés floristiques forestières*” [présentation PowerPoint]. Tiré de <https://www.google.com/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=laurent+berges+lisi%C3%A8re>
- Birnbaum et al. 2013. “*Caractérisation des faciès végétaux sur sols volcano-sédimentaires en Province Nord de Nouvelle-Calédonie*”. Convention 10C113.
- Bongers, FJMM, S. A. Schnitzer, and D. Traore. 2002. “The Importance of Lianas and Consequences for Forest Management in West Africa.” *BioTerre, Special Edition*, 59–70.
- Bourbier L., Cornu G., Pennec A., Brognoli C., Gond V.. 2013. *Bois et forêts des tropiques* (315) : 3-9. IUFRO International Conference on Research Priorities in Tropical Silviculture, 2011-11-15/2011-11-18, Montpellier, France.
- Bradford, M. G., D. J. Metcalfe, A. Ford, M. J. Liddell, and A. McKeown. 2014. “Floristics, Stand Structure and above Ground Biomass of a 25 Ha Rainforest Plot in the Wet Tropics of Australia.” *Journal of Tropical Forest Science* 26 (4). http://ctfs.arnarb.harvard.edu/Public/pdfs/BradfordEtAl_JTFS2014.pdf.
- Bruciamachie, M., 2005. Protocole de suivi d’espaces naturels protégés, Ministère de l’écologie et du développement durable, 23 p. et annexes.
- Bystrakova, Nadia, Martin Bader, and David A. Coomes. 2011. “Long-Term Tree Fern Dynamics Linked to Disturbance and Shade Tolerance: Niche Partitioning by Tree Ferns.” *Journal of Vegetation Science* 22 (1): 72–84. doi:10.1111/j.1654-1103.2010.01227.x.
- Carnino N., 2009. Etat de conservation des habitats d’intérêt communautaire à l’échelle du site – Guide d’application de la méthode d’évaluation des habitats forestier. Museum d’Histoire Naturelle/Office National des Forêts, 23p. + annexes.
- CHAMBREY, Céline, Jérôme MUNZINGER, Philippe BIRNBAUM, Gilles DAGOSTINI, and Sandrine ISNARD. 2015. “Etablissement D’une Liste Des Espèces D’arbres, de Palmiers et de Fougères Arborescentes de Nouvelle-Calédonie.” Accessed June 1. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers15-01/010063467.pdf.
- Colombet, M., Pichard, G., (2009). “Les stations forestières, principes généraux et identifications.” [Présentation PowerPoint]. Tiré de <http://www.crfp.fr/bretagne/pdf-information/Diaporama-stations-forestieres-bretonnes.pdf>

- CPSF & DIF (2013). “Norme de Stratification forestière : quatrième inventaire écoforestier du Québec méridional”.
- Crall, Alycia W., Gregory J. Newman, Thomas J. Stohlgren, Kirstin A. Holfelder, Jim Graham, and Donald M. Waller. 2011. “Assessing Citizen Science Data Quality: An Invasive Species Case Study: Assessing Citizen Science Data Quality.” *Conservation Letters* 4 (6): 433–42. doi:10.1111/j.1755-263X.2011.00196.x.
- Daviaud, V. & Gonin, S. (2010). “La_station forestiere : la bonne essence au bon endroit”. [Présentation Powerpoint]. Tiré de <http://www.crfnorpic.fr/ecosystemes-forestiers/guide-des-stations-foresti%C3%A8res>.
- De Guyane, UMR Écologie des Forêts, BP CIRAD, and others. 2003. “Influence Du Sol Sur La Végétation Arborescente En Forêt Guyanaise: État Des Connaissances.” <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/5787>.
- Delaney, David G., Corinne D. Sperling, Christiaan S. Adams, and Brian Leung. 2008. “Marine Invasive Species: Validation of Citizen Science and Implications for National Monitoring Networks.” *Biological Invasions* 10 (1): 117–28. doi:10.1007/s10530-007-9114-0.
- FAO. 2010. “EVALUATION DES RESSOURCES FORESTIÈRES MONDIALES 2010 Nouvelle-Calédonie”. Rome.
- Freycon, V., Sabatier, D., Paget, D., et Ferry, B. 2003. Influence du sol sur la végétation arborescente en forêt guyanaise: état des connaissances. RFF numéro spécial "Connaissance et gestion de la forêt guyanaise":60-73.
- Galloway, Aaron WE, Margaret T. Tudor, and W. MATTHEW VANDER HAEGEN. 2006. “The Reliability of Citizen Science: A Case Study of Oregon White Oak Stand Surveys.” *Wildlife Society Bulletin* 34 (5): 1425–29.
- Ganivet, E. (2014). *Identification de Marqueurs Structuraux d’Etats Dynamiques en forêts denses humides néo-calédonienne*. (Mémoire de maîtrise, AgroParisTech, Paris).
- Gaudin, S., Theisen, P., Vanderheeren, N. (2005). Mieux connaître sa forêt grâce à la typologie des peuplements. [Présentation PowerPoint].
- GILG, OLIVIER. 2004. “Old-Growth Forests.” *Characteristics, Conservation and Monitoring* 74: 1–96.
- Gommermann, L. & Monroe, M.C. (2015). Lessons Learned from Evaluations of Citizen Science Programs. EDIS publication FOR291. Gainesville, Florida: University of Florida. Retrieved from: <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Harms, Joseph B. Yavitt, Robert F. Stallard, Matthew Mirabello, Stephen P. Hubbell, et al. 2007. “Soil Nutrients Influence Spatial Distributions of Tropical Tree Species.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (3): 864–69.
- Hitimana, Joseph, James Legilisho Kiyiapi, and Joseph Thairu Njunge. 2004. “Forest Structure Characteristics in Disturbed and Undisturbed Sites of Mt. Elgon Moist Lower Montane Forest, Western Kenya.” *Forest Ecology and Management* 194 (1): 269–91.
- Hurst and Allen, (2007). The RECCE Method : Expanded Manual in NZ. *Landcare research*.
- Ibanez, T., & Birnbaum, P., (2012). “Dynamique des habitats forestiers en Nouvelle-Calédonie”. Rapport d’avancement (Convention C315-12).
- Ibanez, Thomas, Jérôme Munzinger, Gilles Dagostini, Vanessa Hequet, Frédéric Rigault, Tanguy Jaffré, and Philippe Birnbaum. 2014. “Structural and Floristic Diversity of Mixed Tropical Rain Forest in New Caledonia: New Data from the New Caledonian Plant Inventory and Permanent

- Plot Network (NC-PIPPN).” Edited by Kris Verheyen. *Applied Vegetation Science* 17 (3): 386–97. doi:10.1111/avsc.12070.
- Jaffré T., Rigault F., Munzinger J. 2012, La végétation. In Bonvallot, J. Gay J-C. Habert E., Eds. Atlas de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa : IRD Editions, 77-80. John, Robert, James W. Dalling, Kyle E.
- Jaffre, T. & Veillon, J.M. 1994. *Les principales formations végétales autochtones en Nouvelle-Calédonie: caractéristiques, vulnérabilité, mesures de sauvegarde*. ORSTOM, Nouvelle-Calédonie.
- Larrieu L. & Gonin P., 2009 - L’indice de Biodiversité Potentielle (IBP) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers ; *Revue Forestière Française* 06-2008 ; p. 727-748
- Lowry PP II, Munzinger J, Bouchet P, Géaux H, Bauer A, Langrand O, Mittermeier RA (2004). New Caledonia. Pages 193-197 in: Mittermeier RA, Gil P. R., Hoffmann M, Pilgrim J, Brooks T, Mittermeier CG, Lamoreux JL and da Fonseca GAB (eds.), *Hotspots revisited: Earth’s biologically richest and most threatened terrestrial ecoregions*. CEMEX, Mexico City, Mexico.
- Magurran, A. E. *Measuring Biological Diversity*. Wiley, 2004. <http://books.google.fr/books?id=tUqzLSUzXxcC>.
- Mathieu, Daniel. 2012. “Opportunités et Dynamique Des Programmes de Science Participative.” *La Lettre de l’OCIM. Musées, Patrimoine et Culture Scientifiques et Techniques*, no. 144: 25–32.
- Morat, Philippe, Tanguy Jaffré, Frédéric Tronchet, Jérôme Munzinger, Yohan Pillon, Jean-Marie Veillon, Monique Chalopin, et al. 2012a. “Le Référentiel Taxonomique Florical et Les Caractéristiques de La Flore Vasculaire Indigène de La Nouvelle-Calédonie.” *Adansonia* 34 (2): 179–221. doi:10.5252/a2012n2a1.
- Mourey, J. (2003). “Mise au point d’outils de suivi de gestion d’indicateurs sylvicoles : suivi de la structuration_verticale”. Programme Life « Gestion durable des peuplements irréguliers feuillus ».
- Mourey, J. (2003). “Mise au point d’outils de suivi de gestion d’indicateurs sylvicoles : suivi du bois mort”. Programme Life « Gestion durable des peuplements irréguliers feuillus ».
- Nasi, Robert, Tanguy Jaffré, and Jean-Michel Sarrailh. 2002. “Les Forêts de Montagne de La Nouvelle-Calédonie.” *Bois et Forêts Des Tropiques*, no. 274: 4.
- Pascal, Jean-Pierre. 2003. “Notions Sur Les Structure et Dynamique Des Forêts Tropicales Humides.” *Revue Forestière Française* 55 (sp.): 118–30.
- Pellissier L, Anzini M, Maiorano L, Dubuis A, Pottier J, Vittoz P, Guisan A (2013). Spatial predictions of land-use transitions and associated threats to biodiversity: the case of forest regrowth in mountain grasslands. *Applied Vegetation Science* 16: 227-236.
- Pintaud J.C., Jaffré T. 2001. Pattern of diversification of palms on ultramafic rocks in New Caledonia. *South African Journal of Sciences* 97 (11-12 part 2) : 548-550.
- Pintaud J.C., Jaffré T., Puig H. 2001. Chorology of New Caledonian palms and possible evidence of Pleistocene rain forest refugia. *Life Sciences* 324 : 453–463.
- Projet ANR-07-BDIV-008, *Incendies et Biodiversité Des Écosystèmes En Nouvelle-Calédonie - Compte Rendu de Fin de projet, 2012*.
- Puig H. 2001. La forêt tropicale humide. Editions Belin. 447p.

- Rivière et al. (2008). “Rôle des fougères arborescentes dans l’installation des plantes à fleurs en forêt tropicale humide de montagne à la réunion (Mascareignes, océan indien) ”. *Rev. Écol. (Terre Vie)* 63 (199).
- RNF (2013). “Protocole d’évaluation de l’état de conservation des habitats des réserves naturelles de France”. Cahiers RNF.
- Rossi, Magali, and Daniel Vallauri. 2013. “Évaluer La Naturalité.” In *Guide Pratique Version 1, 2*, 154. WWF Marseille.
http://www.researchgate.net/profile/Daniel_Vallauri/publication/270647134_Evaluer_la_naturalite_Guide_pratique_version_1.2/links/54b179f10cf2318f0f9372f8.pdf.
- Salles, Denis, Bruno Bouet, Maja Larsen, and Benoit Sautour. 2014. “A Chacun Ses Sciences Participatives. Les Conditions D’Un Observatoire Participatif De La Biodiversité Sur Le Bassin D’Arcachon (To Each Participatory Sciences. Conditions for a Participatory Biodiversity Observatory at the Arcachon Bay).”
http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2481800.
- Schmeller, Dirk S., Pierre-Yves Henry, Romain Julliard, Bernd Gruber, Jean Clobert, Frank Dziock, Szabolcs Lengyel, et al. 2009. “Advantages of Volunteer-Based Biodiversity Monitoring in Europe.” *Conservation Biology* 23 (2): 307–16. doi:10.1111/j.1523-1739.2008.01125.x.
 Tiré de <http://www.sylvaingaudin.fr/PDF/Typopeup.pdf>
- Tron, 2014. Evaluation de L’impact du Cerf Par Abrouissement Sur TI - Bilan ICONE 2012-2013.
- Woods, Carrie. 2013. “Factors Influencing the Distribution and Structure of Tropical Vascular Epiphyte Communities at Multiple Scales.”
http://tigerprints.clemson.edu/all_dissertations/1172/.

Annexe 1 : Contexte de l'étude

Ce stage a été commandité par le service impact environnementale et conservation de la Province Nord de Nouvelle-Calédonie, en la personne de Jean-Jérôme Cassan. Le service « impact environnemental et conservation » de la Province Nord est chargé de l'évaluation et l'analyse des impacts environnementaux des activités humaines ainsi que de la coordination des opérations de protection des espèces, des milieux et des zones naturelles remarquables ou sensibles.

L'antenne de Noé Conservation en Nouvelle-Calédonie développe un programme de conservation des palmiers et des conifères basé sur une démarche partenariale, et organisé autour de cinq domaines d'action, de la recherche scientifique au développement local. Le but à long terme du programme est de maintenir des populations viables des espèces menacées de conifères et de palmiers, en contribuant à la gestion durable de la forêt humide et au développement local, notamment par l'utilisation durable des ressources naturelles.

C'est dans le cadre d'un projet de conservation sur une espèce micro-endémique de la province Nord, le *Clinosperma macrocarpa*, qu'a émergé la nécessité de décrire l'habitat forestier. En partenariat avec l'IAC et la Province Nord. Noé conservation a souhaité mettre en place un protocole de description simplifiée des forêts tropicales humides. L'objectif à moyen terme étant l'évaluation de l'état de conservation des forêts tropicales humides en Nouvelle-Calédonie, il a été décidé dans le cadre de ce stage de débiter par une première étape de création d'un protocole descriptif.

Moyens financiers	Moyens techniques	Moyens humains
Co -Financement de l'étude Province Nord / Noé conservation	Hébergement au sein de l'IAC de Poembout	Suivi hebdomadaire à distance par le chargé de programme de Noé Conservation (Jonathan Maura)
	Bureau partagé de Noé conservation pour les missions ponctuelles sur Nouméa	Rendez-vous ponctuels avec le service « impact environnemental et conservation » (Jean Jérôme Cassan)
	Voiture Province Nord	Réunions de travail avec l'équipe d'écologie tropicale de l'IAC/AMAP (Philippe Birnbaum)
		Entrevue avec des experts (Magali Rossi, Hervé Vandrot, Christian Papineau, Samuel Noury, Sandrine Isnard, Cédric Leguillou)
		Terrain découverte Forêt Plate

Annexe 2 : Exemple de fiche technique de synthèse des protocoles

Méthodes et protocoles de description et d'analyse des peuplements forestiers

Intitulé	The RECCE method for describing New Zealand vegetation
Année :	2007
Auteurs :	Hurst and Allen
Structure & partenariat :	Landcare research - <i>Manaaki Whenua</i>
Type de protocole :	Scientifique
Public visé :	Scientifiques

Résumé du protocole :

1. Objectifs

Le protocole de reconnaissance (RECCE) vise à décrire la structure, la composition et les variations de la végétation de NZ. Ce manuel a pour objectif d'étendre et de standardiser les méthodes de relevés sur le terrain.

Ce protocole est décliné en un guide pratique et un document plus important.

2. Matériels

Besoin de beaucoup de matériels (voir annexe 1), Protocole réalisable par 2 personnes minimum.

3. Consignes

- Pré-travail fortement conseillé en amont : repérage, choix d'échantillonnage, préparation du matériels, des équipes, liste d'espèces, permissions etc...

- Consignes disponible pour le choix d'échantillonnage, pour avoir un échantillonnage représentatif. Le choix des placettes doit obligatoirement se faire en amont.
- Dans les cases « libres », bien utilisé le système de notation préconisé dans le manuel.
- Ne pas laisser de blanc, mettre « none » si pas d'informations.
- Chaque nom d'espèce est codée par un système spécifique dont il faut prendre connaissance et demander la liste si besoin.

4. Procédure de relevés

Définir les limites de la zone de relevé.

Le type de relevés correspond à des placettes (quadrat ou transect) permanentes ou non, de taille libre.

5. Critères

Informations générales

- Localisation géographique (ID numérique du RECCE, Régions, département)
- Noms des observateurs, noms des transcripteurs
- Date
- Si photos aérienne disponible, mentionner le numéro
- Référence de la carte topographique utilisée
- Référence GPS
- Taille de quadrat/transect
- Accès
- Schéma de localisation
- Remarque, description rapide de la zone

Description du site :

- Altitude (avec un altimètre ou à partir d'une carte)
- Topographie (sélection selon les choix proposés), s'il y a plusieurs topo donner celle qui est majoritaire.
- Angle de la pente (à l'aide d'un inclinomètre)
- Roche mère (à partir d'une carte en amont)
- Drainage
- Caractéristique de la surface du sol (% de sol nu, % de roches cassées, taille des roches cassées, mode de transport des roches)

Paramètres de la végétation

Paramètres estimés donc relativement subjectifs.

- Couverture du sol à moins de 1m35 du sol (% plantes vasculaires, plantes non vasculaires, litière, sol nu, roche)
- Hauteur dominante pour la végétation la plus haute mais qui a un couvert d'un minimum de 25%. Sinon pas 25% on fait la moyenne.
- Le couvert en % (toute végétation au dessus de 1m35)
- Surface terrière

Critères complémentaires

- Traces d'empreinte humaine
- Présence de faune
- Abrouissement

Description de la végétation : étude de chaque arbre.

Consignes :

- ❖ Nom d'espèces
- ❖ Prendre toutes les plantes vasculaires en compte et bien respecter la nomenclature !
- ❖ Localisation dans la stratification standardisée : il faut respecter les délimitations imposée (une classe pour les épiphytes à part).
- ❖ Utilisation du coefficient de Braun-Blanquet modifié à respecter.
- ❖ % du couvert de chaque strate à noter
- ❖ Noter les lianes

6. Avantages

Protocole très complet sur la végétation et il y a un gros travail sur la standardisation des données.

7. Limites

- Infaisable pour une approche simplifiée et rapide, trop précis, demande trop de matériel, de temps, et de préparation.

Résultats de la prospection bibliographique sur la sélection des paramètres descriptifs pertinents à mettre en œuvre en Nouvelle-Calédonie

Catégorie	Paramètres	Pertinence écologique	Techniques de mesure	Références Code couleur : Protocole de description globale des forêts, Etudes spécifiques	Personnes ressources
Paramètres abiotiques	Topographie	Contraintes hydriques pour la végétation	*Description *Mesure de la pente (inclinomètre)	Papineau 1989, Lopez 2005, Daviaud & Pillon 2010, Hurst and Allen 2007, Baldeck et al. 2012, Ibanez et al. 2014	
	Altitude	Influence sur la température, pluviométrie, exposition aux vents	*Cartes *Altimètre	Jaffré 1994, Nasi et al. 2002, Hurst and Allen 2007, Ibanez et al. 2014	
	Substrat géologique	Environnement trophiques et hydriques de la végétation	*Cartes *Fosse géologique *Etude de roche affleurante	Jaffré 1994, Ibanez et al. 2014	
	Le sol	Environnement trophiques et hydriques de la végétation Cycle de la matière organique	*Analyse pédologique à l'aide d'une tarière ou d'une fosse *Etude de la litière et surface du sol	Papineau 1989, Freycon et al. 2003, Daviaud & Pillon 2010, Référenciel pédologique 2008, John.R. et al. 2007, Baldeck et al. 2012	Cedric Leguillou - IAC Christian Papineau
	Les palmiers	Indicateur d'humidité potentiel	*Inventaire botanique *Position dans la stratification *Présence/absence	Pintaud 1997, Pintaud 2001	Hervé Vandrot -IAC
Paramètres structuraux	Répartition des classes de diamètre	Organisation structurale et dynamique	*Inventaire exhaustif des diamètres *Estimation à vue	Papineau 1989, Pascal 2003, Hitimia et al. 2003, Daviaud & Pillon 2010, Hurst and Allen 2007, Rossi & Vallauri 2013, Bradford et al. 2013, Ibanez et al. 2014, Ganivet 2014, MAB vosges (Génot & Muller)	
	Densité de tiges	Organisation structurale	*Inventaire exhaustif des arbres *Estimation transects ou placette si écartement constant	Papineau 1989, Pascal 2003, Hitimia et al. 2003, Daviaud & Pillon 2010, Hurst and Allen 2007, PSDRF 2012, RNF 2013, Bradford et al. 2013, Ibanez et al. 2014, MAB vosges (Génot & Muller)	
	Couvert forestier	Ambiance forestière Présence de trouées	*Télétection *Estimation à vue avec classes de %	Papineau 1989, Hitimia et al. 2003, Daviaud & Pillon 2010, normes stratifications forestières 2013, Hurst and Allen 2007	Christian Papineau Philippe Birnbaum -IAC
	Surface terrière	Organisation structurale	*Mesure avec un relascope *Extrapolation à partir des diamètres	Papineau 1989, Pascal 2003, Hitimia et al. 2003, Daviaud & Pillon 2010, Rossi & Vallauri 2013, Bradford et al. 2013, Ibanez et al. 2014, MAB vosges (Génot & Muller)	
	Stratification verticale	Organisation structurale	* Dénombrement des strates * Etude chaque strate * Profils structuraux (oldeman 1974)	Papineau 1989, Hitimia et al. 2003, Pascal 2003, ONF 2003, Programme Life-stratification verticale, Daviaud & Pillon 2010 Suivi réseau NC-PINPP, Hurst and Allen 2007, Rossi & Vallauri 2013	
	Structuration de la canopée	Organisation structurale	* Observation de différences de hauteurs dans la canopée *Lasermètre *Dendromètre *Croix du bucheron *Estimation	Papineau 1989, Hitimia et al. 2003, Pascal 2003, Daviaud & Pillon 2010, Hurst and Allen 2007	Philippe Birnbaum - IAC
Paramètres dynamiques	Régénération	Dynamique du cycle sylvigénétique Résilience et pérenité	* Inventaires exhaustif * Estimations * Identification de disfonctionnement * Taxons indicateurs	Protocole PSDRF 2012, Tron 2014, Le Bel 2001, Papineau 1989, Carnino 2009, Rossi & Vallauri 2013	
	Arbres dépérissant	Dynamique du cycle sylvigénétique Résilience et pérenité	*Dénombrement *Etudes des cavités selon une typologie	Rossi & Vallauri 2013, IBP (Larrieu & Gonin 2009)	
	Bois mort	Dynamique du cycle sylvigénétique Résilience et pérenité Cycle du carbone	*Dénombrement *Prise de diamètre * Cubage * Stade de décomposition	Laiho & Prescott 1999, Groove et al. 2000, ONF 2003, Programme Life-Bois mort MAB vosges (Génot & Muller), Protocole PSDRF 2012, Rossi & Vallauri 2013, IBP (Larrieu & Gonin 2009) Carnino 2009	
	Lianes	Indicateur de perturbations	* Inventaire * Mesures dendrométriques * Description qualitative	Schnitzer & bongers 2002, Hurst and Allen 2007	Sandrine Isnard -IRD
	Fougères arborescentes	Indicateur de perturbations	* Inventaire * Mesures dendrométriques * Description qualitative	Bystriakova et al. 2011, Gaxiola-Alcantar et al. 2008, Rivière et a. 2008	Hervé Vandrot -IAC
	Tamanou	Indicateur de perturbations	* Inventaire * Mesures dendrométriques * Description qualitative	Ganivet 2014	
	Niaouli	Indicateur d'anciennes savane ou d'une lisière de savane	* Inventaire * Mesures dendrométriques * Description qualitative		Hervé Vandrot -IAC Jean-Jérôme Cassan-Province Nord
	Epiphytes	Potentiel indicateur de maturité	* Inventaire *Etude de groupe spécifique	Woods 2013	
	Effet lisière	Influence sur la dynamique forestière et la diversité	* Inventaire des éléments fragmentant * Comparaison de caractéristiques	Alignier et al. 2013, Pelissier et al. 2013, Bergès et al. 2014	
Etude la diversité	Richesse floristique	Diversité	* Inventaire des espèces	Magurran 2004, Bradford et al. 2013, Ibanez et al. 2014	
	Espèces patrimoniales	Elément de contexte	* Inventaire	Coustillet-Kaszowki 2011,	

Annexe 4 : Prototype fiche de relevé



Outil de description simplifié des forêts tropicales humides : Fiche de relevé

Un guide de terrain comportant des définitions, des illustrations et des conseils est mis à disposition pour aider à compléter la fiche. N'hésitez pas le consulter !

Informations générales

Date : _____

Noms des observateurs : _____

Localisation géographique (Commune, lieu-dit, tribu à proximité) :

Localisation GPS du centre de la placette : _____

Référentiel GPS utilisé : _____

Accès à la zone : Combien de temps avez-vous marché depuis la descente de la voiture pour arriver sur la zone ? _____ minutes.

Qualifier le type d'accès majoritaire : Routes Sentiers Forêts

Type d'environnement : Lieu à vocation d'accueil du public

Propriété privée

Autres

Je ne sais pas

Statut de la zone : Zone protégée

Réserve de chasse

Pas de statut particulier

Je ne sais pas

Phase de relevé n° 1 : Prise de mesures en statique à partir du centre de la placette.

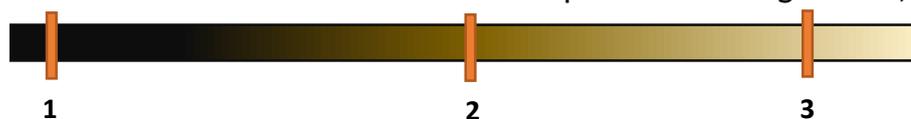
La topographie : Choisissez la position topographique parmi les 8 propositions. Vous pouvez vous aider du schéma présenté dans le guide (e.g. guide).

- Fond de vallée Bas de pente Milieu de pente Haut de pente
 Crête Plateau Plaine Cuvette

La litière : La litière peut être définie comme l'ensemble des feuilles et débris morts qui recouvrent le sol (e.g. Photos guide de terrain).

- **Présence de litière** : Oui Non
- **Épaisseur de la litière** : _____ cm (à l'aide d'une règle graduée, moyenne de 3 mesures dans un rayon de 1 m autour du centre de la placette).

La couleur du sol : Balayez la surface de litière autour du centre de la placette et observez la couleur du sol et choisissez une position sur le gradient, 1, 2 ou 3 : _____



Présence de roche affleurante : Roches directement visibles sous la litière sous forme de plaques ou de rochers (e.g. guide photo).

- Absente Majorité de la surface Présente de manière sporadique

Répartition des classes de diamètres : Utilisation d'une métrique alternative : taille de la main (e.g. guide).

- **Avez-vous l'impression que les arbres ont :**

- Environ tous les mêmes diamètres Des diamètres différents

- **Voyez-vous des arbres de petits diamètres (< 1 main) :** Oui Non
Si oui, ils se répartissent sur :

Moins de 20% de la placette (1 arbre sur 5) : Oui Non

Plus de la moitié de la placette : Oui Non

- **Voyez-vous des arbres de gros diamètres (> 3 mains) :** Oui Non
Si oui, ils se répartissent sur :

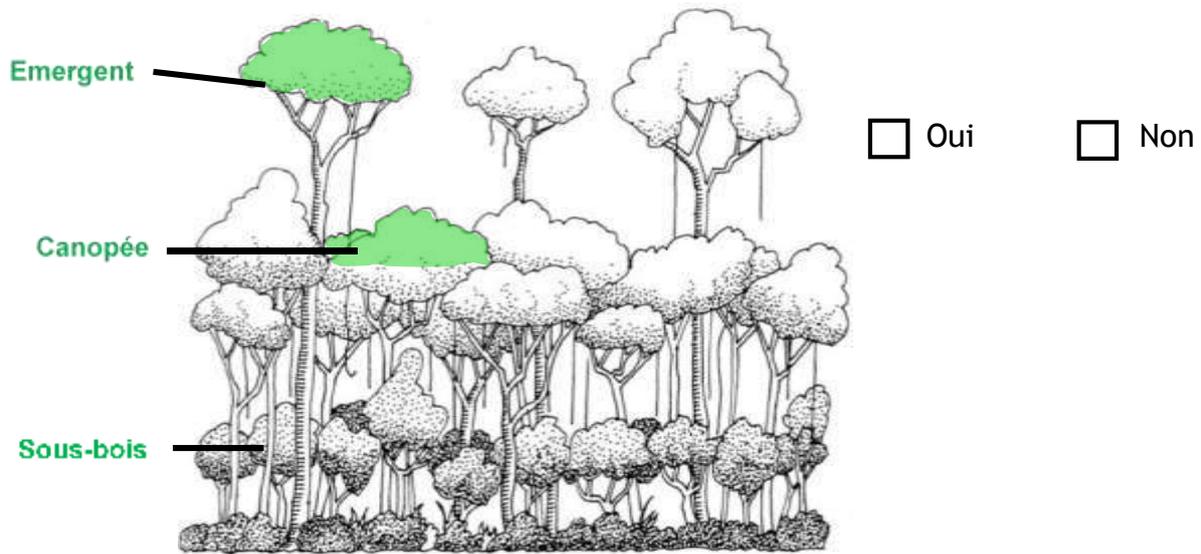
Moins de 20% de la placette (1 arbre sur 5) : Oui Non

Plus de la moitié de la placette : Oui Non

Annexe 4 : Prototype fiche de relevé

Stratification verticale : Pour plus de précisions sur les définitions, reportez-vous au guide.

- Les arbres sont-ils organisés par strate comme sur le schéma suivant ?



- Voyez-vous des arbres de sous-bois, sous la canopée, ne recevant aucune lumière ? Oui Non
- Voyez-vous des arbres émergents, au-dessus la canopée, recevant de la lumière sur toute leur couronne ? Oui Non

Description de la canopée : Observez la canopée et choisissez le schéma correspondant à vos observation :



Canopée « ondulante », forte variabilité de hauteurs

- Hauteur point le plus bas :

< 10 m < 20 m > 20 m

- Hauteur au point le plus haut :

< 10 m < 20 m > 20 m



Canopée « homogène », faible variabilité de hauteurs

- Hauteur moyenne :

< 10 m < 20 m > 20 m

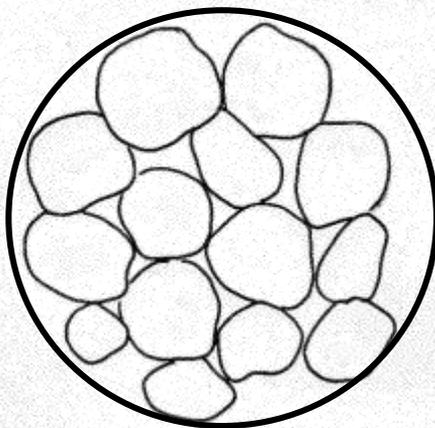
Annexe 4 : Prototype fiche de relevé

Visibilité dans la placette : Des photos sont présentes dans le guide pour aider votre choix (e.g. guide).

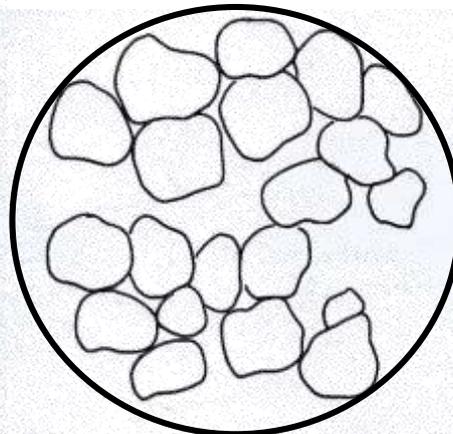
- Qualifiez la visibilité dans la placette : Claire Moyenne Dense
- Au centre de la placette, debout, tournez sur vous-même et essayez de visualiser les 4 points de repère délimitant la placette. Combien en voyez-vous ? _____

Répétez l'opération accroupie, combien en voyez-vous ? _____

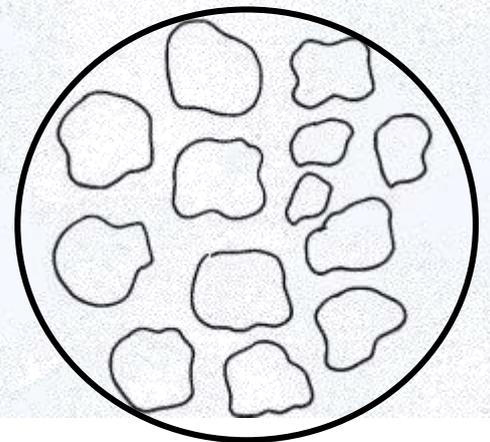
Densité du couvert de la canopée : Observez le couvert, la fermeture de la canopée et sélectionnez un des 3 schémas suivants :



Couvert fermé, dense



Couvert inégal



Couvert clair, ouvert

Régénération : Accroupissez-vous et observez les petites tiges ligneuses et grêles, de moins de 2 cm de diamètre et de moins de 1,30 m (à hauteur de cuisse maximum). En voyez-vous ? Oui Non

Phase de relevé n° 2 : Prise de mesures en mouvement dans la placette.

Lisez l'ensemble des informations suivantes et remplissez la fiche à l'opportunité en cheminant dans la placette.

Description de la végétation : Pour identifier les plantes référez-vous au guide de terrain.

Annexe 4 : Prototype fiche de relevé

- Voyez-vous la présence de **palmiers** : Oui Non

Si oui, sont-ils : En canopée En sous-bois

- Voyez-vous la présence de **lianes** : Oui Non

Si oui, forment-elles des regroupements infranchissables ? Oui Non

Voyez-vous des lianes volubiles, qui s'enroulent en hélices ? : Oui Non

- Voyez-vous la présence de **Fougères arborescentes** : Oui Non

Si oui, s'agit-il ? De formations groupées De 2 individus maximum isolés

- Voyez-vous la présence de **Tamanou** : Oui Non

- Voyez-vous la présence de **Niaouli** : Oui Non

Si oui, indiquez les classes de diamètres présentes : < 1 main

Entre 2 et 3 mains

> à 3 mains

- Voyez-vous la présence de **Freycinetia**: Oui Non

Si oui, voyez-vous des traces d'abroutissement ? Oui

Non

Je ne suis pas sur

- Voyez-vous la présence de **Bancoulier** : Oui Non

- Voyez-vous la présence de **Pin colonnaire** : Oui Non

- Voyez-vous la présence de **Kaori** : Oui Non

- Voyez-vous la présence de **Houp** : Oui Non

- Voyez-vous la présence de **Pandanus** : Oui Non

- Voyez-vous la présence de **Bois de fer**: Oui Non

Annexe 4 : Prototype fiche de relevé

Arbres dépérissant : voyez-vous des arbres vivants mais vieux, caviteux, présentant des coulures de sèves et des champignons, dont certaines branches sont mortes ? Oui Non

Bois mort : aidez-vous des descriptions du guide terrain partie.

➤ Comptez le nombre d'arbres morts au sol de plus de 3 mains de diamètres : _____

➤ Voyez-vous des arbres morts sur pied ?

Oui	Non
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

➤ Voyez-vous des arbres brûlés ?

L'effet lisière : Longez les limites de la placette et regardez vers l'extérieur.

Voyez-vous la présence d'une lisière, d'éléments fragmentant ? Oui Non

Si oui, renseignez s'il s'agit de:

Cours d'eau Sentiers Routes Savane à niaouli

Espèces envahissantes : Sur la placette, sans effort de prospection particulier, de manière opportuniste, repérez les traces ou de la présence d'espèces envahissantes.

➤ Voyez-vous des traces de Cerf (fèces, abroutissement, écorçage) : Oui Non

➤ Voyez-vous des traces de Cochon (fouilles par exemple soit le retournement du sol par le cochon lors des fouilles de nourriture dans la litière) : Oui Non

➤ Voyez-vous des traces de fourmis électriques (visuel ou ressenti) : Oui Non

Résumé :

L'objectif de cette étude est de créer un protocole simple, rapide et robuste de description des forêts tropicales humides en Nouvelle-Calédonie, à destination des professionnels « non expert », notamment les gestionnaires d'aires protégées. Ce projet converge avec le besoin des institutions de recherche d'accumuler des données robustes et complémentaires sur de grandes superficies dans le but de faire progresser les connaissances sur cet écosystème. Dans ce contexte une initiative partenariale a été engagée entre les institutions publiques en charge de la question environnementale (Province Nord), la recherche (IAC) et la société civile (Noé conservation). De par une recherche bibliographique sur les critères de description forestière pertinents et la sollicitation d'experts en Nouvelle-Calédonie, nous avons sélectionnés un ensemble de paramètres abiotiques, structuraux, floristiques et dynamiques importants à prendre en compte et proposé une première mise en œuvre sur le terrain. Cependant, certaines modalités restent à affiner et à modifier notamment afin de permettre la réalisation du protocole dans un délai restreint (environ une heure de temps). Ce protocole fera prochainement l'objet d'un test de terrain, avec l'objectif d'évaluer son efficacité et de tester le biais utilisateur.

Mots clés : Forêts tropicales humides, paramètres de description, large échelle spatiale, projet collaboratif, Nouvelle-Calédonie

Abstract :

The purpose of this project is to create a relevant, simple, brief and reliable protocol to describe moist tropical forest of New-Caledonia for non-expert user such as nature-reserve warden. This project coincide with the need for research bodies to collect large scale datas to improve knowledge on moist tropical forest. In this context, partnership approach has been started between public institution (Province Nord), research bodies (IAC) and civil society (Noé conservation). Based on the outcome of bibliographic research and expert consultation, a wide set of abiotics, structurals, floristics and dynamics characteristics allow us to propose a first field method. However, some of the characteristics remain to be worked out and refined, especially to fit the one hour constraints. This protocol will soon be tested on the field to evaluate its efficiency and potentiel user bias.

Keywords : Moist tropical forest, descriptive characteristics, non-experts focus, New-Caledonia

