

PRODUITS FORESTIERS NON LIGNEUX

13

**Évaluation des
ressources en
produits forestiers
non ligneux**

Expérience et principes
de biométrie



ISSN 1020-9727

PRODUITS FORESTIERS NON LIGNEUX

13

Évaluation des ressources en produits forestiers non ligneux

Expérience et principes
de biométrie

Jennifer L.G. Wong

School of Agricultural and Forest Sciences,
University of Wales, Bangor, Gwynedd,
Royaume-Uni

Kirsti Thornber

LTS International, Pentlands Science Park,
Bush Loan, Penicuik, Édimbourg, Écosse,
Royaume-Uni

Nell Baker

Tropical Forest Resource Group,
South Parks Road, Oxford,
Royaume-Uni



Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

ISBN 92-5-204614-3

Cette publication découle d'un projet de recherche financé par le Département du développement international du Royaume-Uni (DFID) au profit des pays en développement. Les avis exprimés dans ce document ne sont pas nécessairement ceux du DFID.

ZF0077 Programme forestier

Tous droits réservés. Les informations ci-après peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source des informations soit clairement indiquée. Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la revente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au Chef du Service des publications et du multimédia, Division de l'information, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie ou, par courrier électronique, à copyright@fao.org

© FAO 2001

Préface

La dernière décennie a connu une augmentation considérable de l'intérêt et des activités concernant les produits forestiers non ligneux (PFNL). L'importance actuelle des PFNL pour les conservateurs, les forestiers, les acteurs du développement et les populations indigènes a suscité de nombreuses initiatives, ayant pour objectif de promouvoir l'utilisation et la commercialisation des PFNL, comme des moyens pour améliorer le bien-être des populations rurales et, en même temps, conserver les forêts existantes.

Ces initiatives sont rarement liées à des études sur l'exploitation durable des produits et l'on ne dispose pas d'information précise sur l'abondance des ressources, leur répartition et leur biologie de reproduction, données pourtant nécessaires pour la détermination d'un niveau d'exploitation biologiquement durable d'un produit.

Bien qu'il existe souvent une connaissance indigène considérable pour certains produits, une évaluation rigoureuse des ressources de PFNL, particulièrement dans les pays tropicaux, est relativement nouvelle et a reçu peu d'attention jusqu'à aujourd'hui. La multitude et la variété des PFNL, la multiplicité des intérêts et disciplines impliqués dans l'évaluation des PFNL, les contraintes financières et institutionnelles, le manque de terminologie et d'unité de mesures communes globalement ou même nationalement reconnues, tous ces éléments contribuent à faire en sorte que l'évaluation des PFNL et de leurs ressources est une tâche difficile.

Le but de cette publication est de faire prendre davantage conscience de l'importance des évaluations appropriées et précises à tous les niveaux d'utilisation des PFNL, et de constituer un outil d'aide à la conception et à la sélection de méthodes adéquates pour la quantification des ressources dans différentes situations et pour différents produits. Pour ce faire, cette publication constitue une revue et une analyse de nombreuses d'approches différentes, utilisées et développées à ce jour pour quantifier les ressources en PFNL.

La présente publication est principalement structurée à partir d'expériences dans des écosystèmes forestiers en pays tropicaux, mais nous sommes convaincus qu'elle sera également appropriée et utilisable dans toutes les régions et pour tous les produits. Le public visé par cette publication inclut les praticiens, les chercheurs, les gestionnaires de ressources naturelles et tous les acteurs du développement qui ont un intérêt dans la gestion durable des forêts.

Cette publication est basée sur les résultats de l'avant-projet ZF0077 du Programme de recherche forestière (FRP) du Ministère anglais du développement international (DFID). Cet avant-projet porte sur la biométrie des méthodes actuelles d'évaluation des ressources en PFNL. La FAO s'est chargée de la publication dans le cadre de la série sur les Produits forestiers non ligneux et dans celui d'un programme de partenariat avec la Commission européenne ayant pour objectif le développement des méthodologies pour l'évaluation des PFNL.

Le travail sur l'évaluation des PFNL est une activité importante au sein du Département des forêts de la FAO, impliquant l'expertise de nombreuses unités techniques, en particulier la Division des ressources forestières (et son programme phare sur l'Evaluation des ressources forestières mondiales - ERF), et la Division des produits forestiers (à travers son programme sur les produits forestiers non ligneux).

Le DFID et la FAO croient que la récolte et l'utilisation durable des PFNL peuvent contribuer à une meilleure nutrition des ménages, ainsi qu'à des revenus et à un marché du travail améliorés. C'est pourquoi ces organisations se sont engagées à poursuivre leur assistance pour le développement de méthodes d'évaluation adéquates des produits forestiers non ligneux et de leurs ressources.

C'est avec plaisir que nous avons réalisé cette publication, dans un effort commun. Nous espérons qu'elle encouragera davantage de travaux de recherche et de développement de la part d'autres institutions dans ce domaine important de l'aménagement durable des forêts.

Wulf Killmann
Directeur
Division des produits forestiers
FAO

John Palmer
Directeur du Programme de recherche
forestière financé par le DFID (FRP)
Natural Resources International Limited
(NRIL)

Remerciements

Le projet qui a permis de réaliser ce document est une initiative du Programme de recherche forestière (FRP) du DFID. Dans le cadre de ce projet, un atelier a été organisé, qui a réuni de nombreuses personnes, venues d'horizons différents et intéressées par l'évaluation des PFNL. L'objectif était de discuter le besoin d'évaluations quantitatives et de décider des thèmes de recherche prioritaires. L'atelier s'est tenu à Rome en mai 2000 et fut organisé conjointement par le Réseau européen de recherche forestière tropicale (RERFT) et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Cet événement a permis de valider les résultats de la revue et d'encourager la publication du présent document.

La revue de synthèse a été écrite par Jenny Wong, et la version finale de la présente publication a été préparée par Jenny Wong, Kirsti Thornber et Nell Baker.

De nombreuses personnes ont contribué à ce travail, par des articles publiés ou non, par des communications personnelles, ou par des aides pour le développement des parties techniques contenues dans cette publication. Parmi elles, un remerciement spécial s'adresse aux personnes suivantes : James Acworth, Brent Bailey, Neil Bird, Bob Burn, Carol Grossmann, Becky Kerns, Sandro Leidi, Patrick Mallet, Marc Parren, Oliver Philips, Dave Pilz, Giovanni Preto, Janet Rock, Kate Schreckenber, Patrica Shanley et Doug Shiel.

Dieter Peltz (Université de Fribourg); Mike Philips (professeur à la retraite, anciennement à l'Université d'Aberdeen); Ben Voysey (LTS International); ainsi que Jorge Malleux, Laura Russo, Petra van de Kop, Paul Vantomme, Sven Walter, et Mette L. Wilkie (FAO) ont également largement contribué, par leurs nombreux commentaires, à l'élaboration de la version finale.

La traduction française a été faite par Pascal Martinez. L'édition finale, la relecture attentive et le formatage ont été réalisés par Michèle Millanès. Marco Perri a préparé le CD-ROM qui accompagne la publication. La coordination générale pour l'édition et la publication a été assurée par Laura Russo, Expert forestier au Département des forêts de la FAO.

Les remerciements s'adressent à tous ceux qui ont été impliqués dans l'atelier et dans le processus d'édition. Leur contribution, déterminante pour améliorer le résultat final, est ici vivement remerciée.

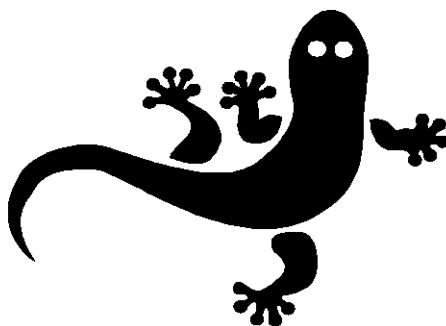
La FAO exprime également sa profonde gratitude envers la Commission européenne pour son appui financier pour l'atelier (par l'intermédiaire de sa ligne budgétaire pour les forêts tropicales B7-6201/98-08/VIII/FOR), ainsi que pour la publication du présent document.

Table des matières

<i>Préface</i>	iii
<i>Remerciements</i>	v
<i>Table des matières</i>	vii
<i>Liste des abréviations</i>	xii
<i>Glossaire</i>	xiii
<i>Résumé</i>	xvii
SECTION 1 INTRODUCTION	1
1.1 LES OBJECTIFS DE CETTE PUBLICATION	2
1.2 QU'EST-CE QU'UN PFNL?	2
<i>Les systèmes de classification des PFNL</i>	2
<i>Définitions</i>	3
1.3 CONTEXTE	3
1.4 APPROCHE, PORTÉE ET LIMITES	4
<i>Histoire et fondements de cette publication</i>	4
<i>Portée et limites de la publication</i>	5
<i>Un "itinéraire" à travers le document</i>	7
SECTION 2 LE RÔLE DE LA BIOMÉTRIE DANS L'ÉVALUATION DES RESSOURCES EN PFNL	9
2.1 LE RÔLE DE L'ÉVALUATION DE LA RESSOURCE DANS L'EXPLOITATION DURABLE DES PFNL	10
2.2 POURQUOI UNE INFORMATION QUANTITATIVE SUR LA RESSOURCE EST-ELLE NÉCESSAIRE?	11
<i>Besoins locaux</i>	12
<i>Politique nationale et planification stratégique</i>	12
<i>Critères et indicateurs</i>	14
<i>Ecocertification</i>	14
<i>Contrôle des espèces menacées</i>	14
2.3 QU'EST-CE QUI REND UNE ÉTUDE BIOMÉTRIQUEMENT RIGOREUSE ?	15
<i>Objectivité</i>	17
<i>Nombre d'échantillons</i>	17
<i>Indépendance des observations</i>	17
2.4 QUELLE EST LA QUALITÉ DES MÉTHODES ACTUELLES ?	18
<i>Rapport de protocoles</i>	18
<i>Objectivité dans les conceptions d'échantillonnage</i>	18
<i>Le nombre d'échantillons</i>	19
<i>L'indépendance des échantillons</i>	20
<i>La valeur biométrique des études passées en revue</i>	20
2.5 LA BIOMÉTRIQUE EST-ELLE TOUJOURS NÉCESSAIRE ?	21
<i>Quand la biométrie est-elle opportune ?</i>	21
SECTION 3 ÉTUDES QUANTITATIVES DES PFNL	25
3.1 DÉTERMINER LA QUANTITÉ DE RESSOURCE PRÉSENTE	26
<i>De nombreuses conceptions, une seule structure</i>	26
<i>L'inventaire d'une seule espèce ressource</i>	27
<i>Inventaire de plusieurs espèces ressources</i>	28
<i>Inclure les PFNL dans des inventaires ayant d'autres objectifs</i>	29
<i>Sortir les PFNL des données issues de l'inventaire forestier</i>	31
<i>Développer des méthodes spécifiques pour les PFNL – quelques exemples</i>	32
3.2 DÉTERMINER LE RENDEMENT D'UNE RESSOURCE	35
<i>La mesure du rendement</i>	35
<i>La mesure du produit</i>	35
<i>Le choix du plan d'échantillonnage</i>	36
<i>Réaliser des estimations de rendement global</i>	38

3.3	MESURER LA CROISSANCE ET LES TAUX DE PRODUCTION	41
	<i>Utiliser des placettes permanentes d'échantillonnage.....</i>	41
	<i>Comparer les sites exploités avec les sites non exploités.....</i>	43
	<i>Récoltes expérimentales.....</i>	43
	<i>Mesurer des plantes individuelles en plusieurs occasions</i>	44
3.4	DÉTERMINER DES NIVEAUX D'EXPLOITATION DURABLE	45
	<i>Définir la "durabilité".....</i>	45
	<i>Durabilité et PFNL.....</i>	45
	<i>Evaluer si une espèce est proche de la surexploitation.....</i>	46
	<i>Ajuster les niveaux d'exploitation s'ils s'avèrent non durables</i>	48
	<i>Utiliser des modèles pour prédire le rendement futur des plantes.....</i>	49
	<i>Modèles pour estimer la durabilité de la chasse</i>	51
3.5	CONTRÔLER LA RÉUSSITE DES ACTIONS DE GESTION	53
	<i>Observer ce qui reste après la récolte</i>	54
	<i>Mesurer ce qui a été récolté.....</i>	54
	<i>Participation locale dans le contrôle.....</i>	56
3.6	APPROCHES PARTICIPATIVES	56
	<i>Impliquer la population locale.....</i>	56
	<i>Utilisation et valeur du savoir local</i>	57
	<i>Combinaison des savoirs local et scientifique.....</i>	59
	<i>Le rôle de l'approche participative dans l'inventaire des PFNL</i>	60
SECTION 4 CONTRIBUTIONS DES AUTRES APPROCHES À L'ESTIMATION DES RESSOURCES EN PFNL		63
4.1	L'INVENTAIRE DE LA BIODIVERSITÉ.....	64
4.2	LES TECHNIQUES DE LA SCIENCE SOCIALE	65
	<i>Méthodes de collecte des données de science sociale.....</i>	65
4.3	CONSIDÉRER LES PFNL D'UN POINT DE VUE CULTUREL.....	66
4.4	L'ETHNOBOTANIQUE.....	67
	<i>Inventaire ethnobotanique</i>	67
	<i>Ethnobotanique quantitative et inventaire de PFNL.....</i>	68
4.5	MÉTHODES ÉCONOMIQUES	69
SECTION 5 CONCEVOIR UN INVENTAIRE BIOMÉTRIQUE DE PFNL		71
5.1	DÉCIDER SI LA BIOMÉTRIE EST IMPORTANTE.....	72
	<i>Méthodes formelles ou informelles ?</i>	72
	<i>Choisir des méthodes appropriées.....</i>	72
	<i>Que contient une "bonne" conception d'inventaire ?.....</i>	74
	<i>Approche consultative</i>	74
	<i>Modèle de décision linéaire</i>	74
	<i>Méthodes structurelles.....</i>	76
	<i>Compromis nécessaires pour se concentrer sur les PFNL.....</i>	76
5.2	SYSTÈME D'AIDE À LA DÉCISION POUR LA CONCEPTION D'UN INVENTAIRE	77
	<i>Réduire les options de la conception</i>	77
	<i>Choisir une conception d'échantillonnage</i>	79
	<i>Choisir une bonne distribution des placettes d'échantillonnage</i>	81
	<i>Décider comment mesurer le produit</i>	83
	<i>Décider le nombre de placettes nécessaires.....</i>	84
	<i>Manipulation, analyse, interprétation et présentation des données.....</i>	86
	<i>Le rôle des études pilotes</i>	87
5.3	THÈMES DE RECHERCHE	87
	<i>Diffusion des connaissances sur la biométrie</i>	89
	<i>Développement de nouvelles méthodes.....</i>	89
	<i>Utilisation du savoir local.....</i>	90
SECTION 6 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		91
6.1	RÉFÉRENCES.....	92
6.2	RÉFÉRENCES COMPLÉMENTAIRES.....	100
6.3	LITTÉRATURE SUPPLÉMENTAIRE	104
SECTION 7 ANNEXES		105

<i>Annexe 1. Classification des PFNL – exemples d'approches utilisées</i>	<i>106</i>
<i>Annexe 2. Comprendre les placettes et sous-placettes</i>	<i>111</i>
<i>Annexe 3. Exemple de résultats d'inventaire de PFNL.....</i>	<i>112</i>
<i>Annexe 4. Quelques méthodes d'échantillonnage actuellement utilisées et récentes...</i>	<i>113</i>
<i>Annexe 5. Institutions et sites Web utiles.....</i>	<i>118</i>



Tableaux

Tableau 1: Nombres d'études prises en compte par type d'êtres vivants.....	6
Tableau 2: Nombre d'études prises en compte par types de ressource végétale et par partie de plante utilisée.....	6
Tableau 3: Utilisations de l'information provenant des évaluations de ressources aux différentes échelles d'étude	12
Tableau 4: Les différentes conceptions d'échantillonnage dans les études passées en revue :	19
Tableau 5: Les qualités biométriques des études passées en revus	20
Tableau 6: Résumé des principaux points faibles concernant l'évaluation des ressources de PFNL dans les études.....	23
Tableau 7: Conceptions d'inventaire utilisées dans les études de ressources uniques	28
Tableau 8: Exemples de techniques utilisées pour quantifier le rendement d'un produit.....	36
Tableau 9: Résumé de quelques méthodes de calcul du rendement global	39
Tableau 10: Etudes de productivité réalisées sur des sites d'étude couplés.....	43
Tableau 11: Critères utilisés pour l'évaluation rapide de vulnérabilité.....	47
Tableau 12: Degrés de participation – depuis la cooptation jusqu'à l'action collective	57
Tableau 13: Exemples de domaines de savoir local et leurs utilisations possibles dans l'inventaire des PFNL.....	58
Tableau 14: Correspondance de noms vernaculaires et scientifiques	60
Tableau 15: Méthode de recherche comportementale conduite de l'extérieur	66
Tableau 16: Evolution des méthodes en ethnobotanique	67
Tableau 17: Méthodes pour quantifier les valeurs d'utilisation d'une espèce	68
Tableau 18: Objectifs et niveau de rigueur biométrique requis	73
Tableau 19: Modèle de décision pour la rigueur biométrique nécessaire dans la conception d'inventaire	76
Tableau 20 : L'intégration des études contre l'optimisation des méthodes.....	77
Tableau 21: Cadre de travail pour la conception d'un inventaire de PFNL.....	78
Tableau 22: Faire correspondre la conception d'échantillonnage avec les caractéristiques de la population cible	80
Tableau 23: Configurations de placettes qui peuvent être utilisées pour les PFNL .	82
Tableau 24: Exemples possibles de protocoles d'énumération pour l'évaluation de la ressource en PFNL	83
Tableau 25: Résumé des thèmes de recherche identifiés.....	88

Figures

Figure 1: Diagramme de la stratégie de base pour la gestion durable des PFNL....	10
Figure 2: Precision et exactitude d'une étude biométrique	16
Figure 3: Structure basique de la conception d'un inventaire quantitatif	26
Figure 4: Diagramme de la stratégie de base pour établir une exploitation durable de plantes ressources en PFNL.....	49
Figure 5: Une typologie de conceptions d'échantillonnage	49

Encadrés

Encadré 1: Calcul de l'erreur d'échantillonnage	16
Encadré 2: Développer les plans de placettes et les techniques de mesures pour les inventaires de rotins	33
Encadré 3: Protocoles de placettes permanentes d'échantillonnage (PPE) utilisés dans la production de fruits.....	42
Encadré 4: Utiliser des placettes permanentes d'échantillonnage (PPE) pour des palmiers au Mexique	42
Encadré 5: Méthode d'ajustement de la récolte pour évaluer des rendements durables d'arbres.....	48
Encadré 6: Un exemple de modèle matriciel à faire tourner	50
Encadré 7: Méthode pour évaluer la durabilité.....	52
Encadré 8: Méthodologie formelle pour relier et analyser l'information formelle et informelle	60
Encadré 9: Population locale et participation à la compréhension – quelques exemples.....	61
Encadré 10: Méthodes appropriées ? Quelques exemples de réussite	61
Encadré 11: Approche consultative formelle pour le processus de planification de l'étude	75
Encadré 12: Relation entre l'erreur d'échantillonnage et le nombre de placettes utilisées	85
Encadré 13: Un exemple de méthode pour calculer le nombre optimal de placettes	85

Etudes de cas

Etude de cas 1: Mise en place de quotas pour la récolte de l'écorce de <i>Prunus</i> sur le mont Cameroun.....	24
Etude de cas 2: Les PFNL dans l'inventaire forestier national aux Philippines.....	30
Etude de cas 3: Les PFNL dans l'inventaire forestier national du Ghana.....	30
Etude de cas 4: Utilisation des inventaires existants	32
Etude de cas 5: Développer des protocoles pour contrôler des populations de champignons.....	34
Etude de cas 6: Création d'une table de biomasse pour de l'écorce d'arbuste au Népal	37
Etude de cas 7: Evaluation du potentiel des produits de canne sur l'île de Barateng, en Inde.....	37
Etude de cas 8: Protocole multi-étage pour l'énumération des bambous en Inde ...	38
Etude de cas 9: Système d'inventaire et de prévision des rendements de baies sauvages en Finlande	40
Etude de cas 10: Une étude sur l'impact de récolte	44
Etude de cas 11: Feuilles de palmier en Afrique australe.....	44
Etude de cas 12: Contrôle de l'exploitation dans un Parc national d'Ouganda.....	55
Etude de cas 13: L'influence des facteurs socio-économiques.....	56
Etude de cas 14: Utiliser le savoir local pour concevoir et réaliser un inventaire d'If du Pacifique en Colombie britannique.....	58

Liste des abréviations

ACP	Afrique-Caraïbes-Pacifique
ADF	Aménagement durable des forêts
C&I	Critères et Indicateurs
CITES	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
DA	Distribution adaptative
DFID	Ministère du développement international (anciennement ODA), Royaume-Uni
DRP	Diagnostic rural participatif
DRR	Diagnostic rural rapide
EAG	Échantillonnage adaptatif par groupe
EAS	Échantillonnage aléatoire simple
ERF	Évaluation des ressources forestières mondiales
ERV	Évaluation rapide de vulnérabilité
ESC	Échantillonnage par série classée
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FAP	Formation et action participatives
FRP	Programme de recherche forestière (DFID)
FSC	Forest Stewardship Council
GFC	Gestion forestière conjointe
ha	hectare
IBR	Inventaire botanique rapide
IFN	Inventaire forestier national
IRUM	Inventaire des ressources à usage multiple
kg	kilogramme
NUG	Niveau unité de gestion
ONG	Organisation non gouvernementale
PFNL	Produits forestiers non ligneux
PMC	Projet du Mont Cameroun
PPE	Placette permanente d'échantillonnage
PPO	Planification par objectif
RA	Répartition adaptative
RMS	Rendement maximum soutenu
RERFT	Réseau européen de recherche forestière tropicale
SIG	Système d'information géographique
TRAFFIC	Analyse des statistiques sur le commerce des végétaux et des animaux (WWF-IUCN)
UE	Union européenne
UICN	Union mondiale pour la nature
WWF	Fonds mondial pour la nature

Glossaire

Biais - Différence entre la valeur attendue d'un échantillon statistique (connu comme estimateur) et le paramètre de la population (ou vraie valeur de la population que les statistiques doivent estimer). NB : le biais implique une distorsion systématique, car il est différent d'une erreur aléatoire qui s'équilibre dans la moyenne. Un processus d'échantillonnage qui implique une telle distorsion est dit biaisé (Helms, 1998).

Biométrie - Application de méthodes statistiques pour mesurer des objets biologiques (adapté de Shorter Oxford English Dictionary).

Cycle de vie - Etapes successives du développement d'un organisme, depuis l'oeuf fécondé ou la spore d'une génération jusqu'à l'oeuf fécondé ou la spore de la génération suivante (Helms, 1998).

Dendrométrie - en foresterie - Détermination des dimensions, forme, poids, croissance, volume, âge, etc., des arbres, individuellement ou collectivement, ainsi que les dimensions de leurs produits (Helms, 1998).

Détermination du rendement - Calcul de la quantité de produit qui peut être récolté annuellement ou périodiquement sur une zone donnée et pendant une période établie en accord avec les objectifs de gestion (modifié d'après Helms, 1998).

Données qualitatives - Données descriptives classifiées par classe, par exemple groupées en catégories: bas, moyen, élevé, etc. (Porkess, 1988).

Données quantitatives - Données classifiées par des valeurs numériques, comme par exemple le poids réel d'un animal (Porkess, 1988).

Durabilité - Capacité des forêts, depuis l'échelle des peuplements jusqu'à celle des écorégions, à conserver leur santé, leur productivité, leur diversité et leur intégrité globale, sur le long terme et dans le contexte de l'activité et de l'utilisation humaine (Helms, 1998).

Échantillon - Une partie de la population fournie par un processus ou un autre, choisie en général délibérément dans le but d'étudier les propriétés de la population d'origine (Marriott, 1990).

Échantillon représentatif - Au sens le plus large, un échantillon représentatif d'une population. Une certaine confusion existe : le terme "représentatif" signifie-t-il "sélectionné par un processus qui donne à tous les échantillons une même chance d'apparaître pour représenter la population" ou bien en échange, ce terme signifie-t-il "typique par rapport à certaines caractéristiques, peu importe comment il a été choisi". Dans l'ensemble, il semble meilleur d'attribuer le qualificatif "représentatif" aux échantillons qui s'avèrent l'être, plutôt qu'à ceux qui ont été choisis avec l'objectif d'être représentatifs (Marriott, 1990).

Equation de régression - Relation mathématique entre deux variables, par exemple le poids et la longueur. En général, c'est une relation linéaire (ligne droite), obtenue en utilisant la méthode des moindres carrés. Le coefficient de corrélation r^2 , est une mesure de la force du lien entre les variables (Porkess, 1988). Les équations de régression sont souvent utilisées pour faire des prévisions, c'est-à-dire pour estimer une caractéristique (par

exemple le poids) en utilisant la mesure d'une autre caractéristique indépendante (par exemple le diamètre).

Erreur d'échantillonnage - Différence entre la vraie valeur d'un paramètre de la population d'origine et la valeur estimée à partir de l'échantillon. Cette erreur est due au fait que la valeur a été calculée à partir d'un échantillon et non à partir de la population entière (Marriott, 1990). Cette erreur est différente de celle due à une sélection imparfaite, un biais, ou des erreurs d'observation ou de relevé. C'est une mesure de la variation des estimations entre les différentes placettes. Elle est généralement donnée en pourcentage de la moyenne globale.

Estimateur de l'échantillon - Valeur du paramètre de la population, estimée au moyen d'un échantillonnage de cette population (par exemple la moyenne).

Exactitude - Mesure de la proximité de l'estimateur de l'échantillon avec la vraie valeur de la population. Il est impossible de mesurer l'exactitude directement sans connaître la vraie valeur de la population. On suppose que l'exactitude est élevée si un estimateur de l'échantillon est non biaisé et précis.

Énumération - Liste de données. Dans un inventaire forestier - le processus de mesure des paramètres spécifiques, tel que demandé par le protocole. Les données d'énumération sont le résultat de l'énumération (Helms, 1998).

Herbier - Lieu où les collections de référence des plantes sont conservées, souvent associé avec les jardins botaniques ou les muséums d'histoire naturelle.

Histoire de vie - Présentation continue et descriptive des habitudes et du cycle de vie d'un organisme, c'est-à-dire de ses activités et de leur durée (Helms, 1998).

Inventaire de biodiversité - Liste d'entités biologiques sur un site ou dans une zone particulière (Stork & Davis, 1996).

Inventaire forestier - 1) Ensemble de méthodes d'échantillonnage objectives et destinées à quantifier la distribution spatiale, la composition et les taux de changements des paramètres de la forêt, avec des niveaux de précision déterminés et pour un objectif de gestion. 2) Liste (énumération) des données issues d'une telle étude (Helms, 1998).

Modèles matriciels - Modèles mathématiques qui prédisent les populations futures en utilisant des probabilités pour calculer les chances de survie des individus, leur croissance, leur mortalité et leur reproduction.

Multi-disciplinaire - A partir d'une large gamme de discipline, comme par exemple l'ethnobotanique, l'agro-écologie, l'écologie humaine.

Phénologie - Floraison et fructification des plantes.

Placette - Vient d'une unité physique d'une partie de territoire. Son interprétation est maintenant beaucoup plus générale en fonction du sujet traité dans une étude particulière (cf. Unité d'échantillonnage) (Marriott, 1990).

Plan d'échantillonnage - Utilisé ici pour signifier un ensemble de règles ou spécifications pour sélectionner un échantillon de manière non équivoque (Marriott, 1990).

Population - Ensemble de tous les individus ou entités à partir desquels l'échantillonnage est conçu (Marriott, 1990).

Précision - Mesure du degré avec lequel les estimations de l'échantillon se regroupent autour de la moyenne. Une estimation précise a une faible erreur d'échantillonnage.

Protocole - Procédure formelle pour réaliser un inventaire spécifique. Les protocoles sont utilisés à deux niveaux : 1) sur le terrain - instructions concises, souvent écrites, qui ne laissent aucune ambiguïté sur les modalités de traiter les difficultés courantes sur le terrain (par exemple où mesurer un arbre penché, ou comment mesurer les distances sur des pentes) et qui sont utilisées en formation ou comme référence pendant la durée du travail. 2) dans les rapports - description très concise du plan d'échantillonnage, qui fournit les détails suffisants des méthodes de terrain pour permettre une répétition de l'étude (Helms, 1998).

Recrutement - Nouveaux individus rejoignant la population, par exemple grâce à une naissance ou une germination.

Rendement - Récolte d'un produit, réelle ou estimée, d'origine animale ou végétale, exprimée par des nombres ou des poids, ou par une proportion de la population, sur une période de temps donnée (modifié d'après Helms, 1998).

Rendement durable - Utilisation des ressources vivantes, à des niveaux d'exploitation et d'une manière qui permettent à ces ressources de fournir indéfiniment produits et services. Le rendement soutenu signifie l'utilisation de l'intérêt et non du capital de la base ressource. Il a pour objectif de maintenir les processus écologiques essentiels et les systèmes à l'origine de la vie, de préserver la diversité génétique et de conserver et améliorer les qualités environnementales liées à la productivité. Il cherche à ne pas désavantager les générations futures (Gilpin, 1996).

Répétition - Exécution d'une expérience ou d'une étude plus d'une fois, de manière à augmenter la précision ou obtenir une estimation plus proche de l'erreur d'échantillonnage (Marriott, 1990).

Sélection aléatoire - Un échantillon choisi parmi une population définie est dit aléatoire si tous les échantillons possibles ont une même probabilité d'être choisis (Marriott, 1990).

Spécimens de détermination - Spécimens botaniques collectés durant une étude pour être comparés avec un matériel de référence dans le but de déterminer leur identité.

Stratification - Division de la population en différentes parties, nommées strates, spécialement avec l'objectif de sélectionner un échantillon, une proportion définie de l'échantillon étant ensuite sélectionnée dans chaque strate (Marriott, 1990).

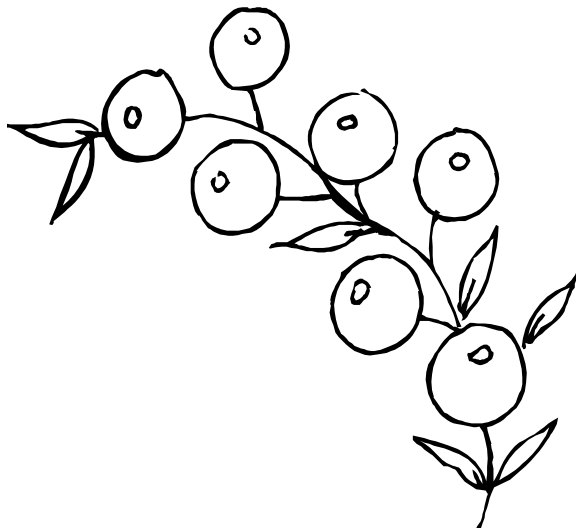
Tableau de rendement - Tableau qui peut être utilisé pour estimer le rendement, basé sur une simple mesure de taille. Par exemple, le tarif de cubage, qui est utilisé pour estimer le volume du bois d'œuvre à partir du diamètre d'un arbre. Le tableau de rendement est en général dérivé d'une équation de régression.

Tableau de vie - Résumé à un âge donné de la mortalité et de la survie d'une population, spécifiant en général les causes de mortalité (comme par exemple l'exploitation) (Helms, 1998).

Unités d'échantillonnage - Unités résultant de la population divisée, ou considérée comme telle, et qui peuvent être sélectionnées dans l'échantillon. Chaque unité est considérée comme un individu et indivisible une fois que la sélection est faite. La définition de l'unité peut avoir une base naturelle, comme par exemple les ménages, les personnes, les unités de produit, etc., ou arbitraire, comme par exemple la surface définie par une grille de points sur une carte (Marriott, 1990). Les unités d'échantillonnage peuvent également être des unités de temps fixées, pendant lesquelles les échantillons sont pris.

Bibliographie du glossaire :

- Gilpin, A. 1996. Dictionary of environment and sustainable development. Wiley. 247 pp.
- Helms, J.A. 1998. Dictionary of forestry. Society of American Foresters and CABI Publishing. 210 pp.
- Marriott, F.H.C. 1990. A dictionary of statistical terms. Fifth edition. Longman. 223 pp.
- Porkess, R. 1988. Dictionary of statistics. Collins. 267 pp.
- Shorter Oxford English Dictionary.
- Stork, N. & Davies J. 1996. Biodiversity inventories. pp. 1-34. In: HMSO. *Biodiversity assessment. A guide to good practice. Field manual 1. Data and specimen collection of plants, fungi and microorganisms*. HMSO, London. 82 pp.



Résumé

Cette publication a pour objet de constituer un matériel de référence dans le domaine des inventaires en produits forestiers non ligneux (PFNL). A travers une revue et une analyse d'expériences, elle fournit une vue d'ensemble de la biométrie pour la conception des inventaires de PFNL. Elle contient en particulier :

- la description d'une large gamme d'approches utilisées et développées à ce jour et leur pertinence biométrique ;
- une sélection appropriée de méthodes biométriques pour quantifier les ressources dans différentes situations et pour différents produits.

Après avoir présenté le sujet et son contexte dans la Section 1, la Section 2 propose une réflexion sur le rôle et le besoin d'évaluations fiables sur le plan biométrique : pourquoi l'évaluation des ressources est-elle nécessaire ; à quoi ressemble une évaluation biométrique des ressources ; quelle est la qualité biométrique des méthodes actuelles d'inventaires de PFNL ; et pourquoi les évaluations de ressources devraient fournir des données biométriques.

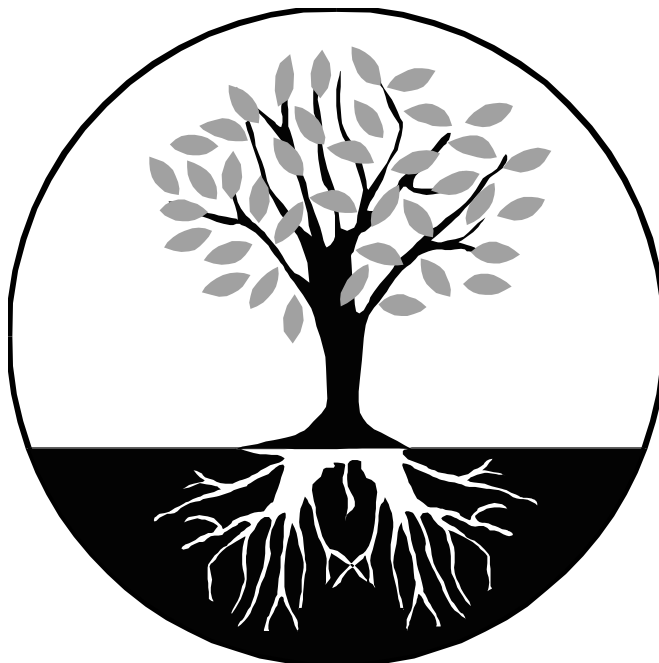
La Section 3 est une revue des méthodes quantitatives actuellement utilisées dans les inventaires, alors que la Section 4 considère la contribution potentielle des approches non quantitatives pour les évaluations biométriques. Un élément clé est que les approches quantitatives et qualitatives peuvent être complémentaires l'une de l'autre, si elles sont utilisées correctement.

Les approches pour concevoir des évaluations fiables sur le plan biométrique sont discutées dans la Section 5, qui comprend les éléments suivants : l'importance et l'application de la biométrie dans la conception des inventaires ; un outil d'aide à la décision avec une approche pas à pas pour concevoir un inventaire ; les besoins de planification pour l'analyse et la présentation des données ; et certains besoins dans le domaine de la recherche.

Cette publication sera particulièrement intéressante pour ceux qui possèdent déjà une connaissance de base dans le domaine des inventaires. Elle a été réalisée à partir des résultats de l'avant-projet ZF0077 du Programme de recherche forestière (FRP) sur la biométrie des méthodes actuelles d'évaluation des ressources de PFNL.

Section 1 Introduction

Cette section évoque les objectifs de la présente publication, décrit son contexte et précise l'approche utilisée pour la préparer.



1.1 Les objectifs de cette publication

Cette publication est un outil pour ceux qui veulent en savoir plus sur les inventaires servant à quantifier et à planifier la gestion des produits forestiers non ligneux (PFNL).

Cette publication devrait constituer un matériel de référence dans le domaine des inventaires de produits forestiers non ligneux (PFNL). A travers un examen et une analyse d'expériences, elle contient les informations suivantes :

- une large gamme d'approches utilisées et développées à ce jour et leur pertinence biométrique ;
- une aide aux praticiens pour décider si une méthode biométrique est nécessaire;
- un guide pour la conception et la sélection de méthodes biométriques appropriées pour quantifier les ressources dans différentes situations et pour différents produits.

Cette publication sera particulièrement intéressante pour ceux qui possèdent déjà une connaissance de base dans le domaine des inventaires. Il ne s'agit pas d'un manuel - des manuels sur la réalisation d'inventaires seront prochainement publiés par la FAO (sous presse).

1.2 Qu'est-ce qu'un PFNL ?

Malgré de nombreuses discussions, il n'existe pas encore de consensus sur la terminologie pour décrire les PFNL. De nombreux termes différents ont été développés concernant les PFNL. Même les termes "forêts" et "produits" peuvent être discutés.

Un élément clé dans les définitions de PFNL est qu'elles excluent le bois d'œuvre, et que le produit, bénéfice ou service, doit provenir d'une forêt ou d'un arbre sur des terres non forestières. Au cœur du concept, il y a l'idée que le produit présente un intérêt d'utilisation pour la société humaine. En tant que telle, toute partie de n'importe quelle plante ou animal, récoltée pour être utilisée, peut être décrite comme un PFNL.

La FAO a adopté comme définition de travail la définition suivante :

"Les produits forestiers non ligneux sont des biens d'origine biologique autres que le bois, provenant des forêts, d'autres terrains boisés ou provenant d'arbres hors forêts" (FAO, 1999).

Le terme de PFNL diffère de celui couramment utilisé pour décrire les produits forestiers non ligneux en excluant toute partie ligneuse, alors que les PFNL incluent le bois utilisé qui n'est pas du bois d'œuvre. Il reste cependant de nombreuses zones d'ombre entre les deux termes.

Les systèmes de classification des PFNL

De nombreux efforts ont été déployés pour classer les PFNL, mais il n'existe pas de classification unique utilisée par tous. Jusqu'à ce jour, les classifications sont souvent utilisées en fonction des objectifs particuliers poursuivis. Les systèmes de classification sont utiles pour : aider à rédiger des rapports ; fournir les bases nécessaires pour le développement de la compréhension sur les utilisations et sur la demande concernant ces produits ; ou aider à harmoniser les différentes méthodologies concernant les ressources. Il existe une grande variété de classifications des PFNL,

bien qu'il y ait une certaine cohérence au sein des disciplines concernées. Il existe un certain nombre d'approches générales qui proposent une classification différente en fonction des produits, des utilisations finales, de la taxonomie, des caractéristiques de gestion ou encore de la forme de vie (voir l'Annexe 1 pour plus de détails).

Les classifications basées sur les produits ou les utilisations finales ont tendance à ignorer l'origine du produit, mais elles peuvent faciliter leur reconnaissance sur le marché. Cela peut être utile pour déterminer l'importance de ces produits dans les économies nationales et internationales. Aussi, les données basées sur ces classifications sont-elles souvent l'unique source de statistiques sur les PFNL et en tant que telles, elles constituent au moins un point de départ important pour évaluer les ressources.

Très peu de classifications de PFNL sont construites avec pour objectif d'évaluer ou d'inventorier les ressources. Celles qui sont généralement disponibles distinguent de manière grossière les plantes en fonction de leur forme de vie : les herbes, les arbres, les arbustes, les rotins, etc. et reflètent une approche à dominante forestière. Trouver une classification appropriée est difficile, mais il est nécessaire de réaliser des groupements au sein de la diversité des PFNL. Il n'est pas réaliste de développer ou recommander une méthode différente pour chaque espèce. La Section 5 traite plus en détails de ce problème, dans le contexte de la conception d'un inventaire de PFNL.

Définitions

Dans un but de clarté, quelques éléments clés sont définis ci-dessous. Le glossaire du présent document fournit une description plus complète des autres termes utilisés dans la publication.

- *Espèce ressource* : l'espèce à partir de laquelle un produit est récolté.
- *Évaluation de la ressource* : une évaluation de quelques aspects concernant la ressource, basée sur une information provenant de plusieurs sources. Ces données peuvent concerner des questions socio-économiques, le marché, ou encore la quantité et la qualité de la ressource.
- *Biométrie* : l'application de méthodes statistiques pour mesurer des objets biologiques.
- *Produit* : toute partie d'une plante ou d'un animal récoltée pour l'utilisation ou la consommation humaine.
- *Récolte durable* : la récolte qui peut être soustraite à la forêt d'une manière durable. Cette récolte est généralement déterminée à l'avance en utilisant un modèle de rendement et prévue dans un plan de gestion.

1.3 Contexte

Pourquoi les PFNL sont-ils importants et pourquoi les mesurer ?

Historiquement, une grande variété de produits provenant de la forêt ont été utilisés par l'homme. Néanmoins, le développement de l'aménagement forestier s'est focalisé sur le bois d'œuvre, marginalisant ainsi les autres produits. "L'aménagement forestier" a progressivement signifié "aménagement pour le bois d'œuvre".

L'intérêt pour le bois d'œuvre s'est accru lorsque le bois a de plus en plus été perçu comme le produit économique principal issu des forêts. Cette évolution de la perception a plusieurs causes :

- des PFNL historiquement importants - comme le caoutchouc, le chicle et la gomme copal, ont été remplacés par des produits synthétiques ;
- la domestication de PFNL - tels que l'huile de palme, le caoutchouc et le cacao qui sont maintenant cultivés à grande échelle en plantations comme cultures agricoles, plutôt que récoltés à partir d'une forêt naturelle ;
- un manque de conscience des institutions à l'égard des populations locales et de leur dépendance vis-à-vis des PFNL pour leur subsistance ou leur négoce.

La reconnaissance du rôle des PFNL dans les moyens de subsistance des communautés a été importante pour stimuler l'intérêt qui a inscrit les PFNL à nouveau dans l'aménagement forestier. Les conservateurs, les forestiers, les acteurs du développement et les peuples indigènes portent actuellement un grand intérêt aux PFNL, particulièrement pour leur potentiel en vue de :

- la création de revenus pour le développement rural ;
- un partage plus équitable des avantages provenant de la forêt ;
- une participation des populations locales dans la gestion forestière.

Le développement des PFNL pour la subsistance ou la commercialisation devrait idéalement être basé sur une exploitation durable des produits. Pour déterminer des niveaux de récolte biologiquement durables, il doit y avoir un minimum d'informations fiables disponibles sur l'espèce ressource : l'abondance, la distribution et la biologie de reproduction.

Ce type d'informations peut être obtenu à partir d'un certain nombre de sources, incluant la connaissance informelle collectée auprès des populations indigènes, tout autant que les recherches scientifiques formelles. L'évaluation formelle des ressources en PFNL dans les pays en développement est relativement nouvelle et a reçu peu d'attention jusqu'à aujourd'hui. Les chercheurs et praticiens ont développé des méthodologies, mais celles-ci sont typiquement adaptées à des situations spécifiques locales ou à des espèces ressources particulières, et sont souvent basées sur les méthodes d'inventaire conçues pour le bois d'œuvre. Il est nécessaire de consolider cette expérience de façon à promouvoir des méthodologies communes, appropriées et fiables. Des approches rigoureuses sur le plan biométrique constituent un élément clé pour assurer des données fiables statistiquement et à partir desquelles un aménagement peut être conçu.

1.4 Approche, portée et limites

Sur quelle information est basée la présente publication ?
 Quelles en sont les limites ?
 Comment la publication est-elle structurée ?

Histoire et fondements de cette publication

Cette publication a été réalisée à partir des résultats de l'avant-projet ZF0077 du Programme de recherche forestière (FRP) sur la biométrie des méthodes actuelles d'évaluation des ressources en PFNL. Ce projet a permis l'organisation d'un atelier qui a réuni une gamme de personnes s'intéressant à l'évaluation des PFNL, pour discuter de la nécessité des évaluations quantitatives et décider des thèmes de recherche prioritaires. Une information de base a été fournie aux participants sous forme d'un document de synthèse, traitant principalement de la fiabilité statistique des résultats issus d'un inventaire de ressources. Ce document, ainsi que le rapport de l'atelier, sont tous deux disponibles dans le CD-ROM ci-joint.

Le document de synthèse aborde les disciplines suivantes :

- inventaire de la biodiversité;
- techniques de science sociale, par exemple la connaissance des indigènes et les enquêtes sur les ménages;
- les méthodes de l'anthropologie, par exemple l'ethnobotanique et l'ethnobotanique quantitative;
- les méthodes économiques, par exemple les études d'évaluation, de marché et de revenus;
- les inventaires quantitatifs des végétaux, par exemple l'inventaire forestier;
- la gestion de la faune sauvage; et
- l'autoécologie (l'étude de l'écologie propre à une espèce).

Cette publication est basée sur le document de synthèse et les débats qui ont eu lieu lors de l'atelier. Elle considère en particulier les propriétés biométriques des différentes approches des inventaires de PFNL actuellement utilisés. Alors que la revue porte principalement sur des études réalisées en zone forestière, les principes évoqués restent également pertinents pour des PFNL récoltés dans des zones agroforestières, des fermes ou d'autres zones. Les informations présentées ont pour vocation d'être utilisées en milieu tropical, mais elles seront également pertinentes ailleurs.

Portée et limites de la publication

Le travail de synthèse a rassemblé environ 400 références, traitant soit des méthodes d'inventaire soit des évaluations de PFNL (ces références sont disponibles dans le CD-ROM ci-joint). Le critère d'inclusion des articles utilisés était que ceux-ci doivent concerner des ressources animales ou végétales qui sont exploitées par des populations. Les 126 études sélectionnées pour l'analyse biométrique devaient contenir la mention de certaines caractéristiques des ressources, comme par exemple son abondance, son taux de croissance, son rendement, ou décrire des méthodes de contrôle. Le CD-ROM ci-joint contient une base de données qui présente les différents protocoles utilisés dans les 126 études quantitatives, information pouvant être utilisée pour l'identification de lacunes et de bonnes pratiques.

L'examen sur lequel se base cette publication a couvert les éléments suivants :

- une expérience globale, provenant à la fois des régions tropicales et tempérées;
- des plantes et des animaux, incluant une grande diversité de formes de vie (les arbres ou assimilés étant les formes de vie les plus communément évaluées) ;
- différents produits : les PFNL contiennent une grande variété de parties provenant d'individus, depuis les fruits ou l'écorce, jusqu'à l'individu entier, plante ou animal ;
- des études de portée variable : depuis la recherche unique sur des échantillons, réalisée à travers un effort local, régional ou national, jusqu'aux évaluations internationales ;
- la littérature anglaise : le travail a été réalisé à partir d'une base documentaire anglaise, et ne contient que du matériel disponible en anglais ; et
- des articles publiés : les difficultés d'obtenir une littérature moins officielle ou "grise" en évitant le plus possible de voyager ont eu pour conséquence que l'examen est surtout basé sur une information publiée.

Le document de synthèse a limité sa portée aux PFNL définis comme suit :
“Tous les produits dérivés de ressources biologiques trouvés sur des terrains forestiers, mais n'incluant pas le bois d'œuvre ou le bois de feu”.

L'évaluation des ressources en PFNL est actuellement confuse et complexe, avec des approches nombreuses et redondantes. Ceci est dû à plusieurs raisons, incluant :

- la diversité des différents végétaux et animaux qui peuvent être des espèces ressources de PFNL (comme mentionné dans le Tableau 1) ;
- la variété des parties de plantes ou d'animaux qui peuvent être utilisées (voir le Tableau 2) ;
- la grande diversité des situations géographiques et culturelles ;
- la variété des différentes disciplines qui réalisent des études (sociologie, agriculture, zoologie, foresterie, botanique, etc.) ;
- la diversité des échelles utilisées dans les évaluations de ressources ;
- les buts différents recherchés dans les évaluations ; et
- le niveau de ressources disponibles.

Tableau 1: Nombre d'études prises en compte par type d'êtres vivants

Groupe	Type d'êtres vivants	No.	Groupe	Type d'êtres vivants	No.
Animaux	Mammifères	6	Champignons	Champignons	10
	Ongulés	5		Truffes	1
	Primates	4	Végétaux	Arbre	31
	Rongeurs	3		Arbuste	20
	"Animaux génériques"	3		Palmier	18
	Carnivores	7		"Plantes génériques"	16
	Insectes	2		Rotin	16
	Chauve-souris	1		Herbes	13
	Oiseaux	1		Bambou	10
	Poissons	1		Plantes grimpantes	5
	Insectivores	1		Epiphytes	1
	Marsupiaux	1			
	Musaraignes	1			
	Ecureuils	1			
	Escargots	1			

Tableau 2: Nombre d'études prises en compte par types de ressource végétale et par partie de plante utilisée

Type de ressource	Partie de la plante	Nombre d'études
Organes de reproduction	Fruit	24
	Noix / graine	2
	Semence oléagineuse	1
Exudats de plantes	Résine	1
	Sève	1
Structures Végétatives	Tige	20
	Feuilles	7
	Racine	2
	Ecorce	5
	Tubercule	1
	Bourgeon apical	1

Cette publication considère seulement la biométrie des approches utilisées pour quantifier les ressources en PFNL dans le milieu forestier. Cela inclut quatre éléments de la gestion des ressources en PFNL :

- connaître la localisation et la quantité de ressource présente dans la zone qui est en train d'être gérée ;
- déterminer le taux de croissance ou de régénération des niveaux actuels de ressource ;

- calculer un niveau de récolte ; et
- contrôler pour déterminer si l'exploitation est conforme aux objectifs recherchés.

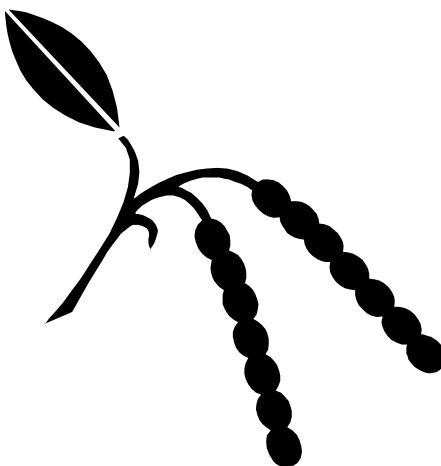
Pour s'assurer scientifiquement d'une bonne gestion, les données doivent provenir d'études fondées sur des principes statistiques - autrement dit, les données doivent être pertinentes du point de vue biométrique. Cet aspect est souvent négligé dans les études sur les PFNL.

Un "itinéraire" à travers le document

La publication est organisée en sections, qui traite chacune des éléments suivants :

Section 2	Le rôle de la biométrie dans l'évaluation des ressources en PFNL	<p>Cette section traite des points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none">• pourquoi l'évaluation des ressources est-elle nécessaire• à quoi ressemble une évaluation biométrique des ressources• la qualité biométrique des méthodes actuelles d'inventaires de PFNL• pourquoi les évaluations de ressources devraient fournir des données biométriques
Section 3	Etudes quantitatives des PFNL	<p>Cette section décrit l'expérience actuelle dans le domaine de l'évaluation des ressources en PFNL. Elle couvre :</p> <ul style="list-style-type: none">• les inventaires• les mesures de rendement• les études de croissance• la détermination des niveaux de récolte• le contrôle
Section 4	Contributions des autres approches à l'estimation des ressources en PFNL	<p>Cette section présente des approches qui sont typiquement moins quantitatives, et évalue leur valeur biométrique et leur pertinence pour l'inventaire des PFNL. Ces approches sont :</p> <ul style="list-style-type: none">• les inventaires de la biodiversité• les techniques de la science sociale• les perspectives culturelles• l'ethnobotanique• les méthodes économiques

Section 5	Concevoir un inventaire biométrique de PFNL	<p>Cette section aidera le lecteur à considérer :</p> <ul style="list-style-type: none">• l'importance et l'application de la biométrie dans la conception d'un inventaire• un outil d'aide à la décision avec une approche pas à pas pour concevoir un inventaire biométrique• les besoins de planification pour l'analyse et la présentation des données• la mise en évidence de quelques besoins pour la recherche
Section 6	Références bibliographiques	<p>Cette section finale fournit au lecteur le détail des publications citées et une information utile sur une bibliographie appropriée pour une lecture complémentaire.</p>
Section 7	Annexes	<ul style="list-style-type: none">• classification des PFNL – exemples d'approches utilisées• comprendre les placettes et sous-placettes• exemple de résultats d'inventaire de PFNL• quelques méthodes d'échantillonnage actuellement utilisées et récentes• institutions et sites Web utiles



Section 2 Le rôle de la biométrie dans l'évaluation des ressources en PFNL

Cette section traite des points suivants :

- Pourquoi l'évaluation des ressources est-elle nécessaire ;
- A quoi ressemble une évaluation biométrique des ressources ;
- La qualité biométrique des méthodes actuelles d'inventaires de PFNL ;
- Pourquoi les évaluations de ressources devraient fournir des données biométriques.



2.1 Le rôle de l'évaluation de la ressource dans l'exploitation durable des PFNL

L'évaluation des ressources peut examiner :

- Quelles sont les ressources commercialement rentables ;
- Quelles sont les conséquences de l'exploitation sur la ressource ;
- L'évaluation peut-elle renseigner une gestion sensée et appropriée des ressources de PFNL.

A lire également:
Peters, 1994;
Peters, 1996a;
Hall & Bawa,
1993

Qu'est-ce qui est évalué ?

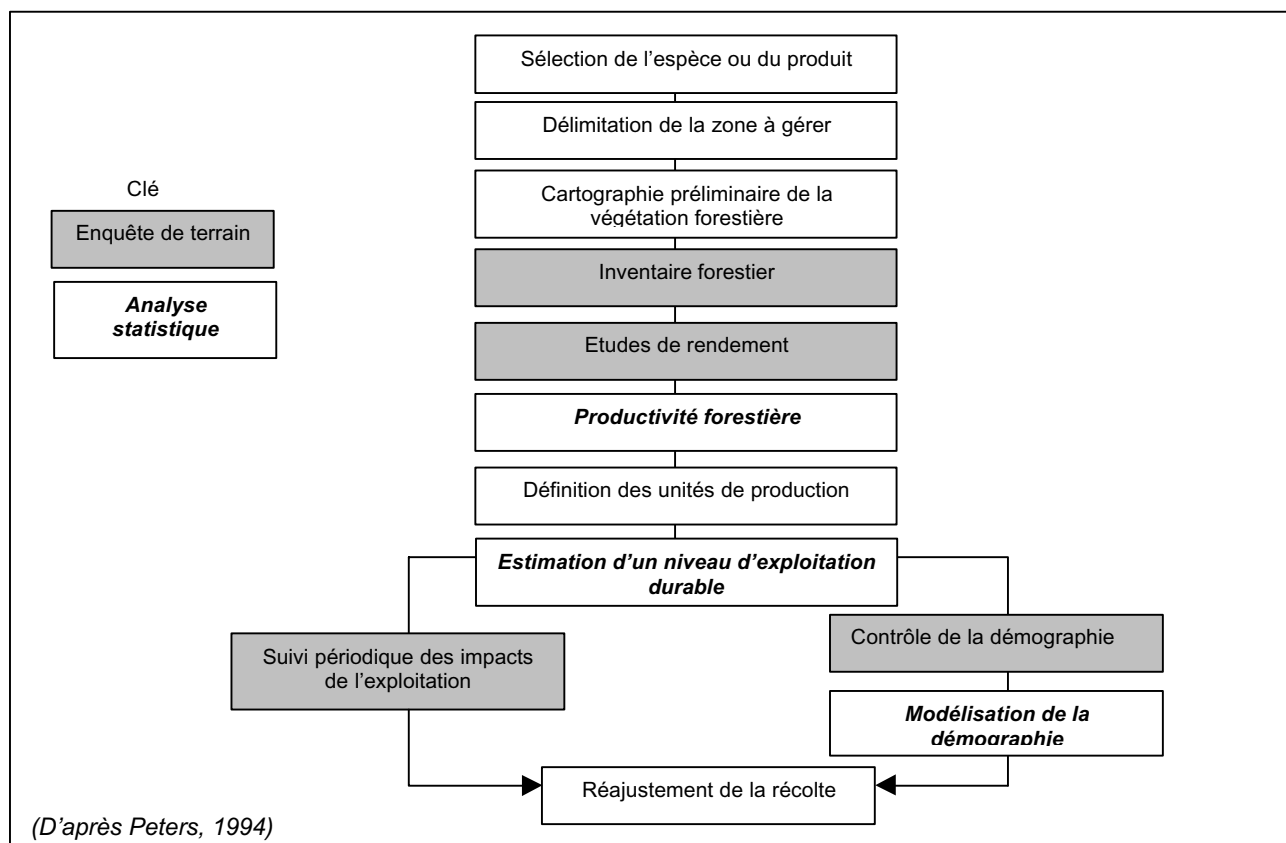
Il existe différents type d'évaluations ou d'études qui peuvent fournir des informations sur le développement et la gestion des ressources en PFNL.

Les approches peuvent se concentrer sur l'un des deux aspects suivants :

- la ressource elle-même de PFNL, en prenant en compte son abondance ou son potentiel comme ressource future, à travers un inventaire de la ressource ;
- son utilisation sur le marché, avec des études de marché ou de produits, des inventaires de biodiversité (liste des espèces) et des études culturelles.

Un processus d'évaluation idéal devrait commencer avec la sélection des espèces ou produits, et inclure une étude de marché, un inventaire de la ressource, une évaluation de la croissance et des prévisions de rendement, la détermination des niveaux d'exploitation durable, la planification de la gestion et un suivi. Une stratégie possible est décrite dans le diagramme de la Figure 1, qui présente les éléments principaux des conditions requises pour l'évaluation des ressources. Quelle que soit l'approche choisie, l'évaluation des ressources joue un rôle clé dans la gestion des PFNL.

Figure 1: Diagramme de la stratégie de base pour la gestion durable des PFNL



Tout programme de développement concernant les PFNL devrait inclure une évaluation ou une étude à tous les niveaux présentés dans le diagramme. Tous ces niveaux ne nécessitent pas forcément une évaluation formelle, étant donné que l'information peut déjà être disponible ou collectée grâce à des méthodes informelles. Les parties en grisé du diagramme montrent les étapes où les évaluations de terrain devraient idéalement fournir des données rigoureuses sur le plan biométrique, et fiables sur le plan statistique. Pour ces évaluations, des méthodes quantitatives devraient être utilisées.

Pour cela, la simple adaptation des techniques forestières est difficile, du fait de la grande variété des éléments suivants :

- les objectifs de l'évaluation ;
- les formes de vie considérées et leur détection sur le terrain ;
- les distributions : les PFNL sont souvent par bouquets, plutôt que répartis uniformément dans une zone ;
- la productivité saisonnière : certains PFNL existent seulement à des périodes spécifiques ; et
- les niveaux de temps, d'argent et de compétence disponibles pour réaliser ces évaluations.

Qui réalise les évaluations ?

Les évaluations de PFNL sont réalisées ou commandées par une grande diversité d'acteurs, incluant les départements forestiers, les organisations d'aide et les communautés. Comme il peut y avoir de nombreuses raisons différentes pour réaliser les évaluations, les méthodes, connaissances et expériences sont dispersées parmi des personnes appartenant à des disciplines professionnelles très différentes. L'échange d'expériences entre les différentes disciplines est limité, et les thèmes, familiers pour les forestiers, peuvent être inconnus des spécialistes de la faune sauvage et *vice versa*.

Cela signifie que le développement des méthodologies est irrégulier et inégal par rapport au diagramme idéal présenté ci-dessus. De plus, certaines disciplines peuvent ne pas considérer des produits qui sont importants pour d'autres : par exemple la faune sauvage n'est pas un domaine de travail typique d'un département forestier, et les évaluations quantitatives sont rares dans les approches de développement rural.

L'interdisciplinarité du travail est fondamentale pour combler certaines de ces lacunes. La collaboration aidera à réunir besoins et expériences et à développer et standardiser à la fois des méthodologies et une terminologie appropriées.

2.2 Pourquoi une information quantitative sur la ressource est-elle nécessaire?

Qui a besoin d'informations provenant des évaluations de ressource?

Il s'agit là d'une question importante car la raison d'une évaluation influence la manière dont elle sera réalisée.

La majorité des études publiées à ce jour sont réalisées au niveau local. Néanmoins il existe de nombreux inventaires de PFNL réalisés au niveau national qui ne sont pas publiés. Le Tableau 3 montre à quoi sert l'information sur les évaluations de ressources à différents niveaux.

Bien qu'il soit nécessaire de connaître les objectifs d'une étude avant de juger si des méthodes rigoureuses sur le plan biométrique sont nécessaires, il semble certain que les éléments essentiels à prendre en compte sont : comment échantillonner, mesurer, contrôler et analyser des études quantitatives de ressources en PFNL. Il existe un besoin particulièrement fort de méthodes fiables pour mesurer la distribution et quantifier la ressource, à différentes échelles d'études, de l'échelle locale à l'échelle internationale.

Tableau 3: Utilisations de l'information provenant des évaluations de ressources aux différentes échelles d'étude

Niveau local	<ul style="list-style-type: none"> déterminer des taux d'exploitation durable contrôler l'état de la ressource faire la démonstration de la gestion durable pour persuader les autorités à autoriser l'exploitation
Niveau national	Planification stratégique, comprenant : <ul style="list-style-type: none"> décision d'autoriser ou non des quotas d'exportation possibilité de promouvoir une production intensive
Niveau international	Information sur les espèces menacées, par exemple CITES NB: Cette information repose le plus souvent sur des données recueillies au niveau national
Autres (en général international)	Forums de discussion : <ul style="list-style-type: none"> critères et indicateurs pour un aménagement forestier durable écocertification Convention sur la diversité biologique

Besoins locaux

Généralement, des données de niveau local sont exigées dans la préparation de plans de gestion détaillés pour des secteurs spécifiques produisant des PFNL. Il y a un débat sur le niveau de rigueur biométrique nécessaire pour ces données (voir ci-dessous). Cependant, il semble qu'il y ait un besoin urgent pour les communautés d'acquérir la capacité de préparer des plans de gestion "durable". Sans une base biométrique suffisamment solide des plans d'aménagement, beaucoup d'autorités régulatrices sont peu disposées à libérer des terrains pour la gestion communautaire. C'est le cas dans les négociations sur les droits d'utilisation des terres accordés aux communautés en Bolivie, au Brésil, au Mexique, au Cameroun et au Zimbabwe.

Dans d'autres pays, comme en Indonésie, l'inventaire biométrique des ressources peut être important pour établir des droits du sol des populations indigènes et garantir la compensation adéquate pour la perte d'accès à l'exploitation des PFNL.

Politique nationale et planification stratégique

Au niveau national ou régional, des données sont nécessaires pour les objectifs suivants :

- Opportunités économiques* : des données fiables sont nécessaires dans la planification pour l'investissement ou le développement d'un secteur, par exemple, en examinant l'utilisation potentielle de résine de pin comme matière première pour des industries chimiques (la térébenthine, la colophane), du rotin pour les meubles, des tanins comme produit de substitution des polyphénols importés, des colles pour la production de contre-plaqué, etc. Des données rigoureuses sur le plan biométrique sont également utilisées pour déterminer une politique, comme par

exemple, les motivations financières pour la substitution de produits d'importation ou la promotion des exportations (par exemple, les tarifs d'importation).

- *Développement social* : des données fiables sont nécessaires pour déterminer le rôle potentiel des PFNL dans les programmes de développement rural.
- *Gestion environnementale* : la conservation et l'exploitation durable des PFNL doivent être basées sur des données quantitatives.

Exigences de données : détails et contraintes

Etat de la ressource : la première considération est de décider sur quelle espèce se fera la collecte d'information. Cela exige une certaine connaissance de base des espèces à exploiter, leurs produits et leur distribution. Une information de base pourrait aussi être nécessaire sur ce qui est récolté, le lieu de la récolte, la distribution spatiale, les rendements potentiels ou réels, les techniques et niveaux d'exploitation.

Les inventaires forestiers nationaux (IFN) (ou le recensement agricole dans le cas des produits cultivés) peuvent rassembler des informations sur les PFNL. L'inventaire à ce niveau exige une grande rigueur biométrique. Au niveau de l'unité de gestion ou au niveau opérationnel (NUG), une rigueur biométrique moins bonne peut être acceptable selon la taille de l'unité. La collecte de données peut varier de l'évaluation de quelques échantillons à un recensement de la ressource de type enquête. En plus des données quantitatives, les informations suivantes sont aussi souvent nécessaires :

Aspects sociaux. L'information peut être nécessaire sur :

- la propriété et/ou l'accès aux ressources/espèces (propriété privée ou publique, tendances) ;
- le degré de dépendance des moyens de subsistance aux ressources (qui, où et comment sont récoltées les ressources) ;
- impact des autres secteurs (agriculture, marché du travail, fermiers) ; et
- le processus décisionnel dans le pays (cycles de planification).

Aspects économiques. L'information est nécessaire sur :

- quelle est l'importance des investissements dans le domaine des PFNL pour l'économie nationale, quelles sont les tendances ;
- l'influence des marchés nationaux et internationaux (produits de substitution pour les PFNL et entre les PFNL) ; et
- les possibilités financières : associations, prêts et incitations financières de la Banque mondiale, etc.

Aspects institutionnels et politiques. L'information peut être nécessaire sur :

- la législation et les règles (forestières) (droits sur les PFNL dans les concessions forestières); et
- les besoins de formation/éducation.

Information pour les accords internationaux/régionaux. Des statistiques et d'autres informations sur la disponibilité et l'utilisation de la ressource, comme par exemple des données sur la distribution, la quantité de ressource, la production et le commerce.

Critères et indicateurs

Depuis quelques années, l'intérêt international croissant pour l'aménagement durable des forêts a créé un besoin d'outils de mesure pour évaluer si une forêt est gérée d'une manière durable ou non. Les critères et indicateurs (C&I) d'aménagement durable des forêts (ADF) sont apparus comme un outil pour mesurer et suivre les progrès réalisés en faveur de l'ADF. À la fin de l'année 2000, 149 pays participaient à un ou plusieurs processus de C&I au niveau écorégional (FAO, 2001).

Les critères définissent les éléments essentiels permettant de juger la qualité de gestion d'une forêt. Chaque critère est défini par des indicateurs quantitatifs ou qualitatifs, qui peuvent être mesurés et contrôlés pour déterminer l'impact de l'aménagement forestier dans le temps.

Les indicateurs constituent fondamentalement une forme de protocoles de suivi de l'aménagement forestier. De même pour les PFNL, il est nécessaire de développer des méthodologies d'évaluation, comme recommandé dans cette publication. De bonnes évaluations de la ressource en PFNL sont fondamentales pour la connaissance de son état actuel et de ses tendances d'évolution dans l'avenir. Une question clé concerne le niveau de rigueur biométrique nécessaire dans les évaluations des indicateurs, car cela influence l'ensemble du protocole d'échantillonnage.

Ecocertification

Au cours de la dernière décennie, on a assisté à une forte orientation vers l'écocertification forestière et des produits forestiers, en partie en réponse aux préoccupations des organisations non gouvernementales (ONG) concernant le faible niveau de l'aménagement des forêts. L'écocertification est la vérification indépendante que certains éléments de base de la gestion forestière sont bien réalisés par le gestionnaire. Un certificat d'écocertification couvre une zone spécifique d'une forêt pour une période déterminée. Il implique normalement la traçabilité du produit au sein du marché grâce à son étiquetage certifiant sa provenance d'une forêt écocertifiée.

Il existe différentes approches de l'écocertification des PFNL :

- l'écocertification d'unité d'aménagement forestier : elle s'intéresse à de nombreux aspects de la gestion forestière, y compris les aspects environnementaux et sociaux;
- l'écocertification environnementale/biologique : elle se concentre sur la manière avec laquelle le produit a été réalisé, en certifiant qu'aucun produit chimique ni additifs artificiels ne sont utilisés; et
- l'écocertification orientée vers la population (le commerce équitable) : elle assure que les producteurs locaux tirent un juste revenu de leur produit.

Les évaluations de PFNL sont utiles principalement dans l'écocertification de l'aménagement forestier, où l'évaluation des impacts de la gestion au niveau de l'unité de gestion forestière est importante. De nouveau, la question de la rigueur biométrique est importante car les inspecteurs de l'écocertification doivent savoir comment évaluer de manière fiable et cohérente les données sur la récolte et le contrôle.

Contrôle des espèces menacées

Le contrôle des espèces menacées par la surexploitation joue un rôle fondamental pour éviter l'aggravation du déclin des populations concernées.

Le contrôle des espèces menacées par la surexploitation est d'habitude réalisé grâce aux statistiques sur le commerce et l'exploitation. Par exemple, le commerce international des espèces protégées par la CITES est contrôlé par les statistiques sur l'importation et l'exportation, et TRAFFIC utilise les saisies d'ivoire pour donner des informations sur le niveau des populations d'éléphants.

Cela est peut-être la manière la plus facile d'obtenir des informations sur des espèces très commercialisées, mais de telles évaluations ne donnent aucune information au niveau du terrain et ne peuvent pas constituer des éléments fiables pour connaître l'état réel des populations concernées.

Tant qu'une meilleure information au niveau du terrain ne sera pas largement disponible, il paraît probable que les grandes décisions politiques internationales seront prises sur la base d'une connaissance peu fiable du marché.

2.3 Qu'est-ce qui rend une étude biométriquement rigoureuse ?

Que signifie "étude biométriquement rigoureuse" ?

Il ne s'agit pas seulement de collecter des informations quantitatives - des *principes statistiques* doivent être respectés tout au long de l'évaluation. Les principes les plus importants sont liés à :

- l'objectivité dans la conception de l'échantillonnage ;
- le nombre d'échantillons utilisés ; et
- l'indépendance des observations.

L'avantage principal d'une évaluation biométrique est que la précision et l'exactitude des résultats peuvent être calculés. Cela signifie qu'il est possible d'avoir un certain niveau de confiance dans les résultats. La précision nous informe sur le niveau de disparité des échantillons étudiés, tandis que l'exactitude permet de mesurer la différence entre les estimations et la réalité (ou la population).

Les statistiques conventionnelles nous permettent de calculer la précision des résultats (exprimés généralement avec l'erreur d'échantillonnage - voir l'encadré 1).

Précision et exactitude.

Des données de bonne qualité permettent une estimation de la précision et de l'exactitude. La *précision* est élevée quand les erreurs sont minimales.

L'*exactitude* est élevée quand la valeur moyenne estimée est proche de celle de la population entière.

Idéalement, les estimations issues des évaluations devraient être à la fois précises et exactes.

Encadré 1: Calcul de l'erreur d'échantillonnage

Les erreurs d'échantillonnage (EE) sont une fonction de la variance des données. Elles permettent d'établir un intervalle de confiance pour le calcul de la moyenne. Cela signifie qu'une moyenne de 12,5 avec une EE% de 20 pour cent suggère que la moyenne réelle de la population a 95% de chance d'être dans un intervalle de 20 pour cent autour de 12,5, c'est-à-dire entre 10 et 15. L'erreur d'échantillonnage peut être calculée de la manière suivante :

\bar{y} = Moyenne de l'échantillon

S_y = Ecart type

$t_{1-\alpha}$ = valeur de t au niveau de probabilité 0.05

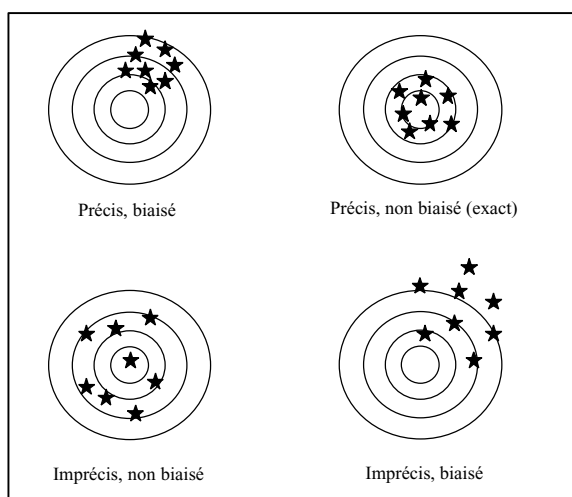
L'erreur-type de la moyenne $S_{\bar{y}} = \frac{S_y}{\sqrt{n}}$

L'erreur d'échantillonnage EE% = $\frac{S_{\bar{y}} \cdot t_{1-\alpha} \cdot 100}{\bar{y}}$

NB : La EE% est l'intervalle de confiance à 95 pour cent exprimé comme un pourcentage de la moyenne.

Cependant, il est impossible de calculer leur exactitude sans connaître la vraie valeur et si nous la connaissions, nous n'aurions pas besoin d'échantillonner. La solution consiste à essayer de réduire au minimum le biais dans la conception de l'échantillonnage et faire l'étude aussi précisément que possible. Si la réponse est précise et si nous sommes raisonnablement sûrs qu'il n'y a aucun biais, alors nous nous attendons à ce que le résultat soit aussi exact. La Figure 2 illustre ces concepts avec la visée d'une cible dont le point central représente la vraie valeur.

Figure 2: Précision et exactitude d'une étude biométrique



Cela implique que, pour être considérée comme biométriquement rigoureuse, une étude a besoin d'être :

- sans biais – réalisée d'habitude au moyen d'une conception objective d'échantillonnage ; et
- précise – contrôlée d'habitude avec le nombre d'échantillons.

NB : un biais peu élevé peut être acceptable si les résultats sont précis et si le niveau de biais est connu.

Objectivité

L'objectivité consiste à minimiser le biais possible dû au choix subjectif des échantillons. En pratique, cela signifie choisir des échantillons en utilisant des règles prédéterminées et objectives, comme la prise d'échantillons aléatoire ou systématique (tombant aux intersections d'une grille). Un échantillonnage aléatoire, en utilisant des tables de nombres aléatoires pour sélectionner des échantillons situés sur une grille ("cadre d'échantillonnage"), devrait idéalement être utilisé. L'échantillonnage systématique assure une diffusion régulière des échantillons et peut être utile pour cartographier les distributions d'espèces. Avec l'échantillonnage systématique, il faut bien veiller à ce que les échantillons choisis ne s'alignent pas avec une caractéristique régulière du paysage, car cela apporterait un biais dans les résultats.

Il n'est pas acceptable de :

- choisir subjectivement des échantillons - par exemple, en choisissant délibérément un site parce qu'il est jugé typique de la zone d'étude ;
- choisir des échantillons d'une façon opportuniste - par exemple, en choisissant un site parce qu'il est accessible. Parfois, cela ne peut pas être évité, comme dans la forêt inondée d'Amazonie seulement accessible le long des voies navigables. Dans ces cas, le niveau possible du biais doit être évalué; et
- choisir au hasard les échantillons – par exemple, en jetant un quadrat par dessus l'épaule.

L'échantillonnage systématique utilise un cadre régulier d'échantillons.

Nombre d'échantillons

Le nombre d'échantillons est fondamental pour s'assurer que les résultats sont précis. La précision est mesurée par l'erreur d'échantillonnage d'une évaluation : plus l'erreur d'échantillonnage est minime, plus l'estimation est précise. Un grand nombre d'échantillons réduit l'erreur d'échantillonnage. Souvent les inventaires sont conçus pour donner une erreur d'échantillonnage spécifique (typiquement 10-20 pour cent) et il est donc important de savoir combien d'échantillons il convient d'utiliser.

Le nombre réel d'échantillons nécessaires dépend :

- du niveau de précision exigée;
- de la variabilité de la ressource : des populations fortement variables exigent plus d'échantillons que des populations homogènes pour donner la même erreur d'échantillonnage; et
- du coût d'accès et d'étude de chaque échantillon.

Il existe des méthodes pour décider du nombre d'échantillons nécessaires (voir l'encadré 12), mais elles exigent une connaissance initiale de la variabilité de la ressource. Cette connaissance est rarement disponible. D'une manière très générale, on peut considérer qu'un nombre d'échantillons supérieur à 30 est bon, alors qu'un nombre inférieur à 5 est probablement insuffisant.

Indépendance des observations

Idéalement, les échantillons ne devraient pas être proches les uns des autres et en aucun cas ils ne devraient pas se toucher. Ceci pour éviter que la présence d'une espèce dans un échantillon influence directement un autre échantillon où elle serait également présente. Par exemple, un grand arbre dans un échantillon pourrait influencer la possibilité qu'il y ait un autre

arbre ou des jeunes arbres dans l'échantillon adjacent. Les échantillons adjacents entraînent aussi des difficultés sur la manière de considérer les individus situés sur la frontière entre les deux échantillons.

2.4 Quelle est la qualité des méthodes actuelles?

Les méthodes actuelles sont-elles biométriquement adéquates ?

Les méthodes étudiées ont été évaluées en fonction des critères mentionnés ci-dessus, pour juger de leurs qualités et de leurs défauts sur le plan biométrique dans différentes zones d'étude.

Rapport de protocoles

Il était difficile de juger la qualité biométrique de bon nombre des 97 études de PFNL passées en revue parce que les protocoles n'ont pas fait l'objet d'une description suffisamment détaillée (voir le CD-ROM ci-joint pour le détail des études passées en revue).

Ceci est préoccupant car les informations issues des évaluations sont utiles seulement aux personnes non directement impliquées dans le travail, si ces évaluations ont fait l'objet d'une description adéquate, avec un protocole qui peut être évalué pour d'autres usages ou reproduit sur d'autres sites.

La description des protocoles doit clairement comporter les éléments clés suivants :

La conception du protocole d'échantillonnage : sans détails sur la distribution spatiale des échantillons, le lecteur peut supposer que l'échantillonnage a été réalisé de manière subjective et qu'il n'est donc pas fiable sur le plan biométrique. Seulement 14 pour cent des études passées en revue ont donné des détails adéquats.

Dimensions et nombres d'échantillons : bien qu'il s'agisse d'études quantitatives, 25 pour cent des études passées en revue ne réussissent pas à dire combien d'échantillons ont été utilisés. Dans quelques cas, on parvient à connaître l'information à partir des détails de l'échantillonnage systématique utilisé, mais cela ne devrait pas être nécessaire.

Les *techniques d'énumération* doivent donner des renseignements sur la localisation de chaque plante ou animal et sur la manière dont ils ont été comptés ou mesurés, mais de tels détails sont souvent faiblement mentionnés.

Objectivité dans les conceptions d'échantillonnage

Il existe une gamme de conceptions d'échantillonnage disponibles, y compris les recensements, les échantillonnages aléatoires, systématiques, stratifiés et expérimentaux, qui sont statistiquement bons et ont l'objectivité adéquate (voir le Tableau 4).

Tableau 4: Les différentes conceptions d'échantillonnage dans les études passées en revue

Conception	Nombre	% des études*
Recensement	5	6.0
Aléatoire	18	21.7
Systématique	24	28.9
Expérimental	3	3.6
Stratifié	21	25.3
Subjectif	18	21.7
Opportuniste	11	13.2

* Pourcentage de 83 études possédant une description du protocole d'échantillonnage choisi.

NB : la somme des pourcentages n'est pas égale à 100 car de nombreuses études combinent plusieurs types d'échantillonnage différents, comme p. ex. stratifié et aléatoire, etc.

Les principales erreurs rencontrées dans les protocoles d'échantillonnage sont dues :

- *Au choix subjectif de la localisation des échantillons* : ce n'est pas rare, malgré de fréquentes recommandations pour l'éviter. Le choix subjectif des échantillons ou des placettes réduit la fiabilité des estimations sur la population, parce que l'erreur d'échantillonnage ne peut pas être calculée. Le choix d'un échantillonnage subjectif peut être justifié, mais aboutira toujours à des données qui sont difficiles à généraliser. Un échantillonnage subjectif peut être justifié dans les cas suivants :
 - les individus sont rares, peu communs ou difficiles à trouver ;
 - on souhaite minimiser le nombre des échantillons (et donc le coût) en choisissant des sites "représentatifs" ;
 - le terrain est difficile et il y a des problèmes d'accès; et
 - on utilise un savoir local.

Le choix subjectif de sites peut être acceptable si les échantillons effectivement utilisés dans ces sites sont choisis de manière objective.

- *Au recours à un protocole d'échantillonnage opportuniste* : c'est-à-dire quand les échantillons sont choisis simplement parce qu'ils sont facilement accessibles ou parce qu'ils ne sont connus nulle part ailleurs. Alors que dans quelques cas cela peut sembler valable (par exemple le prélèvement de données sur des échantillons d'oiseaux le long d'un sentier), un biais est toujours possible.

Le nombre d'échantillons

Les estimations reposent souvent sur des échantillons limités. Par exemple, les études ethnobotaniques reposent souvent sur des échantillons d'un hectare (à l'origine cette taille a été choisie en utilisant des courbes zones-espèces, mais maintenant cette taille est devenue standard). Un hectare est considéré comme suffisant pour prendre en compte la plupart de la flore d'une région. Alors que cette méthode peut être acceptable pour décrire une flore, elle a une valeur limitée pour l'aménagement, d'autant plus que les placettes ou les échantillons sont souvent choisis subjectivement. D'une façon générale, 29 pour cent des estimations passées en revue ont moins de 5 échantillons, 30 pour cent ont entre 5 et 30 échantillons, et seulement 40 pour cent ont plus de 30 échantillons.

L'indépendance des échantillons

La distinction entre échantillons et sous-échantillons est souvent une source de difficultés.

Les échantillons doivent être indépendants les uns des autres pour éviter tout risque de relation entre eux. Les échantillons en contact ne doivent jamais être traités comme indépendants, mais plutôt comme sous-échantillons. Cependant, de nombreuses études considèrent les sous-échantillons contigus comme indépendants – c'est ce que l'on appelle la pseudo-répétition. L'Annexe 2 présente un diagramme qui explique la différence entre des échantillons et des sous-échantillons.

La valeur biométrique des études passées en revue

Le Tableau 5 montre la performance biométrique des différents types d'évaluation étudiés. Les principaux critères utilisés pour juger si une étude est biométrique ou non sont :

- une description adéquate des protocoles utilisés ;
- l'utilisation d'un échantillonnage objectif ;
- l'utilisation de plus d'une placette ; et
- l'utilisation de placettes indépendantes.

Tableau 5: Les qualités biométriques des études passées en revue

Type d'étude	Etudes	Description du protocole (%)	Biométrie-ment "bonne" (%)	Commentaires/Principales faiblesses
Biodiversité	3	66	0	Souvent subjectives mais justifiables?
Démographie	9	44	22	Souvent basées sur des placettes ou des peuplements uniques
Ethnobotanique	10	50	20	Incluent des données ethnobotaniques quantitatives
Expérimentale	5	80	80	Répétition insuffisante des traitements
Etudes de récolte	5	80	60	Répétition insuffisante des traitements
Inventaire de ressource	42	69	57	Placettes insuffisantes
Cartographie	3	0	33	L'échantillonnage biométrique n'est pas une préoccupation majeure?
Etudes de marché	2	50	0	Application de critères économétriques et non biométriques
Méthodologie	11	64	55	Problèmes avec des sous-échantillons contigus
Suivi	12	50	25	Application également de critères biométriques différents
Evaluation rapide	1	100	0	Rapidité et rigueur ne sont-elles pas compatibles?
Télédétection	2	0	0	Pas de description de protocole pour la validation
Utilisation de données secondaires	6	10	17	Pas de description de protocole sur l'ensemble des données de base utilisées
Enquêtes sociales	2	50	50	Application des critères sociométriques et non biométriques
Etudes de rendement	13	46	8	Sélection subjective des individus échantillonnés
Total des études	126	56	38	

Seulement 38 pour cent des 126 études passées en revue sont biométriquement adéquates par rapport aux quatre critères, alors qu'environ 43 pour cent des inventaires de ressource et 90 pour cent des études de rendement ne sont pas satisfaisantes. Cependant, 56 pour cent des études n'ont pas été suffisamment détaillées pour permettre un jugement sur leur qualité biométrique.

Les principaux problèmes rencontrés dans les études sont :

- une description inadéquate du protocole ;
- l'utilisation d'un protocole d'échantillonnage subjectif ;
- l'utilisation d'un nombre d'échantillons limité ou unique ; et
- la confusion entre échantillons et sous-échantillons.

Le fait que les études sur les inventaires de ressource et sur les rendements soient souvent insuffisantes en ce qui concerne la description du protocole et/ou utilisent un échantillonnage pauvre constitue un problème préoccupant. Ces deux types d'études sont utilisés pour informer les gestionnaires et doivent être solides sur le plan biométrique. Si cette étude reflète la réalité générale, alors beaucoup d'informations fournies manquent de crédibilité.

Bien qu'il ne soit pas nécessaire que toutes les études soient biométriquement rigoureuses, il est utile pour les utilisateurs de comprendre pourquoi la biométrie est importante afin de pouvoir juger s'ils en ont besoin ou non.

2.5 La biométrie est-elle toujours nécessaire ?

Il existe une forte demande d'information sur les PFNL, mais cette information n'a pas toujours besoin d'être rigoureuse. Cela dépend des objectifs, besoins et attentes des utilisateurs de l'information issue des estimations. Alors, pourquoi utiliser des méthodes biométriques?

Quand la biométrie est-elle opportune ?

La rigueur biométrique est importante parce qu'elle permet de fournir une information fiable et de bonne qualité. Une telle information est importante pour s'assurer d'une planification et d'une gestion appropriées. Il s'agit là d'un point crucial pour :

Les moyens de subsistance des populations – en donnant le bon conseil : les décisions basées sur des évaluations de ressource peuvent influencer la survie à long terme des espèces et le niveau de vie des populations qui en dépendent (Cunningham, 1996b; Myers et Patil, 1995). La simplification excessive de situations complexes doit être évitée, car elle risque de fournir de faibles recommandations. Il est fondamental que les estimations faites par les communautés fournissent une information utile et fiable : les conseillers doivent voir cela comme une obligation morale.

Exploitation – en évitant la surexploitation : l'information de bonne qualité est importante pour s'assurer que les décisions prises ne conduiront pas au déclin des espèces cibles, ce qui pourrait ensuite mettre en difficulté des entreprises commerciales basées sur ces espèces. Encore aujourd'hui, peu d'entreprises utilisant les PFNL fondent leurs décisions concernant l'exploitation sur des données fiables et la surexploitation n'est pas rare. Dans de tels cas, il est essentiel que des systèmes de contrôle rigoureux soient mis en œuvre pour répondre à toute

Débat clé : données quantitatives contre données qualitatives. Depuis des décennies, les scientifiques sociaux se sont querellés pour savoir laquelle de ces approches était la meilleure pour l'étude des phénomènes sociaux. **Combiner les avantages** Plus récemment, une tendance générale s'est développée, considérant qu'il devrait y avoir une intégration des meilleurs éléments des deux approches.

conséquence négative de l'exploitation et entreprendre des actions correctives.

L'évaluation des ressources des forêts tropicales – en permettant les comparaisons : l'utilisation de données sur les PFNL par des personnes non impliquées dans l'inventaire exige un certain niveau de standardisation de ce qui est mesuré et une bonne qualité des données. Il est difficile de comparer les résultats issus d'estimations qui sont effectuées de manière différente. Le Tableau 6 montre des erreurs fréquentes commises dans la rigueur biométrique et dans la description des protocoles utilisés, du point de vue d'un économiste des ressources naturelles, et fait des suggestions pour améliorer les méthodes (Godoy *et al.*, 1993).

Visions stratégiques - planification et définition des priorités : souvent les données utilisées pour les statistiques nationales, régionales ou internationales viennent d'évaluations locales de PFNL. Souvent appelée "méta-analyse", cette synthèse d'études différentes est plus qu'une simple compilation de données, mais implique une analyse plus approfondie permettant une interprétation plus large. Certes, c'est un moyen peu onéreux pour produire des données à grande échelle, mais il n'est pas plus fiable que les données qu'il utilise. Cette méthode fournira des résultats adéquats sur le plan biométrique seulement si les évaluations locales l'ont été.

Crédibilité - en évitant des biais politiques : l'assurance que les données soient biométriquement bonnes peut ajouter du poids aux recommandations basées sur ces données. Là où les gouvernements doivent défendre leurs arguments pour instaurer des quotas face à ceux qui font pression en faveur de niveaux d'exploitation plus élevés (industries/commerce) ou plus bas (défenseurs de l'environnement), posséder des données fiables est important. L'étude de cas 1 fournit un exemple utile du rôle des données fiables dans le débat politique sur le quota national d'exploitation de l'écorce de *Prunus africana* au Cameroun.



Tableau 6: Résumé des principaux points faibles concernant l'évaluation des ressources de PFNL dans les études

Information requise	Principales faiblesses	Méthodologie proposée
Des données représentatives de la forêt	De nombreuses études utilisent seulement un site et les raisons du choix du site ne sont pas données; il n'est donc pas possible d'utiliser ces données pour des comparaisons ou une généralisation	Idéalement, il faut choisir un échantillon de sites d'étude (pour permettre le calcul de la variance) ou au moins présenter les raisons du choix du site
Des profils de population convenant à une généralisation	Les informateurs dans les études anthropologiques ne sont pas choisis au hasard et la taille des échantillons est petite	Identification des principales caractéristiques des informateurs (p. ex. : age, technologie, revenu). Échantillonnage stratifié de la population dans différents groupes identifiés
Des données représentatives de la saisonnalité de l'utilisation des PFNL	Peu d'études reposent sur plus d'une année de données	Une sélection aléatoire du même nombre de semaines et de jours sur chaque mois et pendant au moins un an. Examen soigneux du climat et d'autres variables, comme p. ex. le contexte économique pour comprendre la représentativité de la période d'étude
Une quantification des flux de produits (quantités utilisées par les populations)	Certaines études accordent de la valeur aux stocks (inventaire) qui n'ont rien à voir avec les flux, qu'ils soient actuels ou durables	Identifier, compter, peser, mesurer les produits à leur entrée dans le village chaque jour Evaluer un échantillon de villages pris au hasard, demander à des informateurs ou réaliser des observations aléatoires, et relever la consommation
Le poids des produits	Les produits ne sont pas pesés	S'il n'est pas possible de peser tous les produits, choisir quelques sous-échantillons par saison pour obtenir des poids moyens
L'identification des produits	Utilisation irrégulière des noms scientifiques et des noms locaux, gênant la comparaison entre les études	Collecter des spécimens (échantillons, crânes, photographies) pour une identification scientifique définitive
La zone d'extraction des produits	De nombreuses études ne relèvent pas de données sur la zone d'extraction, il n'est donc pas possible de déterminer les rendements par hectare	Observation directe, cartographie participative, estimation du temps de transport jusqu'au site, photographies aériennes, GPS, etc.
Des observations suffisantes	Insuffisant si toutes les observations sont réalisées par un seul chercheur	Former et utiliser les informateurs pour la collecte d'information ou tenir leur calendrier personnel (être conscient des biais possibles)
La valeur des produits	Certains chercheurs utilisent les dépenses de travail ou d'énergie pour mesurer la valeur des produits, ce qui n'est pas cohérent avec les théories modernes d'évaluation.	Utiliser les prix qui existent pour les marchandises concernées ou qui sont pratiqués sur les marchés parallèles, comme p. ex. les marchandises troquées pour les produits non commercialisés, utiliser la valeur des produits de substitution semblables. Utiliser des méthodes d'évaluation contingentes (volonté de payer)
La part de la récolte allant aux foyers et destinée au marché	Peu d'études fournissent ce type d'information, mais c'est important car les marchandises destinées aux foyers ou au marché ont des prix différents	Echantillonnage aléatoire de foyers à qui l'on demande d'enregistrer sur des carnets leur revenu journalier, leurs dépenses et les quantités de PFNL consommées ou vendues
Les prix cachés	Important pour fournir une logique économique des PFNL qui peuvent ne pas être rentables financièrement. Nécessaire pour estimer des valeurs au niveau national	Ajuster les taxes et subventions qui font dévier les prix par rapport au coût d'opportunité de la ressource
Débouchés environnementaux	Aucune étude n'a fourni ce type d'information, ce qui signifie que les évaluations conventionnelles sous-estiment les bénéfices économiques des PFNL	Pas de suggestion
Coûts marginaux de l'extraction et du traitement	Pour la récolte de plantes, aucune évaluation concernant les temps de prospection, le coût des outils, etc. (ces évaluations sont réalisées pour les animaux dans des études basées sur la théorie d'exploitation optimale)	Interviews, observation directe (échantillonnage instantané, échantillonnage ciblé sur l'objet), agendas/enregistrements des extracteurs, mouvements des grumes qui entrent et sortent du village
Niveaux de salaire	Certains chercheurs utilisent les niveaux de salaire officiels du pays mais cela doit être fait avec critique	Déterminer les personnes qui sont effectivement payées. NB : dans le monde rural, les salaires varient en fonction des saisons, de l'âge, du sexe et du type de travail
Coût du capital	Information pas souvent mesurée – utilisation d'un taux de marché inapproprié	Utiliser le taux social de remise – il peut être calculé localement, sinon prendre 4-5%
Durabilité	Trois points de vue a) La population indigène gère la forêt de manière durable b) La population indigène ne gère pas la forêt de manière durable c) La gestion durable est le résultat de conditions spéciales qui doivent être identifiées dans chaque cas	Indirectement : comparaison des distances, fréquences et durée des campagnes de prélèvement, évolution des rendements dans le temps, etc. Directement : comparaison des extractions et taux de reproduction/croissance de la ressource dans la forêt
Utilisation des plantes et animaux dans une seule évaluation	Impossible lorsque les botanistes utilisent des rendements par hectare alors que les zoologistes utilisent des rendements par unité de travail	Une équipe pluridisciplinaire comprenant un économiste des ressources naturelles, un anthropologiste, un botaniste, un zoologiste, et également des membres de la population locale et des lettrés

Etude de cas 1: Mise en place de quotas pour la récolte de l'écorce de *Prunus* sur le mont Cameroun

Prunus africana est un arbre tropical des montagnes africaines qui constitue une proportion significative de la canopée dans la forêt d'altitude du mont Cameroun. L'écorce est extraite de l'arbre pour être exportée en Europe et sert à la fabrication d'un médicament pour traiter le cancer de la prostate. Plantecam Medicam, une filiale camerounaise de la société française Laboratoires Debat, a traité et exporté l'écorce de *Prunus* depuis 1972, mais a cessé ses activités au Cameroun en 2000. Le Ministère de l'environnement et des forêts (MINEF) régule la récolte d'écorce par l'instauration d'un quota annuel de récolte et par des recommandations sur les pratiques de récolte. La meilleure pratique de récolte, en retirant 50 pour cent de l'écorce sur deux côtés opposés du tronc une fois tous les cinq ans, est proposée pour une exploitation durable, mais les exploitants sans permis ont tendance à retirer toute l'écorce (ce qui tue les arbres) ou à abattre les arbres, compromettant ainsi la ressource. Il existe actuellement de graves préoccupations concernant la survie à long terme de l'espèce et il a été tenté à plusieurs reprises de réduire le niveau de récolte et promouvoir la culture de l'espèce. Le tableau ci-dessous donne des informations sur les tentatives d'introduire de nouveaux quotas et sur le rôle de l'évaluation des ressources dans le débat sur les niveaux de récolte durables.

Année	Evaluation des ressources	Information	Observation
~1972	Aucune	-	Quota établi à 1 500 tonnes par an
1976	-	Inquiétudes concernant la surexploitation	Début des pépinières et des enrichissements par plantation
1984-1985	Etude du Département des forêts sur le mont Oku, Division de Bui	Mesure de 7 717 arbres exploités	Rendement = 55 kg par arbre
1985-1995	Plantecam fait des relevés pour le MINEF ⁺	Une récolte totale de 4 478 tonnes sur la période	Moyenne de la récolte annuelle = 448 tonnes
1986-1991	Relevés de Plantecam	Une récolte totale de 11 537 tonnes sur la période	Moyenne de la récolte annuelle = 1 923 tonnes
1987	ICBP* attire l'attention sur les menaces que la surexploitation fait peser sur l'environnement de la montagne	-	Interdiction partielle du commerce de février 1991 à février 1992
1991	Département des forêts : Des parcelles de 25x500 m sur six sites sont choisies subjectivement autour du mont Cameroun (exemple de surface d'échantillonnage = 45 ha)	Densité moyenne des arbres > 20 cm d = 5.5 par ha Manque de régénération, densité de plantation = 5 par ha	Pas de quota basé sur cet inventaire. Les résultats ont été biaisés dans le sens de zones à forte densité, ce qui aurait suggéré la mise en place de quotas très élevés
1994	Relevés du MINEF	Récolte de Plantecam ~ 926 tonnes par an Récolte illégale ~ 590 tonnes par an	Récolte annuelle non durable de 1 400 tonnes
1995	Le Kenya fait des propositions pour la liste des espèces établie par la CITES		Espèce listée en annexe 2 de la Convention CITES
1996	ONADEF* Inventaire systématique d'échantillons en bande de 1% sur le mont Cameroun	Mortalité très répandue à cause de mauvaises pratiques de récolte. Densité moyenne des arbres vivant > 30 cm d = 0.76 par ha Rendement = 68 kg par arbre Quota annuel = 300 tonnes ± 50% Tous les acteurs ont collaboré dans la conception de l'inventaire et ont vérifié 10% de l'inventaire sur le terrain	Plantecam répond que cet inventaire est "insuffisamment intense, inexact et non complété dans certaines zones, et que les rendements moyens par arbre sont plus élevés". Plantecam se plaint que les résultats ont été biaisés par l'ONADEF et le MCP*. Plantecam fait pression pour des quotas plus élevés, mais la table ronde du Comité interministériel confirme sa confiance dans les quotas de l'ONADEF
			Accord avec le MINEF pour que les futurs quotas soient fixés en utilisant le RME plutôt que la moyenne
1996	Relevés de Plantecam	Rendement par arbre = 100 kg	Besoin de 1 500 tonnes par an à l'échelle nationale et 700 tonnes par an sur le mont Cameroun pour approvisionner l'industrie
1998	Corps professionnel forestier indépendant pour réaliser un inventaire sur 5%	Le MINEF s'engage à ajuster les futurs quotas, même s'ils sont insuffisants pour Plantecam	Renouvellement de la licence de Plantecam avec un quota de 1 500 tonnes par an en avril 1998
1999	Réunion du Comité sur les plantes CITES		Des représentants de Plantecam et MCP s'occupent de présenter des alternatives pour l'exploitation de <i>Prunus</i>
	Essai d'échantillonnage adapté pour <i>Prunus africana</i> sur le mont Cameroun		Plantecam se retire du Cameroun, pour cause d'approvisionnement insuffisant
2000	L'ONADEF commence l'inventaire national de <i>Prunus</i>		Proposition d'utiliser <i>Prunus</i> comme étude de cas pour une méthodologie qui ne soit pas préjudiciable pour la CITES

ICBP : Programme international pour la conservation des oiseaux; ONADEF: Office National de Développement des Forêts (para-public, ayant la responsabilité de l'inventaire des forêts); MCP: Projet du mont Cameroun

⁺ Ministère de l'environnement et des forêts

Issu de : Acworth *et al.*, 1998; Cunningham & Mbenkum, 1993; Acworth, communication personnelle

Section 3 Etudes quantitatives des PFNL

Cette section décrit l'expérience actuelle dans le domaine de l'évaluation des ressources en PFNL. Elle couvre les inventaires, les mesures de rendement, les études de croissance, la détermination et le contrôle des niveaux de récolte.



3.1 Déterminer la *quantité* de ressource présente

Ceci est souvent appelé “**inventaire quantitatif**”.

La quantification des ressources peut signifier quelque chose de différent pour un écologiste, pour un forestier, ou pour un autre acteur. Mais les définitions reviennent à signifier : *Une énumération rigoureuse sur le plan biométrique de l'abondance et de la distribution des populations ressources.*

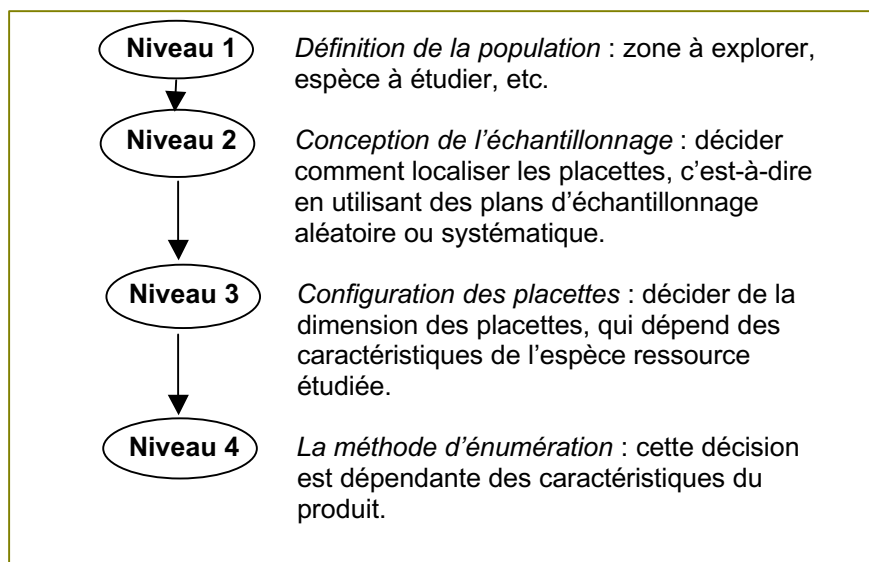
De nombreuses conceptions, une seule structure

Il existe de très nombreuses conceptions différentes d'inventaires, en partie parce qu'il existe de nombreux types de PFNL différents - plante et animal. Bien que les méthodes d'inventaire des PFNL semblent être très différentes, elles contiennent toutes quatre éléments de base, comme le montre la Figure 3. Le choix de la méthode, parmi toutes celles qui sont utilisées à chaque étape de la conception d'un inventaire quantitatif de PFNL, sera discuté plus loin dans la Section 5.

Les méthodologies utilisées pour l'inventaire des PFNL sont une adaptation des nombreuses expériences disponibles à travers les sciences botaniques et animales. Les inventaires de PFNL ont utilisé relativement peu des méthodes disponibles pour les raisons suivantes :

- l'évaluation des PFNL est un sujet relativement récent ;
- le type de ressource étudié – par exemple l'importance disproportionnée accordée aux fruits ; et
- le contexte de l'évaluation des PFNL - le PFNL n'est pas toujours l'objet principal de l'inventaire.

Figure 3: Structure basique de la conception d'un inventaire quantitatif



Les méthodologies peuvent être adaptées selon l'espèce étudiée et la disponibilité de temps, d'argent et de ressources humaines. Le niveau d'adaptation dépend aussi de l'importance des PFNL dans l'inventaire. Trois contextes clairs peuvent être distingués :

- l'inventaire d'une ressource unique : lorsque l'inventaire cherche à évaluer quantitativement l'abondance et la distribution d'*une seule espèce de PFNL* ;
- un objectif unique, avec un inventaire de ressources multiples : lorsque l'inventaire s'intéresse à *plusieurs ressources* pour la même raison - c'est-à-dire un inventaire stratégique, pour plusieurs PFNL différents ; et

- un inventaire de ressource à usage multiple : lorsque l'inventaire de PFNL a lieu en même temps que d'autres inventaires pour d'autres objectifs, comme la gestion forestière pour le bois d'œuvre ou la protection des bassins versants.

L'inventaire d'une seule espèce ressource

Il existe peu d'inventaires réalisés pour une espèce unique – c'est une démarche coûteuse donc le produit doit avoir une valeur élevée (d'habitude pour l'exportation) ou soumis à une législation spécifique. Même dans ce cas, peu d'études aspirent en réalité à évaluer quantitativement l'espèce *in situ* et les méthodologies sont rarement façonnées spécifiquement aux caractéristiques de l'espèce.

Six raisons principales pour réaliser l'inventaire d'une espèce unique ont été identifiées :

- fournir une connaissance nouvelle/initiale des conséquences de l'exploitation sur une espèce (par exemple, les tapirs à Belize - Fragoso, 1991) ;
- évaluer le potentiel d'une espèce particulière pour soutenir la demande accrue (par exemple, pour les produits du palmier en Namibie - Sullivan *et al.*, 1995) ;
- évaluer le potentiel d'un territoire pour une récolte durable d'un produit commercial (par exemple, les rotins dans l'île Barateng en Inde - Sharma et Bhatt, 1982) ;
- chercher où un produit commercial peut être trouvé (par exemple, les arbres fruitiers de savane au Bénin - Schreckenberg, 1996) ;
- fournir l'information permettant de déterminer des quotas de récolte pour une espèce soumise à une législation nationale ou internationale (par exemple, une espèce inscrite à la convention CITES, comme le caïman exploité pour sa peau au Venezuela - Velasco *et al.*, 1996) ; et
- la recherche universitaire, pour mieux comprendre une espèce, pour des raisons écologiques, historiques ou culturelles (par exemple, la compréhension du rôle des ignames sauvages dans les régimes alimentaires humains actuels et passés en Afrique centrale - Hladick et Dounias, 1993).

Des exemples de conceptions d'inventaires utilisées dans ces études sont présentés dans le Tableau 7. En résumé, même si les inventaires d'une ressource unique constituent une bonne opportunité pour développer des protocoles d'inventaires de PFNL qui sont fiables, le travail réalisé s'est révélé insuffisant pour faire des progrès significatifs.

Tableau 7: Conceptions d'inventaire utilisées dans les études de ressources uniques

Type de produit	Conception de l'échantillonnage	Configuration des placettes	Enumération	Auteur
Ecorce d'arbre	Systématique (1%)	Carré de 50x50 m	Diamètre des arbres >10 cm	Acworth <i>et al.</i> , 1998
Sève d'arbre	Campagne aérienne, 2 vols	11 sites possibles	Estimations visuelles	Zieck, 1968
Fruit d'arbre	Transects subjectifs	Transects de 10 m de large et jusqu'à 1 km de long	Diamètre des arbres >10 cm	Shankar <i>et al.</i> , 1996
	Six transects systématiques distribués en rayon (placettes tous les 100 m sur une section de 3 km de long)	Carré autour d'un point central	Diamètre des arbres >3 cm et des souches >50 cm	Schreckenber, 1996
Fibre de palmier	Stratifié : Oxisols et podzols : plan des placettes non indiqué Sols à gley : placettes linéaire de 600 m de long, 20 m entre les placettes	Oxisols et podzols: rectangle de 100x50 m Sol à gley: méthode des carrés centrés	Hauteur mesurée pour tous les troncs de la placette	Lescure <i>et al.</i> , 1992
Rotins	Sélection subjective du site	Parcelle unique de 3 ha (300x100 m) divisée en sous-parcelles de 10x10 m	Comptage des bouquets et des troncs	Stockdale, 1994
	Échantillonnage à plusieurs niveaux Sélection aléatoire de 32 blocs principaux sur 123	Trois blocs secondaires de 1 ha sélectionnés dans chacun des blocs principaux choisis	Comptage des chaumes commerciales et non commerciales dans chacune des placettes	Sharma & Bhatt, 1982
Fibre d'herbacées	Transects en ligne, distribution non indiquée	Parcelle circulaire de 50 m ² tous les 10 m.	Comptage et pourcentage du couvert des plantes dans la parcelle	Cevallos, non daté
Tubercules	Quatre sites – localisation des parcelles non indiquées sur 4 à 9 transects pour chaque site	Transects de 4 m de large et jusqu'à 2.5 km de long	Comptage des tiges d'ignames	Hladik & Dounias, 1993
Grands oiseaux	Sentiers et pistes disponibles (aléatoire – biaisé)	180 transects de largeur variable	Comptage des individus	Silva & Strahl, 1991
Tapir	Transects en ligne localisées de manière aléatoire Transects le long des rivières	Méthode d'échantillonnage linéaire	Indirecte (traces)	Fragoso, 1991

Inventaire de plusieurs espèces ressources

Dans les études passées en revue, les espèces multiples représentent une gamme de PFNL et le but unique de l'inventaire est souvent de fournir une information quantitative pour aider la planification de la gestion.

Utilisation de méthodes de recensement pour des petites zones

Quelques inventaires de PFNL utilisent des méthodes déjà développées pour l'évaluation des ressources forestières (recensement des arbres exploitables pour le bois d'œuvre dans un secteur de récolte). Ces méthodes peuvent être utilisées pour mesurer l'abondance relative des PFNL pour différents types d'utilisation des terres (par exemple, Gronow et Safo, 1996). Bien que les méthodes de recensement fournissent des données vraiment précises, les utiliser a des inconvénients :

- elles ne tiennent pas compte des difficultés liées à la recherche des espèces comme pour les animaux, les petites herbacées ou les épiphytes ;

- les erreurs ne peuvent pas être quantifiées car il s'agit d'un échantillon unique ; et
- de telles enquêtes du type recensement sont chères, sauf sur de très petites zones.

Utilisation des techniques de diagnostic rural participatif (DRP)

(par exemple, Poffenberger *et al.*, 1992).

Les méthodes basées sur la DRP ont été utilisées dans le manuel de Poffenberger pour guider l'inventaire et le contrôle dans le processus de gestion forestière conjointe (GFC) en Inde. Le manuel préconise un mélange de méthodes pour chiffrer les abondances relatives, au moyen d'échantillonnage par carrés et sans placette, pour étudier le changement de la végétation. Alors que les recommandations faites sont bien fondées, elles sont assez vastes et n'incluent pas de protocoles détaillés.

Utiliser les techniques de base de l'échantillonnage forestier par placette (par exemple, Cunningham, 1996a).

Cette méthode a été conçue pour permettre la quantification des plantes ressources clés - arbres et bambou – pour aider la planification de gestion dans un parc national en Ouganda. Dans cette étude particulière, seulement trois ou quatre échantillons ont été utilisés dans chacun des trois sites. Le manque de répétition signifie que les données peuvent être imprécises, inexactes et biaisées. Les résultats conviennent davantage à une planification stratégique qu'à une planification de gestion détaillée.

Échantillonnage sur terrain forestier et non forestier

(par exemple, Dijk, 1999a).

Au Cameroun méridional, des échantillons de strates ont été identifiés par photos aériennes. Les données collectées sur des parcelles localisées dans chaque type d'habitat ont été utilisées pour préparer des tables de densité des peuplements de PFNL. Ces données ont été groupées par type de produit et en fonction de leur possibilité de commercialisation, pour dresser la carte de leur distribution. Considérer les PFNL sur les terres non forestières est important car beaucoup de PFNL sont recensés sur les "brousses agricoles" (terres cultivées sur des zones forestières coupées ou en régénération). Ces terrains sont le plus souvent étudiés en utilisant un grand choix d'approches participatives, comme décrit dans la Section 4.

Inclure les PFNL dans des inventaires ayant d'autres objectifs

L'intérêt croissant pour les PFNL se traduit par une tendance à les inclure dans les inventaires réalisés à d'autres fins.

Par exemple, les PFNL peuvent être incorporés dans les évaluations classiques des peuplements forestiers pour la commercialisation des grumes (Forgeron, 1995). L'inventaire forestier classique devient typiquement "un inventaire de ressources à usage multiple" (IRUM). Cela doit améliorer l'efficacité économique, aussi bien que la reconnaissance de la gamme croissante des produits et des services pour lesquels la forêt est gérée. L'expérience en forêts d'Etat est ici importante - l'autorité chargée de la gestion des forêts a généralement la responsabilité de tenir à jour les informations sur les ressources forestières importantes, qui peuvent inclure les PFNL importants.

Les PFNL sont généralement inclus dans l'inventaire forestier classique (typiquement tous les 10-20 ans) en Europe du Nord et de l'Est, où les

Faire une évaluation de peuplement pour un aménagement forestier : Immédiatement avant les opérations de coupes, chaque arbre de la parcelle forestière est localisé, identifié, numéroté et mesuré. Cela donne en général une énumération à 100 % des bandes successives qui composent la parcelle. Les données résultant de l'évaluation du stock permettent de calculer le volume de bois qui peut être récolté de manière durable. Les arbres à couper sont sélectionnés en conséquence, pour garantir les récoltes futures.

Sur les IRUM, à lire également : Lund, 1998

baies, les champignons, les plantes médicinales et les résines sont traditionnellement importants (Lund *et al.*, 1998). Cependant, peu de littérature est disponible ailleurs que dans ces pays. Aussi, alors que l'évaluation de la ressource fournit une information utile et biométriquement bonne sur la distribution, l'abondance et le potentiel des PFNL dans les forêts qui vont être exploitées pour leur bois, elle ne tient pas compte de la saisonnalité, ni des difficultés rencontrées pour trouver certaines espèces comme les animaux, les petites herbacées ou les épiphytes.

Sous les tropiques, la composante PFNL des IRUM se concentre sur les produits traditionnels d'exportation, tels que le bambou et le rotin - l'évaluation nationale des ressources est souvent réalisée par les agences forestières gouvernementales, particulièrement en Asie du Sud-Est et en Inde où l'exploitation est intense, avec un intérêt croissant en Afrique occidentale, comme le montrent les études de cas 2 et 3.

Etude de cas 2: Les PFNL dans l'inventaire forestier national aux Philippines

On peut citer un exemple de l'inclusion des PFNL dans un IRUM aux Philippines, qui a inclus les rotins, les palmiers et le bambou. Un inventaire stratifié à l'échelle nationale utilise des configurations variées de placettes dans différentes régions (vraisemblablement dû en partie à l'appui de donateurs/conseillers différents). La conception de base était l'échantillonnage en groupes sur une grille systématique de 8x8 km. Dans les régions 10 et 11, les groupes étaient constitués de quatre bandes de 20x250 m, organisées autour des bras du svastika à 1 km en travers. Dans ces placettes, les rotins ont été échantillonnés dans des sous-placettes de 10x10 m, centrées sur la ligne médiane de l'échantillon au début et tous les 100 m le long des bandes. Dans toutes les autres régions, le groupe était constitué d'un arrangement triangulaire de six échantillons de points Bitterlich à 50 m d'intervalles. Dans ces conceptions, les rotins ont été échantillonnés sur une parcelle circulaire de 5 m de rayon, située sur chaque coin du triangle. Étant donné les grandes quantités de données pour chaque configuration, il serait intéressant de comparer leur performance en terme de précision et exactitude des densités de rotin. (Serna, 1990)

Etude de cas 3: Les PFNL dans l'inventaire forestier national du Ghana

Au Ghana, les PFNL ont été échantillonnés à partir de placettes de 1 ha (20x500 m), en incluant les rotins, les plantes grimpantes et les herbacées. Dans ce cas, comme les plantes ressemblaient peu à des arbres et en raison de l'absence de conseils techniques pour étudier les plantes, les méthodes d'énumération utilisées sont devenues de plus en plus grossières. Par exemple, les tiges de rotin et les bouquets ont été comptés et regroupés dans les catégories juvéniles, adultes et coupés, alors que l'abondance des herbacées a été représentée par un simple comptage des bouquets. Les données sur les herbacées ne sont pas fiables car il est difficile de déterminer la limite des touffes dans des peuplements denses et la taille des touffes varie beaucoup selon l'espèce. En conséquence, les données concernant les herbacées ont dû être réduites à la présence/absence de l'espèce. La couverture en pourcentage de l'espèce, ou même son abondance relative, aurait été une meilleure mesure des quantités.

L'information tirée de cet inventaire était destinée à être utilisée par les décideurs politiques et pour des besoins de rapport national et international, qui nécessitait des interprétations orientées par la gestion. Cette information a été fournie sous forme de tableaux et de graphiques illustrant la distribution et les abondances des PFNL dans le pays (voir l'Annexe 3). Ce type d'analyse et de présentation de données d'inventaire est relativement rare. (Wong, 1998)

Aller au-delà de l'intérêt pour le seul bois d'œuvre

Typiquement les IRUM sont effectués par le personnel forestier et la gestion pour le bois d'œuvre reste la préoccupation principale. Cela limite souvent la gamme de produits et d'intérêts qui peuvent être inclus dans un IRUM, comme la récréation ou l'agriculture. La concentration des efforts sur la sylviculture peut aussi limiter la qualité de l'évaluation des PFNL, car elle représente une contrainte pour :

- le nombre de PFNL inclus - généralement environ 20 espèces peu communes seulement peuvent être identifiées sans expertise botanique (Kleinn *et al.*, 1996). Les espèces incluses sont généralement limitées aux plus communes et aux plus commercialisées ;
- la difficulté d'inclure des espèces difficiles à trouver et qui peuvent nécessiter des méthodes spécifiques d'observation – par exemple, les animaux peuvent être nocturnes ou éviter les observateurs, les moisissures sont saisonnières. Quelques petites herbacées sont difficiles à voir – la recherche de certaines espèces est reconnue comme un problème majeur ;
- la compétence et l'effort avec lesquels ils sont évalués - le personnel forestier peut être plus compétent pour décrire les arbres, et la description des placettes est souvent limitée à ce qui peut être réalisé dans la journée. La prise en compte des PFNL est souvent limitée à quelques sous-échantillons ; et
- la conception de l'inventaire – elle est décidée en fonction des besoins d'information pour le bois d'œuvre, ce qui peut ne pas être idéal pour les PFNL. Les protocoles qui incluent les PFNL ne sont pas très développés et les tables de rendement qui permettent de convertir facilement des données de terrain en évaluations de ressource ne sont généralement pas disponibles. Un des échecs les plus importants des IRUM dans les pays tropicaux est qu'ils n'incluent pas d'animaux, malgré l'existence de la viande de brousse, par exemple, qui est souvent le produit le plus important pour la population locale.

Bien qu'il soit en général impossible, pour améliorer la valeur de l'information récoltée, de séparer les inventaires en fonction des différents groupes de PFNL à cause du coût et des contraintes logistiques, il devrait y avoir un certain équilibre et une coordination entre les différents éléments de l'IRUM. Par exemple, les layons coupés à travers la forêt tropicale pour inventorier le bois d'œuvre pourraient aussi être utilisés pour l'inventaire des animaux¹. Faire le maximum pour profiter de telles opportunités peut réduire les coûts et améliorer l'information pour la planification de l'utilisation de la forêt.

Sortir les PFNL des données issues de l'inventaire forestier

Dans de nombreux cas, les espèces d'arbres produisant des PFNL sont incluses dans les inventaires forestiers classiques réalisés pour le bois d'œuvre. Il est parfois possible d'extraire et d'analyser des données sur les PFNL à partir des relevés réalisés dans le cadre d'inventaires pour le bois d'œuvre.

Inventaire quantitatif de bois d'œuvre.

Dans sa forme la plus basique, c'est un comptage de tous les individus d'intérêt dans une placette ou sur une section. Les totaux par placette permettent une estimation de la densité moyenne sur une zone donnée. Si le diamètre est mesuré, alors la surface terrière par arbre peut être calculée et le volume estimé par unité de surface, grâce aux tables de rendement. La méthode est commune, bien comprise et en général incluse dans la formation professionnelle forestière

¹ Les layons resteront ouverts seulement pour un temps limité et la communication entre les différentes équipes au sujet de la période d'accessibilité est importante.

Des inventaires ayant pour seul objectif le bois d'œuvre ont été re-interprétés pour fournir des informations sur les PFNL et pour démontrer qu'il existe des données utiles pour les PFNL dans des inventaires plus anciens (voir l'étude de cas 4). Avec une image des arbres présents dans une zone, on peut prévoir quels autres plantes ou animaux sont susceptibles de s'y trouver.

Etude de cas 4: Utilisation des inventaires existants

Au sud du Ghana. L'analyse de l'inventaire forestier national dans le sud du Ghana constitue un excellent exemple de l'utilisation d'un inventaire de bois d'œuvre. Les profils écologiques de près de 300 arbres ont été présentés, sur la base d'une information issue d'un inventaire de bois d'œuvre. Ce travail minutieux a fourni des informations sur des arbres producteurs de PFNL. (Hawthorne, 1995b).

Dans la province de l'Uttar Pradesh, en Inde. La nouvelle analyse des données issues des tables de production a fourni une estimation sur les quantités totales, à l'échelle de l'Etat, d'huile comestible produite par 25 espèces importantes de graines oléagineuses. (Rai, 1983)

Développer des méthodes spécifiques pour les PFNL – quelques exemples

D'après les sections précédentes, il apparaît que la responsabilité des PFNL se situe souvent entre les différents responsables et l'expertise professionnelle. Ceci a contribué à :

- un succès limité de l'utilisation, d'une manière fiable pour les PFNL, des méthodes d'inventaire reconnues; et
- un manque de méthodes spécialement élaborées pour les PFNL.

Des études pilotes consacrées aux méthodologies relatives aux PFNL végétaux ont été réalisées, principalement pour quelques-uns de ceux les plus importants sur le plan économique, tels que le rotin, les champignons et les plantes médicinales – L'encadré 2 et l'étude de cas 5 ci-dessous en donnent quelques exemples. Les études ont souvent été très innovatrices, mais à ce jour encore peu de comparaisons ont été réalisées entre les différentes approches. Ce qui est clair, c'est que différentes approches conviennent aux différents types de PFNL – ce qui complique davantage le développement de méthodologies standardisées.

Encadré 2: Développer les plans de placettes et les techniques de mesures pour les inventaires de rotins

Les rotins font l'objet d'un nombre d'études relativement important (12,6 pour cent des études passées en revue, voir le Tableau 6) et il existe un certain nombre de chercheurs qui ont examiné l'efficacité relative des différentes tailles et formes des échantillons. Tandug (1978), Siswanto et Soemarna (1988, 1990), Siswanto (1991), Stockdale (1994) et Stockdale et Wright (1996) ont tous utilisé des techniques essentiellement semblables pour déterminer la taille et la forme optimales des échantillons pour inventorier le rotin. La technique utilisée est de délimiter des zones (de 1 à 16 ha) en petits carrés (5x5 m ou 10x10 m) et énumérer toutes les tiges de rotin qui s'y trouvent. Les données récoltées sur les carrés sont alors agglomérées pour représenter les placettes de taille et de forme différentes et l'efficacité relative des différentes configurations d'échantillons est comparée en termes d'erreur d'échantillonnage et de rentabilité. C'est apparemment un moyen efficace pour déterminer les dimensions optimales de l'échantillon, mais qui présente quelques inconvénients et quelques pièges significatifs. Bien que le site d'étude choisi soit grand, il s'agit en fait d'un échantillon unique et donc, l'applicabilité des résultats dépendra de la représentativité du site d'étude qui, en l'absence de répétition, ne peut pas être connue. Aussi, plusieurs études ont des échantillons qui se touchent, ce qui signifie que ces "échantillons" ne sont pas indépendants (voir p. 20).

Tandug (1978) a mesuré la rentabilité de différentes configurations d'échantillons, en comparant l'erreur d'échantillonnage pour un nombre d'échantillons qui pourraient être énumérés dans un délai de trois heures sur une zone d'étude de 1 ha. Les placettes d'échantillonnage ont été disposées systématiquement sur une grille, de sorte qu'il fallait passer plus de temps pour se déplacer entre les placettes quand celles-ci devenaient plus petites. Il est apparu que la taille optimale des échantillons était des carrés de 10x10 m pour une intensité d'échantillonnage de 50 pour cent. Cependant, les recommandations de Tandug (1988) qui ont suivi suggèrent d'utiliser deux bandes de 10x200 m, disposées en croix, pour une intensité d'échantillonnage allant de 1 à 3 pour cent. Malheureusement, il n'a pas été possible de trouver une application de ces recommandations à plus grande échelle et juger de leur mérite global.

Des études identiques ont été entreprises pour déterminer la taille et la configuration optimales d'échantillons à l'ouest (Siswanto et Soemarna, 1988), au centre (Siswanto et Soemarna, 1990) et au sud (Siswanto, 1991) de Kalimantan. La méthodologie utilisée devait subdiviser une zone d'étude de 16 ha en carrés de 10x10 m et les disposer selon une gamme de configurations en bandes ou en lignes et correspondant à un éventail d'intensités d'échantillonnage comprises entre 10 et 25 pour cent. Dans chaque cas, une bande continue de 10 m de large était recommandée, avec une intensité d'échantillonnage de 20 ou 25 pour cent.

Stockdale (1994) et Stockdale et Wright (1996) ont utilisé une technique semblable à celle de Tandug (1978) et ont subdivisé un site d'étude de 1.5 ha (300x50 m) en carrés de 10x10 m. Cependant, il existe une différence significative entre le travail de Stockdale et celui de Tandug, Siswanto et Soemarna car les placettes expérimentales de Stockdale sont contiguës, tandis que les autres auteurs ont utilisé des échantillons non contigus. Par conséquent, dans l'étude de Stockdale, la variation de l'efficacité d'échantillonnage est plus fonction du modèle de répartition spatial des bouquets de rotin et de leur coïncidence avec la forme et la taille du plan d'échantillonnage que d'un vrai test d'efficacité de différentes configurations d'échantillonnage. Stockdale et Wright (1996) a constaté que les échantillons en bande étaient plus efficaces que les échantillons carrés et a recommandé, pour l'énumération de tiges à l'hectare, l'utilisation de bandes de 5 m de large, formant des placettes de 0.005 à 0.025 ha.

Nandakumar et Menon (1992) ont développé un protocole pour l'inventaire du rotin dans l'État de Kerala, en Inde, et a recommandé que des bandes de 4x20 m soient utilisées dans des bandes séparées de 100x20 m pour donner une intensité d'échantillonnage de 4 pour cent. Cependant, les auteurs ne font rapport d'aucun travail de terrain, il n'est donc pas possible de juger de l'efficacité de leurs recommandations.

Une étude sur les tailles et formes optimales des échantillons dans la République populaire Lao (soumise par Evans) est parvenue à des échantillons de 5x50 le m, répétés 6 fois et localisés de manière aléatoire le long d'une transect. Cela permet de résoudre le problème des échantillons contigus, mais le niveau de répétition n'est toujours pas suffisant pour un travail de ce type.

Une méthodologie pour évaluer la longueur des tiges de rotin a été développée en utilisant une règle hypsométrique (Stockdale, 1994; Stockdale et Power, 1994). Ce travail a été testé et comparé à diverses autres méthodes pour l'évaluation des longueurs et il a été jugé bon marché, relativement facile à apprendre et significativement plus précis que l'estimation visuelle, les comptages des entrenoeuds (comme utilisé par Nur Supardi [1993]) et les lectures au clinomètre.

Etude de cas 5: Développer des protocoles pour contrôler des populations de champignons

Une équipe du Service forestier de la Station de recherche du Nord-ouest Pacifique à Corvallis, au Département de l'agriculture des Etats-Unis (USDA), a développé une méthodologie pour inventorier, évaluer les rendements et contrôler la production de champignons sauvages comestibles depuis 1993. Leur expérience et le processus de développement des idées sont très bien documentés dans une série de publications et fournissent une étude de cas riche d'informations sur les problèmes d'inventaire des produits forestiers qui ne sont pas issus des arbres.

Les problèmes principaux qui se posent à l'équipe de conception viennent du fait que les champignons cibles (Matsutake, chanterelle et morilles) apparaissent comme des colonies dispersées, réparties spatialement de manière très inégale, très énigmatique (en grande partie invisible sur le sol) et également saisonnières. Il a été reconnu dès le début que la distribution inégale exigerait le développement de nouveaux schémas d'échantillonnage et analyses (Molina *et al.*, 1994). La première tentative d'inventaire a utilisé des méthodes empruntées aux études sur la diversité des champignons dans trois forêts étudiées (Molina *et al.*, 1994; Pilz *et al.*, 1996a; Hosford *et al.*, 1997). Dans chaque forêt, trois emplacements ont été choisis pour représenter les trois types de végétation les plus productifs de la forêt. À chaque emplacement, trois zones d'étude de 225x225 m (5 ha) ont été choisies pour représenter l'altitude, l'aspect et l'accessibilité à travers le type de végétation, fournissant ainsi neuf sites d'étude dans chacune des trois forêts étudiées. Chaque site a été entouré par des affichages qui en limitaient l'accès, et dans chacun d'eux, six échantillons en bande de 2x50 m, marqués de manière permanente, ont été systématiquement placés selon une orientation aléatoire. Les échantillons ont été mis en place pendant la période où les champignons n'avaient pas fructifié, afin d'éviter de prendre conscience de leur emplacement et d'introduire un biais. Les champignons ont été décrits en mesurant le chapeau et les diamètres des pieds, la distance verticale du voile au chapeau, la distance par rapport à l'arbre le plus proche et le volume récolté. Les chapeaux mesurés ont été marqués pour éviter les répétitions. Les échantillons ont été ré-examinés chaque semaine pendant la période de fructification. Après quelques années d'expérience, cette méthode a été en grande partie abandonnée car elle était trop chère et demandait trop de temps. Il a été également estimé que la zone d'échantillonnage était bien trop petite pour être correctement représentative de chacune des espèces. Les échantillons ont également été compromis par le prélèvement illégal et le vandalisme, alors que les collecteurs légitimes étaient quant à eux intimidés et ne pouvaient pas récolter normalement les placettes. De plus, des rapports météorologiques hors-site n'ont pas correspondu aux rendements. Après cette expérience il a été décidé de changer la méthodologie de l'échantillonnage. L'expérience japonaise a suggéré que le contrôle du shiro (corps individuel de mycélium ou "château" en japonais) serait utile pour des champignons Matsutake (Hosford, 1996). Cependant, cette méthodologie est très consommatrice de temps et pourrait seulement être considérée pour des travaux de recherche et pas pour le contrôle ordinaire. Deux faits nouveaux dans le domaine de la méthodologie découlent de cette première expérience.

Il est proposé que le contrôle au niveau régional devrait être réalisé par des énumérateurs volontaires, choisis parmi les cueilleurs locaux et une proposition dans ce sens a été faite (Pilz et Molina, 1998). Le plan consiste à utiliser des permis de récolte exclusifs, attribués comme motivation aux volontaires pour qu'ils fassent des relevés détaillés de la récolte à partir de placettes d'échantillons marquées. L'échantillonnage stratifié systématique au niveau régional doit être mis en œuvre pour choisir des sites de contrôle locaux et les données utilisées pour étudier les relations entre la gestion forestière et la productivité des champignons. Le suivi des sites doit être contrôlé par le personnel du Service forestier. Le programme est destiné à être volontaire et basé sur une collaboration flexible et décentralisée, encourageant l'appropriation volontaire du programme.

Pour le Matsutake, une approche cartographique a été adoptée avec des champignons cartographiés en utilisant des arbres de référence, qui sont localisés au moyen du GPS (Pilz et Molina *et al.*, 1996). Dans un groupe de champignons, on inclut les champignons situés à une distance inférieure à 0.5 m, la distance entre les groupes étant d'au moins 2 m. Les groupes délimités ont subi des traitements de récolte expérimentaux et ont été contrôlés par le personnel forestier, avec la coopération des cueilleurs locaux qui ont conservé les zones alentours bien exploitées, de manière à décourager d'autres cueilleurs opportunistes. La méthode de sélection des arbres de référence n'est pas décrite, mais cette méthode semble être un moyen efficace pour échantillonner.

La recherche est toujours en cours pour trouver un protocole adapté au suivi des populations de champignons (Pilz *et al.*, 1997; Pilz et Molina, sous presse; Pilz *et al.*, sous presse). Un manuel décrivant l'expérience actuelle et présentant les meilleurs conseils est en cours de préparation (Pilz, communication personnelle).

3.2 Déterminer le rendement d'une ressource

Qu'est-ce que le rendement?

Le "rendement" se réfère typiquement à la quantité de produit disponible et utile pour la collecte ou l'exploitation à un moment donné (c'est-à-dire qui peut être utilisé commercialement). Cependant, le rendement peut également signifier le potentiel biologique total d'une espèce (c'est-à-dire quelle quantité pousse effectivement sur le site). La différence entre les deux définitions peut sérieusement influencer les conclusions d'une évaluation, la dernière étant bien supérieure à la première.

La mesure du rendement

La mesure de la disponibilité du produit est généralement considérée comme l'évaluation du rendement. C'est la quantification de l'ensemble du produit qui peut être récolté dans une zone de la forêt.

Comment la mesure du rendement est-elle réalisée ? D'abord, la quantité de produit est mesurée sur un petit échantillon de la population. Le résultat est ensuite mis en corrélation avec une caractéristique facilement mesurable des individus étudiés dans l'inventaire global, en utilisant des modèles tels que des régressions.

La mesure du produit

Mesurer des parties. Les PFNL peuvent pratiquement être n'importe quelle partie d'une plante ou d'un animal et chacune d'elle doit être mesurée avec une technique appropriée. Il existe donc un très grand nombre de techniques d'énumération différentes en usage – le Tableau 8 en illustre un petit éventail.

Les méthodes de mesure. Les méthodes spécifiques sont peu nombreuses et il existe peu de standardisation, même pour un type de partie de plante identique – par exemple, le Tableau 8 montre trois différentes manières de mesurer des rendements de fruits. De telles différences peuvent être liées à :

- l'écologie : par exemple, marquer et répéter les comptages peut être la seule méthode si le fruit ne tombe pas quand il est mûr ou si la récolte peut stimuler la production de fruits ;
- la structure de l'arbre : par exemple, l'échantillonnage aléatoire des branches est réaliste seulement si les branches peuvent être atteintes alors que des collecteurs au sol sont la seule alternative pour récolter des fruits qui sont inaccessibles ou difficiles à voir depuis le sol ;
- les objectifs de l'évaluation qui peuvent influencer les unités devant être utilisées pour la mesure : par exemple, pour la commercialisation ou la législation – le rotin en Inde doit être mesuré en poid sec car c'est l'unité de mesure utilisée pour les permis, alors qu'en Indonésie, le rotin est quantifié en longueur ; et
- la propriété et le nombre des utilisateurs : par exemple, si un arbre appartient et est exploité par un seul individu, on peut lui demander de compter les fruits en train de mûrir.

Décider d'une technique de mesure implique donc de prendre en considération avec pragmatisme le type de produit, ses caractéristiques et les objectifs de l'évaluation concernant la méthode qui devrait fonctionner. La Section 5 donne quelques conseils techniques à ce sujet.

Tableau 8: Exemples de techniques utilisées pour quantifier le rendement d'un produit

Variable	Méthodologie	Source
Rendement fruitier par saison	Collecteurs au niveau du sol. Quatre arbres isolés ont été choisis, 15 placettes de 1 m ² ont été localisées de manière aléatoire sous le houppier. Le nombre de fruits intacts, consommés, verts et mûrs est relevé tous les 7-10 jours sur chaque placette.	Peters, 1996a
Rendement fruitier par saison	Le fruit est compté <i>in situ</i> sur des arbres échantillons à intervalles fréquents (chaque semaine). Le fruit compté est marqué avec de la peinture pour éviter de le compter deux fois.	Peters, 1990
Fruits, feuilles, etc.	Échantillonnage de branche aléatoire. Un schéma de branche est défini par un nombre d'entrenoeds. La trajectoire du tronc au bout de la branche choisie est réalisée à l'aide d'une sélection aléatoire à chaque branche. Les fruits, feuilles, etc. sont comptés sur l'extrémité la plus distante de la trajectoire. La mise en commun résulte de plusieurs branches sélectionnées au hasard et constitue une méthode non destructrice, précise et fiable sur le plan statistique pour estimer le rendement fruitier d'un arbre. Il existe plusieurs perfectionnements de la méthode, comme p. ex. le choix d'un chemin proportionnel à la taille des entrenoeds, basé sur l'importance de l'échantillonnage, etc.	Gregoire <i>et al.</i> , 1995 Jessen, 1955 Nguvulu, 1997
Feuilles	Le modèle en tube. Une technique de régression non destructrice pour estimer la biomasse et la surface d'une feuille à partir de la surface d'une section transversale d'une branche. Le modèle du tuyau est basé sur le constat que le taux de transpiration de la canopée est proportionnel à la surface des feuilles, la surface transversale des tissus vasculaires et la conductivité des tissus transportant l'eau. La taille du tronc est donc proportionnelle à la masse et à la surface des feuilles. On peut donc estimer la masse et la surface des feuilles en mesurant la surface d'une section transversale d'une tige (NB : il faut être très précis ~mm). Les branches échantillons sont choisies systématiquement pour représenter les différentes hauteurs de branches. La régression qui résulte de l'analyse n'a pas de constante.	Nygren <i>et al.</i> , 1993
Feuilles de palmier	Toutes les feuilles sont mesurées. Les feuilles partiellement ouvertes sont comptées comme des fractions de feuille ouverte. La longueur des feuilles est mesurée chaque mois pour suivre la croissance.	Cunningham, 1988
Croissance des troncs de palmiers	Les cicatrices des feuilles sont comptées à intervalles d'un mois. La croissance du tronc est quantifiée avec l'augmentation en hauteur par cicatrice de feuille.	Olmstead & Alvarez-Buylla, 1995
Âge des palmiers	Comptage des cicatrices de feuille, on suppose un taux constant de production de feuilles pour donner des estimations sur l'âge et le nombre d'années nécessaires pour atteindre des hauteurs déterminées.	Pinard, 1993
Taille des bulbes	Mesure de la largeur maximum de la feuille la plus longue de chaque plante. L'analyse de régression, réalisée sur un échantillon aléatoire de 50 plantes sur chaque site, a montré que la largeur maximum de la feuille la plus longue est fortement corrélée à la surface totale des feuilles. Il a déjà été montré que la surface totale des feuilles est un indicateur de la taille des bulbes.	Rock, 1996
La biomasse de bambou	Mesure de la dimension des bouquets sur des axes orthogonaux au niveau du sol, à 1 mètre et au niveau de la canopée sur toute son extension. Les résultats sont cartographiés comme des ellipses concentriques. La biomasse est déterminée grâce au volume du cône projeté vers le haut depuis la base du bouquet. Indice du site = Σ volume des bouquets / densité des bouquets sur la placette. Surface des bouquets du site = Σ surface de bouquet.	Widmer, 1998
Poids de viande de brousse	Relevés opportunistes du poids des animaux capturés dans trois villages, méthode utilisée pour compléter le recensement animal.	Lahm, 1993

Le choix du plan d'échantillonnage

Alors qu'il existe de nombreuses manières de mesurer le rendement, le choix du plan d'échantillonnage pour la sélection des individus à mesurer est plus limité. L'utilisation d'un sous-échantillon contenant un petit nombre d'individus au sein de l'échantillon complet de l'inventaire est habituel - car la mesure précise de rendement sur chaque individu de l'inventaire est un travail difficile. Il existe deux façons principales pour échantillonner des individus sur lesquels on souhaite mesurer le rendement.

L'échantillonnage double : Il est réalisé séparément de l'inventaire principal et n'a pas besoin d'utiliser les placettes de l'inventaire principal. En utilisant un échantillon indépendant plus petit, des mesures détaillées de rendement sont prises sur des individus de la population. Les données issues de ces mesures sont alors traitées pour créer des modèles de rendement utilisant

un indicateur facilement mesurable de la taille totale. Les rendements pour chaque unité de surface peuvent alors être extrapolés à partir des mesures prises dans l'inventaire principal. L'étude de cas 6 est un exemple utile, mais il existe d'autres exemples comme : une étude de l'épaisseur d'écorce indépendante de l'inventaire principal d'arbres *Prunus*; des rendements de baies à partir de placettes de recherche où l'on applique un inventaire de type IRUM en Finlande; un inventaire pour évaluer quantitativement la biomasse animale, en se basant sur le poids des corps pesés au marché. L'échantillonnage double présente quelques contraintes:

- l'échantillonnage des individus mesurés doit être statistiquement correct;
- l'échantillon mesuré doit avoir une variable prévisible en commun avec l'inventaire principal, c'est-à-dire au moins une des mesures prises doit l'être aussi dans l'inventaire principal (par exemple le diamètre des arbres ou la longueur des feuilles);
- idéalement, le sous-échantillon pour le rendement doit couvrir la gamme complète des sites de l'inventaire principal, c'est-à-dire qu'il doit être représentatif de l'ensemble de la zone d'inventaire.

Etude de cas 6: Création d'une table de biomasse pour l'écorce d'arbuste au Népal

La hauteur et le diamètre à 30 cm au-dessus du sol ont été mesurés pour tous les échantillons d'un arbuste utilisé dans la production de papier. Un sous-échantillon de chaque composant utilisable a été étudié en laboratoire pour en déterminer le poids après séchage au four. La régression du poids d'écorce séchée utilisable avec le diamètre à 30 cm au-dessus du sol s'est révélée comme étant le meilleur modèle. Les résultats ont donné une base pour déterminer le temps de rotation pour le prélèvement de l'écorce et ont permis d'élaborer des recommandations de gestion. (Jeanrenaud & Thompson, 1986).

L'échantillonnage multi-étages : Il est réalisé en marge de l'inventaire principal, mais utilise des sous-échantillons 'emboîtés' dans chaque placette d'inventaire, en créant une hiérarchie de placettes à l'intérieur des placettes. L'avantage de cette approche est que l'échantillon est également distribué à travers la zone d'étude, en faisant une estimation des rendements dans certaines parties de la zone. Une telle estimation spécifique par site peut être utile dans des zones où les conditions stationnelles influencent le rendement et où un sous-échantillon unique ne serait pas représentatif. Les études de cas 7 et 8 présentent des exemples d'échantillonnage multi-étages.

Etude de cas 7: Evaluation du potentiel des produits de canne sur l'île de Barateng, en Inde

Dans une zone de 123 blocs primaires, 32 ont été choisis au hasard. Dans chacun de ces 32 blocs, trois blocs secondaires ont été délimités. Dans les blocs secondaires, les cannes commerciales et non commerciales ont été comptées. Dans un quart du bloc secondaire, les cannes ont été coupées puis pesées chaque jour, jusqu'à ce que leur poids soit constant (c'est-à-dire jusqu'à ce que la biomasse soit sèche). Les données ont été utilisées pour préparer des tables de peuplement de cannes par la densité de tige, la longueur et le poids par hectare. (Sharma & Bhatt, 1982)

Etude de cas 8: Protocole multi-étage pour l'énumération des bambous en Inde

Espèce en bouquets : trois niveaux d'échantillonnage

Placette entière - tous les bouquets sont comptés

Dans le secteur N-O (un quart de placette), les diamètres des bouquets sont mesurés

Dans un bouquet sur huit : le nombre de chaumes, l'âge, la solidité, la taille, l'état, la hauteur moyenne et la qualité sont relevés

Espèce non en bouquets :

Dans un huitième de placette : l'état, l'âge, la hauteur moyenne, le nombre total de chaumes, etc, sont relevés

Relation utilisable entre le poids sec et vert

Une chaume mûre de chaque classe de diamètre est coupée dans le premier bouquet de chaque placette. On mesure la longueur à partir de 25 cm du sol jusqu'à 1 cm de diamètre. L'ensemble de la chaume est pesée sur le terrain et 30 cm de section est prise à la base, au milieu et au sommet de la chaume coupée pour la détermination du poids sec.

(Rai & Chauhan, 1998)

Parmi les inconvénients et difficultés, on relève que :

- des mesures précises peuvent être impossibles, par exemple si l'équipement n'est pas portable; et
- il peut y avoir des échantillons insuffisants d'individus plus rares mais importants pour l'analyse statistique, comme les grands arbres peu fréquents qui contribuent d'une façon disproportionnée au rendement. Si c'est le cas, alors des sous-échantillons complémentaires peuvent s'avérer nécessaires ou l'échantillonnage double pourrait être préférable.

Les décisions concernant l'échantillonnage pourraient être influencées par la possibilité ou non de pratiquer les mesures. Par exemple, si des poids secs sont nécessaires, il se peut que l'échantillonnage dans des zones à forte densité soit préféré, dans le but de récolter suffisamment d'échantillons pour utiliser efficacement le matériel de séchage.

Le facteur clé de la bonne adéquation d'un plan d'échantillonnage est souvent dans le nombre de répétitions des sous-échantillons. Souvent, les estimations de PFNL en utilisent trop peu. Par exemple, une utilisation de seulement 8-15 collecteurs de fruits tombés par arbre pour huit arbres peut au mieux seulement fournir une estimation grossière du rendement total des arbres. Pour des objectifs de gestion sur des secteurs plus étendus, les répétitions doivent être beaucoup plus nombreuses, par exemple, en utilisant au moins 30 échantillons et de préférence sur des centaines d'arbres et dans plusieurs sites.

Réaliser des estimations de rendement global

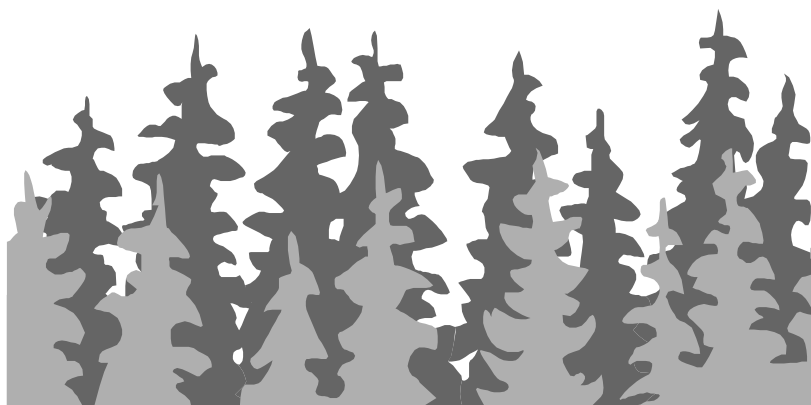
La mesure du rendement dans une zone sous-échantillon donne des résultats qui peuvent être appliqués aux données relatives aux densités de la population complète de l'inventaire principal, pour estimer un rendement total du produit sur la zone. Il existe plusieurs méthodes, utilisant des facteurs de conversion qui font le lien entre les rendements individuels et la quantité totale de produit. Le Tableau 9 ci-dessous en décrit brièvement quelques-unes.

Facteurs de conversion.
Habituellement, le total moyen de produit par individu. Selon le type de produit, cela peut être la taille moyenne d'un individu (par exemple fruit ou viande de chasse), ou le rapport poids sec/poids vert (non séché) (par exemple l'écorce utilisée à l'état sec).

Tableau 9: Résumé de quelques méthodes de calcul du rendement global

Méthode	Description	Utilisation	Exemple
Facteur unique de conversion	La méthode la plus simple consiste à multiplier le rendement moyen par individu par le nombre total d'individus évalués par l'inventaire. Les ajustements peuvent utiliser seulement des individus accessibles ou de taille commerciale, issus de l'inventaire.	Cette méthode est la plus appropriée quand la taille d'individus ne varie pas beaucoup ou n'est pas liée à la quantité de produit.	Viande de brousse. La seule moyenne du poids corporel peut être appliquée à la population entière pour évaluer la biomasse totale de la viande de brousse (Lahm, 1993).
Le rendement fonction de la taille	Les méthodes les plus simples impliquent de séparer les individus par classe de taille, et de calculer un facteur de conversion pour chaque classe. Les ajustements de la méthode impliquent de relier, par des équations de régression, le rendement à une autre caractéristique mesurable des individus, comme la longueur ou l'épaisseur de l'écorce.	Cette méthode est la plus appropriée lorsque le rendement est fortement lié à la taille - c'est-à-dire plus l'individu est grand, plus le rendement global est élevé.	Méthodes traditionnelles. Utilisation du diamètre à hauteur de poitrine comme indicateur du rendement en volume de l'arbre. Rendement d'écorce d'ifs : on suppose que l'arbre est conique et la zone où se trouve l'écorce est la surface du cône. Volume d'écorce = surface x épaisseur. Le poids de l'écorce est alors estimé, en utilisant un facteur de conversion de poids sec/vert, comme le volume x 0.4 (Jong et Bonner, 1995).

Les modèles d'estimation de rendement peuvent devenir plus sophistiqués avec plus de données et des études plus longues. Par exemple, en Europe de l'Est et du Nord, des modèles de rendement de baies sont fortement développés à partir d'études à long terme, en utilisant un inventaire régulier et des placettes d'échantillonnage permanentes. L'étude de cas 9 décrit des systèmes mis au point en Finlande.



Etude de cas 9: Système d'inventaire et de prévision des rendements de baies sauvages en Finlande

Saastamoinen *et al.* (1998) et Salo (1999) décrivent ce qui est nommé l'Enquête Marsi, qui est un système basé sur le volontariat pour le contrôle de la production nationale de baie.

Baie = airelle rouge (*Vaccinium vitis-idaea*), myrtille (*Vaccinium myrtillus*) et framboise (*Rubus chamaemorus*)
Les rendements d'une espèce cible sont observés dans 1 110 placettes expérimentales permanentes, dans 57 municipalités à travers le pays. Dans chaque placette, pour étudier le rendement des baies, cinq petites placettes de 1 m² ont été localisées et marquées de façon permanente, dans des types de végétation appropriés ou là où se trouvaient les arbustes.

Énumération

Baies - espèce, comptage des fleurs, baies vertes et mûres.

Caractères du site – période de floraison et mûrissage, type de site de croissance, proportions des espèces d'arbre, classe d'âge des arbres.

Les sites sont visités plusieurs fois pendant les saisons de floraison et de fructification.

Modélisation

Les modèles doivent encore être développés car il n'y a pas suffisamment d'années d'observation pour caractériser la variabilité annuelle du rendement.

Modèles précédents en Finlande (Raatikainen *et al.*, 1984) :

- *V. vitis-idaea* ∝ type de végétation, couverture de l'arbuste, hauteur de l'arbuste, classe d'âge du peuplement, densité de la couronne et conditions météorologiques; et
- *V. myrtillus* ∝ type de végétation, classe d'âge du peuplement, densité de la couronne de l'arbre, méthode et degré de contrôle du taillis et conditions météorologiques.

Dissémination

L'information a été transmise sous forme électronique à la Station de recherche de Joensuu, où elle a été traitée en utilisant le système MASI (le système baie et champignon) et présentée à l'aide de cartes thématiques. Ces cartes sont destinées à informer les cueilleurs de baies sur le temps de floraison et sur le développement des baies vertes et mûres à travers la Finlande. Les cartes et textes décrivent, pour chaque espèce pendant l'année 1997, le type de sites sur lesquels se trouvent les rendements principaux et le niveau de rendement.

Les cartes ont été distribuées aux médias sous forme de cinq rapports de situation et ont été largement citées par la presse et la radio. Elles sont apparues aux nouvelles du soir et à des émissions télévisées du matin.

De tels systèmes peuvent ne pas être entièrement appropriés sous les tropiques, mais ils ont des composantes utilisables. Les rendements de baie varient d'année en année. Pour représenter cette variation, les Finlandais ont considéré dans leurs modèles :

- les conditions météorologiques pendant chaque année. L'averse peut être un indicateur de rendement particulièrement utile ;
- la qualité du site ;
- les données de production pour des types d'années (bonne, moyenne et mauvaise) ; et
- les données de plusieurs saisons, pour prendre en compte la variation annuelle.

Peu de modèles de rendement de PFNL utilisent ces facteurs sous les tropiques. Au lieu de cela, ils sont typiquement très simples. L'utilisation de méthodes plus complexes peut apporter de grandes améliorations à la prévision des rendements de PFNL, en particulier pour les fruits.

3.3 Mesurer la croissance et les taux de production

Quelques mots sur les études de croissance et de productivité.

Les données d'inventaire fournissent une information instantanée sur la distribution et l'abondance d'une espèce ressource. La mise en œuvre de plans de gestion durables nécessite également des données fiables sur la dynamique de l'espèce, y compris l'information collectée sur de longues périodes de temps :

- dynamique de population - régénération, taux de mortalité, migration ;
- taux de croissance et modèles ;
- productivité ; et
- impacts de récolte sur l'espèce qui est récoltée.

Les méthodes utilisées pour déterminer la croissance et la productivité en vue de la gestion des PFNL sont issues d'études peu nombreuses, variées et le plus souvent à court terme. La plupart sont basées sur des méthodes forestières et sont vraiment appropriées seulement pour des arbres et des plantes pluriannuelles - très peu sont conçues spécifiquement pour les PFNL. Les exceptions remarquables sont pour les rendements de baies en Scandinavie (par exemple : étude de cas 9). Cette section décrit brièvement les types principaux de méthodes utilisées pour les PFNL.

Utiliser des placettes permanentes d'échantillonnage

Pour les arbres

Les placettes permanentes d'échantillonnage (PPE) constituent le moyen le plus commun de contrôler la croissance et le rendement des arbres. Les données issues de telles placettes sont utilisées pour la prévision et la modélisation des rendements en bois d'œuvre. Les PPE sont essentielles pour l'étude des arbres qui ont une grande longévité et où le bois d'œuvre s'accumule lentement. Dans plusieurs cas, les PFNL ont été décrits dans des PPE et dans quelques études, des protocoles PPE ont été adaptés aux PFNL :

- en incluant des observations phénologiques - c'est-à-dire rendements des semences et des fruits;
- en se concentrant sur les premiers stades de régénération plutôt que sur la croissance à long terme; et
- en utilisant des périodes de temps plus courtes et des observations saisonnières pour observer la fructification.

L'utilisation des PPE a été adaptée à la production de fruits des arbres, palmiers et arbustes des Néotropiques. La plupart des travaux utilisent fondamentalement des protocoles similaires (voir l'encadré 3). Les protocoles ont tendance à se concentrer sur une espèce unique, soit parce que c'est la seule dans le peuplement, soit parce que c'est la seule intéressante. Cela diffère de la plupart des PPE pour l'étude du bois d'œuvre, qui inclut toutes les espèces pour fournir une compréhension plus large de la dynamique forestière, comme une communauté écologique, et anticiper des demandes changeantes pour telle ou telle espèce.

Utiliser des PPE pour bois d'œuvre.

Tous les individus d'arbres sont marqués, cartographiés, identifiés et mesurés à intervalles réguliers (2-5 ans) sur de longues périodes de temps (+15 ans). L'objectif est de quantifier la croissance pendant toute la durée de vie des arbres. En pratique, on s'intéresse surtout à la croissance des arbres bien établis, et les observations des premiers stades de croissance et de la fructification sont souvent oubliées.

Au sujet des PPE, lire également: Adlard, 1990; Alder & Synott, 1992

Encadré 3: Protocoles de placettes permanentes d'échantillonnage (PPE) utilisés dans la production de fruits

Études sur les fruits des arbres, arbustes et palmiers en Amazonie.
Plan d'échantillonnage: placette unique, subjectivement placée dans les peuplements denses de l'espèce cible.
Configuration de placette : arrangement de sous-placettes contiguës de 20x20 m, dans un carré ou rectangle de 1 ha.

Énumération :

Les arbres adultes sont étiquetés, cartographiés et mesurés pour leur diamètre et hauteur.

Les jeunes plants sont comptés et mesurés en hauteur, dans un certain nombre de carrés de 1 m², choisis de manière aléatoire dans la placette principale.

Phénologie – observations directes à intervalles fréquents (hebdomadaires) d'un petit nombre d'arbres marqués et répartis dans les différentes classes de tailles.

Fruit – plusieurs protocoles incluent le marquage *in situ* du fruit et des observations sur les collecteurs au sol qui sont répétées à intervalles fréquents (hebdomadaires).

Période d'étude : étude de un à deux ans (bien que l'intention soit de mener des études à plus long terme).

(Peters *et al.*, 1989; Peters, 1990; Peters & Hammond, 1990; Peters, 1996b)

Pour les plantes qui ne sont pas des arbres

Des PPE ont également été utilisées pour des espèces de PFNL qui ne sont pas des arbres (par exemple des palmiers comme dans l'encadré 4), en utilisant le plus souvent des placettes déjà en place - l'utilisation de sous-placettes pour l'échantillonnage des PFNL à l'intérieur de PPE est commune pour se concentrer sur des jeunes plants et des jeunes arbres, et également pour observer la fructification et l'ensemencement des adultes.

Encadré 4: Utiliser des placettes permanentes d'échantillonnage (PPE) pour des palmiers au Mexique

Une étude sur une espèce unique de palmier au Mexique a utilisé des données d'observations bisannuelles sur sept ans. Elle a relevé la mortalité à tous les stades et utilisé un grand nombre de répétitions (50 échantillons) sur trois sites (Piñero, 1984).

De la même façon, une étude à petite échelle sur la croissance et la reproduction d'un palmier mexicain a enregistré des données d'observations bisannuelles sur quatre ans et dans trois sites (Oyama, 1990).

Faits nouveaux

Il existe encore peu de systèmes de PPE développés spécifiquement pour les PFNL. Les utilisateurs de PPE pour les PFNL devraient considérer la longue expérience, dans le domaine végétal, des biologistes, des écologistes et des forestiers pour développer des systèmes efficaces et nouveaux pour les PFNL. L'utilisation d'un intervalle de temps approprié pour la re-mesure est une considération importante – cet intervalle devrait refléter la saisonnalité et la longévité des espèces ressources.

Comparer les sites exploités avec les sites non exploités

Cette méthode utilise des observations de sites couplés, en employant souvent des placettes de type PPE. Les deux sites doivent avoir des conditions semblables (végétation, topographie, etc), l'un ayant été exploité alors que l'autre non. Il doit y avoir plusieurs paires de sites dans l'étude. Cela permet de tester statistiquement les différences entre les régimes de récolte et de non récolte, mais ne permet pas l'analyse des niveaux différents de récolte ou des types différents de pratique de gestion. Le Tableau 10 ci-dessous montre quelques exemples d'études de ce type, mais il convient de noter que la plupart d'entre elles présentent des faiblesses : répétitions insuffisantes, études à court terme et placettes subjectivement localisées. Des conceptions d'échantillonnage alternatives comparent des plantes plutôt que des placettes et considèrent les impacts de récolte sur les populations ressource.

A lire également :
Cunningham, 2001

Tableau 10: Etudes de productivité réalisées sur des sites d'étude couplés

Auteur	Produit, localisation	Sites	Plan d'échantillonnage	Répétitions	Durée
Waters <i>et al.</i> , 1997	Truffes, Californie	Deux sites représentant une plantation ancienne et mûre	Systématique	Quatre placettes à chaque site	2 ans
Olmstead et Alvarez-Buylla, 1995	Feuilles de palmier, Mexique	Quatre sites représentant une forêt secondaire récoltée et non récoltée	Subjectif	Aucune répétition, une placette par site	2 ans
Runk, 1998	Feuilles de palmier et graines, Equateur	Trois régimes de gestion, stratifiés par degré d'inondation	Subjectif	Aucune répétition, une placette par site	1 an
Konstant <i>et al.</i> , 1995 et Sullivan <i>et al.</i> , 1995	Palmier, Namibie	Deux sites représentant des densités haute et basse de population humaine et de bétail	Systématique	Dix placettes à chaque site	Non indiquée

Récoltes expérimentales

Cette méthode permet au chercheur de tester différents niveaux de récolte et d'évaluer ainsi l'impact de pratiques de gestion différentes.

Différents taux de récolte sont appliqués sur les différentes placettes. Les résultats sont comparés entre eux et avec une placette témoin, où il n'y a eu aucune récolte. C'est la façon la plus directe d'évaluer l'impact de la récolte de PFNL sur la population ressource. Cette méthode a été utilisée pour un certain nombre d'espèces très exploitées. Un exemple est présenté dans l'étude de cas 10.

Etude de cas 10: Une étude sur l'impact de récolte

Une étude dans le Parc national Great Smoky Mountains aux Etats-Unis d'Amérique a répondu aux préoccupations suscitées par la récolte occasionnelle d'ail (*Allium tricoccum*).

Trois sites ont été choisis pour la facilité d'accès et l'abondance (au moins 15 m² avec 20 plants/m² et non régulièrement récoltés). Quinze placettes de 1x1 m (trois répétitions de cinq traitements) dans un arrangement non linéaire sur chaque site. La largeur maximale de la plus grande feuille des plantes contenues de chaque placette est mesurée (largeur de feuille = taille du bulbe). Cinq traitements de récolte : témoin, 25, 50, 75 et 100 pour cent de récolte. Les plantes sont récoltées sans biais, en utilisant des méthodes traditionnelles. Les largeurs de feuille et la production de fleur/fruit des plantes restantes et des recrues sont mesurées pendant 4 années après la récolte et sans nouvelle récolte. Technique de récolte : trois répétitions de trois placettes de 0.5x0.5 m établies sur un site. Les plantes sont récoltées en utilisant trois méthodes : témoin, prélèvement complet et prélèvement partiel des plantes. Toutes les plantes, trop petites pour être récoltées, sont enlevées des placettes afin d'éviter de les compter comme régénération les années suivantes. (Rock, 1996)

Pour toutes les comparaisons de récolte, des procédures expérimentales standard devraient être suivies et une attention particulière devrait être portée pour s'assurer d'un nombre de répétitions suffisants et pour utiliser un échantillon témoin. La présence d'un témoin est particulièrement importante car il est probable qu'il y ait en premier lieu un haut niveau de variance incontrôlée entre les placettes. Les protocoles sont spécialement choisis pour chaque espèce ressource.

Mesurer des plantes individuelles en plusieurs occasions

Cette méthode utilise les mesures répétées d'individus qui ne sont pas à l'intérieur de placettes permanentes. Les individus sont marqués et la productivité mesurée régulièrement pour déterminer la croissance au cours d'une période appropriée (c'est-à-dire le mois, la saison ou l'année - selon l'espèce ou le produit mesuré). L'étude de cas 11 en est un exemple. Pour être capable d'extrapoler le rendement total à partir de telles mesures, il est important d'avoir une estimation de la taille totale de la population.

Etude de cas 11: Feuilles de palmier en Afrique australe

Deux zones de palmiers denses, avec une possibilité élevée de récolte commerciale, ont été choisies parce qu'elles étaient faciles d'accès. Un certain nombre de palmiers (16 et 34) ont été marqués dans les deux sites et groupés en trois classes de taille. La longueur des feuilles de chaque palmier a été mesurée à intervalles réguliers d'un mois. La croissance a été calculée pour chaque classe de taille, en utilisant la production annuelle de nouvelles feuilles, définie sur la base de la longueur des feuilles. (Cunningham, 1998)

Point clé Il est fondamental d'utiliser des méthodes fiables pour sélectionner des individus échantillons. Idéalement, une sélection aléatoire devrait être utilisée avec une stratification (par exemple par la taille) ou avec les méthodes des voisins les plus proches (en sélectionnant les individus les plus proches de points localisés au hasard).

Cette méthode présente des avantages par rapport à l'utilisation de PPE :

- le nombre adéquat d'arbres peut être rapidement identifié, alors qu'il n'y a aucune garantie d'obtenir le nombre adéquat d'échantillons dans des placettes ;
- il n'y a aucun besoin de maintenir des placettes marquées de manière permanente, rendant la méthode peu coûteuse et directe; et
- la méthode peut être utilisée pour des animaux par marquage et recapture, mais elle est rarement utilisée car la capture est souvent difficile.

Les inconvénients de la méthode :

- un manque d'information détaillée sur le milieu dans lequel se trouvent les échantillons (par exemple, sur la densité de la végétation concurrente) ; et
- l'échantillonnage présente le risque d'être opportuniste et subjectif, ce qui est faible d'un point de vue biométrique.

Cette méthode peut être utile là où l'espèce ressource est largement dispersée et facilement observée, et où les interactions avec d'autres végétaux ne sont pas importantes. Elle est souvent utilisée dans des situations de savane et d'arbustes de ferme.

3.4 Déterminer des niveaux d'exploitation durable

La complexité de la notion de “durabilité”

La durabilité est un concept complexe ayant de nombreuses interprétations, allant des définitions idéalistes aux guides pratiques.

Définir la “durabilité”

Une définition plutôt idéaliste de l'exploitation durable des PFNL est la suivante :

“Si l'exploitation n'a aucun effet nuisible à long terme sur la reproduction et la régénération des populations récoltées, par rapport aux populations naturelles non récoltées. En outre, la récolte durable ne devrait avoir aucun effet défavorable perceptible sur d'autres espèces de la communauté, ou sur la structure et la fonction de l'écosystème.” (Hall et Bawa, 1993)

Cependant, il est pratiquement impossible d'enlever quoi que ce soit des forêts naturelles sans créer un changement perceptible. Une approche plus pragmatique à la récolte durable pourrait exiger de n'avoir *“aucune perte d'espèces et aucun changement irréversible dans les processus de l'écosystème”* (Boot et Gullison, 1995), mais même cela est difficile à démontrer.

Pour la gestion durable du bois d'œuvre, on trouve les interprétations pratiques suivantes :

- les niveaux de récolte permis ne doivent pas excéder un niveau qui peut être récolté à perpétuité dans la population sans endommager sa vitalité; et
- la récolte annuelle doit être constante et disponible à perpétuité.

Durabilité et PFNL

Même pour le bois d'œuvre où les taux de croissance sont lents et où il existe une expérience considérable de gestion de rendements soutenus, le maintien d'un niveau relativement constant de production est difficile. La recherche de la durabilité dans la gestion des PFNL est encore plus complexe :

- il y a souvent une forte variabilité annuelle de la production (par exemple, une bonne récolte de fruit une année, une mauvaise l'année suivante); et
- la gestion extensive et régulée est peu commune.

A lire également :
Cunningham, 2001

La mise au point de ce qui est une exploitation “durable” pour beaucoup de PFNL reste problématique. La compréhension approfondie de leur productivité doit venir des études écologiques et d'exploitation. Ces études impliquent la détermination des taux et modèles de variation de la régénération, de la croissance, de la mortalité et de la reproduction. Elles doivent également déterminer comment ces modèles sont liés aux changements environnementaux et de gestion.

Il existe peu de faits nouveaux méthodologiques pour déterminer la durabilité, pour plusieurs raisons :

- une supposition courante est que les pratiques de gestion traditionnelles sont durables ;
- les ressources disponibles sont souvent limitées et elles sont rarement destinées à faire l'objet de recherche biologique sur les PFNL ; et
- la mise en œuvre d'une gestion durable est perçue comme coûteuse et infaisable, donc le développement de tels systèmes n'est pas prioritaire.

Etudes de population et évaluation des récoltes

Les études réalisées pour essayer de mettre au point des rendements durables ont utilisé un certain nombre d'approches, parmi lesquelles :

Observer la dynamique de population - des approches biologiques utilisent des modèles matriciels simples ou des règles empiriques, basées sur la dynamique de population. Si des données suffisantes sur la naissance, la mort et les taux de croissance sont disponibles, alors ces approches permettent d'identifier les limites supérieures théoriques d'exploitation durable, c'est-à-dire la productivité totale.

Etablir des récoltes appropriées - examiner les impacts de récolte sur l'écosystème et les retours économiques des produits de la forêt. Des combinaisons d'estimations basées sur la ressource et d'enquêtes socio-économiques ne sont pas rares, avec une attention particulière accordée à la récolte et aux revenus, plutôt qu'aux niveaux biologiques d'exploitation durable.

Une méthodologie pas à pas, incorporant toutes ces approches, pourrait constituer un début utile pour déterminer des niveaux de récolte durable. La méthode suivante peut être proposée (Gould *et al.*, 1998) :

- délimiter la zone ressource actuelle ;
- déterminer la ressource actuelle ;
- estimer la croissance et le rendement de l'espèce cible ;
- déterminer la demande actuelle ;
- comparer l'offre et la demande à court terme et évaluer des options de gestion ;
- évaluer les effets écologiques secondaires ;
- répéter le processus pour des périodes futures ; et
- résumer les résultats.

Certains des meilleurs exemples de détermination de rendement durable des PFNL se situent de nouveau au nord et à l'est de l'Europe, pour les baies – bien que les taux de récolte soient encore bien au-dessous des rendements disponibles (Rutakauskas, 1998; Saastomoinen *et al.*, 1998).

Evaluer si une espèce est proche de la surexploitation

Identifier les espèces à risque

La méthode d' "évaluation rapide de vulnérabilité" (ERV) rassemble l'information permettant d'identifier l'espèce, les ressources ou les sites qui

Les modèles matriciels prévoient le devenir des populations futures en utilisant des probabilités pour calculer les chances de survie, croissance, mort et reproduction des individus.

A lire également sur l'ERV : Cunningham 1994, 1996a, 2001

peuvent être en danger de surexploitation. Elle a été développée comme un moyen rapide de collecter une information à la fois scientifique et locale sur une espèce ressource et a été utilisée pour recommander si cette espèce ressource se prêtait ou non à l'exploitation.

L'évaluation est faite en plusieurs étapes :

- des feuilles de relevés de terrain standardisées sont utilisées pour rassembler l'information sur chaque espèce ;
- l'information est évaluée selon des critères de durabilité, tirés des données écologiques, socio-économiques et économiques - quelques exemples sont montrés dans le Tableau 11 ; et
- on attribue alors à chaque espèce un type de gestion parmi une sélection de huit, chaque type possédant un ensemble de recommandations de gestion.

Tableau 11: Critères utilisés pour l'évaluation rapide de vulnérabilité

Critères	Potentiel pour une utilisation durable	
	Bas	Elevé
Écologie	Abondance faible	Abondance élevée
	Croissance lente	Croissance rapide
	Reproduction lente	Reproduction rapide
	Reproduction sexuée seulement	Reproduction végétative
	Habitat spécifique	Habitat non spécifique
	Grande diversité d'habitat	Faible diversité d'habitat
	Diversité élevée de forme de vie	Faible diversité de forme de vie
Forme de vie	P. ex. l'utilisation d'herbacées sera probablement plus durable que celle des arbres	
Les parties utilisées	P. ex. l'utilisation de feuilles/fruit/tige est plus durable que celle des racines (si elle est destructrice) ou de la plante entière.	
La méthode de récolte	Le potentiel pour une récolte durable est plus élevé si des classes de taille/âge ne sont pas choisies - la récolte de seulement un âge ou une classe de taille particulière peut faire pression sur la population entière.	

Tableau tiré de Watts *et al.*, 1996

Est-ce fiable biométriquement ?

Les exigences complètes de la méthode ERV fournissent une liste utile de contrôle pour collecter de l'information à partir d'un grand nombre de sources et donnent des informations qui serviront plus tard à une mise à jour ou à une modification, par exemple, pendant l'inventaire. Cependant, cette méthode ne réalise pas les éléments suivants :

- garantir une bonne information – qui souvent manque ;
- inclure les activités de l'inventaire - il s'agit d'un "coup d'œil" rapide d'une espèce ; et
- quantifier l'information – qui est sujette à interprétation.

Bien que cela puisse sembler compliqué de prime abord, l'expérience montre que les nouveaux utilisateurs de la méthode peuvent développer utilement des systèmes de points pour les critères et des moyens simples et transparents pour traduire ces critères en types de gestion. De tels systèmes d'évaluation constituent un premier coup d'œil très riche d'enseignement pour comprendre le problème et pour sélectionner l'espèce destinée à la commercialisation.

L'information locale scientifique doit être intégrée, et correspondre aux noms locaux et scientifiques permettant la liaison.

Information forme de vie, spécificité d'habitude, abondance et distribution, taux de croissance, réaction à l'exploitation, parties utilisées, modèles de sélection et d'utilisation, demande, récolte saisonnière, pratiques de conservation traditionnelles, commercialisation.

Ajuster les niveaux d'exploitation s'ils s'avèrent non durables

On a proposé une méthode simple et attractive pour adapter périodiquement les niveaux d'exploitation, de manière à s'assurer qu'elle est durable, en utilisant les taux minimaux de régénération comme niveau de base (par exemple, Peters, 1994, 1996a). L'encadré 5 donne plus de détails sur cette méthode et la Figure 4 illustre les principes de base du cycle.

Encadré 5: Méthode d'ajustement de la récolte pour évaluer des rendements durables d'arbres

Enquête de régénération Un réseau de sous-placettes de régénération, permanentes et petites (5x5 ou 10x10 m), dans des PPE pour des arbres plus grands. Le nombre total de jeunes plants et jeunes arbres de l'espèce recherchée, avec diamètre inférieur au diamètre minimum requis pour l'inventaire, est compté dans quatre classes de taille et enregistré. Les données initiales représentent les valeurs seuils avec lesquelles la durabilité est évaluée. Ces placettes sont ré-énumérées tous les cinq ans. Si une énumération révèle que la densité des jeunes plants ou des jeunes arbres baisse au-dessous de la valeur de seuil, l'intensité de récolte est réduite. Si cette densité augmente, les niveaux de récolte peuvent être augmentés. Des approximations successives sont utilisées pour essayer de stabiliser les densités de jeune plants et arbres, de préférence au niveau original du seuil.

Évaluations de récolte Des évaluations visuelles du comportement et de l'état des arbres adultes sont réalisées en même temps que les activités de récolte. Pendant les récoltes habituelles, la santé, la floraison, l'abondance de graine et les impacts de récolte sont enregistrés pour certains arbres marqués dans les placettes de rendement. L'information est collectée et suivie pour ces individus.

Si des problèmes spécifiques sont identifiés, comme par exemple une perte de vigueur, une prédation accrue de graine, une chute de la productivité, etc., des ajustements de récolte doivent être entrepris. (Peters, 1994, 1996a)

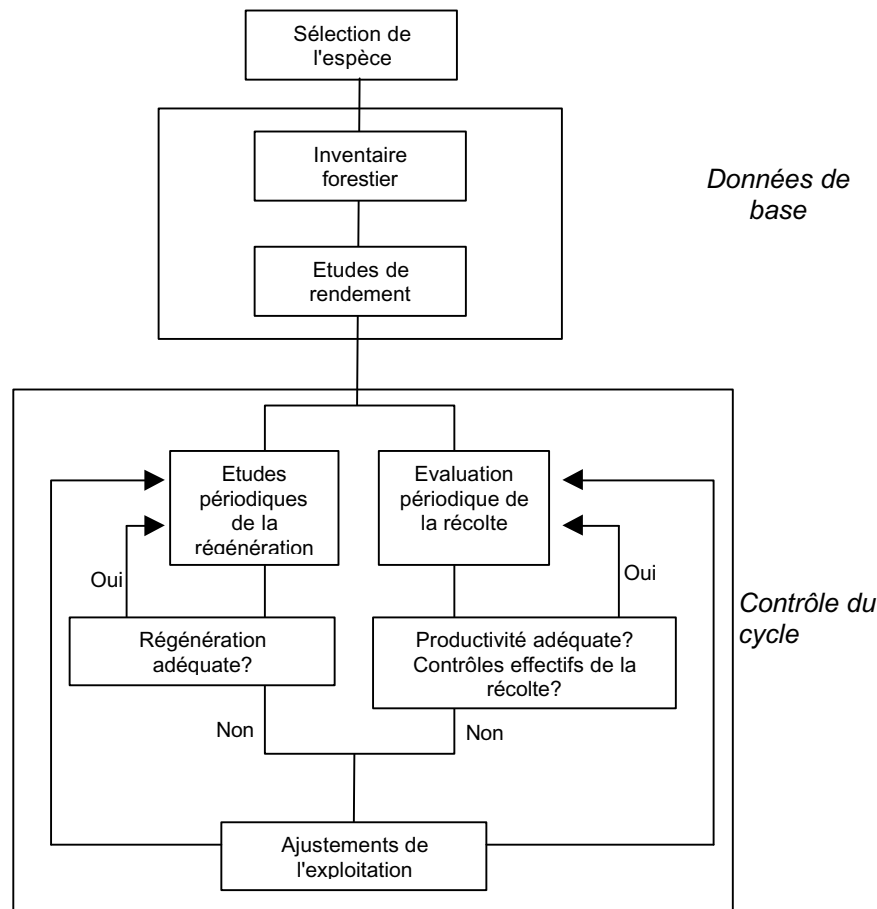
Cette méthode doit être utilisée avec soin, à cause de certaines hypothèses qu'elle contient :

- elle suppose que les rendements annuels constants sont possibles et souhaités;
- la densité de régénération du seuil est décidée à partir de l'échantillonnage d'une saison seulement, en supposant qu'elle est constante. Étant donné que la reproduction varie notablement d'année en année, cela peut être fortement imprécis;
- elle ne donne aucun conseil sur la façon de déterminer le niveau de récolte initial et semble supposer que les niveaux actuels sont une approximation du rendement durable;
- elle suppose que les effets destructeurs de la surexploitation peuvent être observés sur de courtes périodes. Cependant, pour des espèces à longue durée de vie et dépendantes de la régénération naturelle, les effets peuvent être visibles seulement après des années d'observations minutieuses.

Ce type de méthode pourrait être amélioré en introduisant l'échelle et le modèle de variabilité de la productivité. Cela exigerait des observations pendant plusieurs années et pourrait être complété par des données climatiques, en particulier la pluviométrie. Cela fournirait une base pour développer des modèles de prédiction de rendement, comme ceux mentionnés ci-dessus pour les baies en Europe du Nord. Des niveaux de récolte appropriés pourraient alors être décidés, liés aux éléments suivants :

- les rendements à long terme, le niveau de population futur, ou une prévision des rendements annuels; ou
- les demandes actuelles, avec une compréhension des impacts sur rendements futurs.

Figure 4: Diagramme de la stratégie de base pour établir une exploitation durable de plantes ressources en PFNL



(d'après Peters, 1994)

Utiliser des modèles pour prédire le rendement futur des plantes

La durabilité à long terme d'une espèce exploitée dépend des impacts de la récolte sur l'ensemble de son cycle de vie. L'utilisation de modèles qui représentent la dynamique du cycle de vie peut contribuer au développement d'estimations fiables des niveaux de récolte durables.

Utiliser la dynamique du cycle de vie

Des modèles représentant le cycle de vie sont utilisés en foresterie et pour la gestion de faune sauvage, mais ils ont été utilisés seulement récemment pour la mise au point de niveaux de récolte durables de PFNL. Le modèle de population de PFNL le plus souvent utilisé est la "méthode matricielle" (Peters, 1996a). Ce modèle prévoit le nombre d'individus dans différentes classes d'âge ou de taille (la "structure en classe de taille") pour les populations futures et sous différents régimes de récolte, en se basant sur la population actuelle et sur les estimations de naissance, mort et taux de croissance pour chaque âge ou classe de taille.

Comment un modèle matriciel fonctionne-t-il ?

Il fonctionne par saut dans le temps, à intervalles de temps fixés, d'habitude un an. D'abord, la population est divisée en classes de taille (ou d'âge). La

Qu'est-ce que la dynamique du cycle de vie ?

Chaque individu traverse plusieurs étapes dans sa vie, depuis sa naissance ou germination jusqu'à sa maturité, sa vieillesse et sa mort. A chaque étape, les modèles peuvent appliquer des taux différents de croissance, de fécondité/nouvelles naissances et mortalité/morts. Les modèles utilisent ces données pour prévoir l'état des futures populations dans différentes conditions.

structure de la population actuelle est le nombre de plantes dans chaque classe, déterminé à partir des résultats d'enquêtes sur le terrain. Le modèle utilise la dynamique du cycle biologique pour évaluer les probabilités de survie de chaque individu entre un âge et un autre, sur des périodes de temps données. Ce travail est réalisé sur plusieurs années pour prévoir la structure de la population future. L'encadré 6 présente un exemple qui explique ce type de modèle. Le caractère durable de différents régimes de récolte est évalué en changeant les taux de reproduction et de mortalité, utilisés dans des classes de taille spécifiques du modèle (pour simuler la récolte).

Encadré 6: Un exemple de modèle matriciel à faire tourner

Pour étudier une plante pérenne, on peut considérer les classes d'âge suivantes : 1=graine; 2=plant, plante non-reproductrice; 3= plante plus grande produisant quelques graines; 4= plante adulte pleinement reproductrice.

Les étapes sont dans des intervalles d'un an, et l'année 1 est l'année actuelle.

Exemple de calcul:

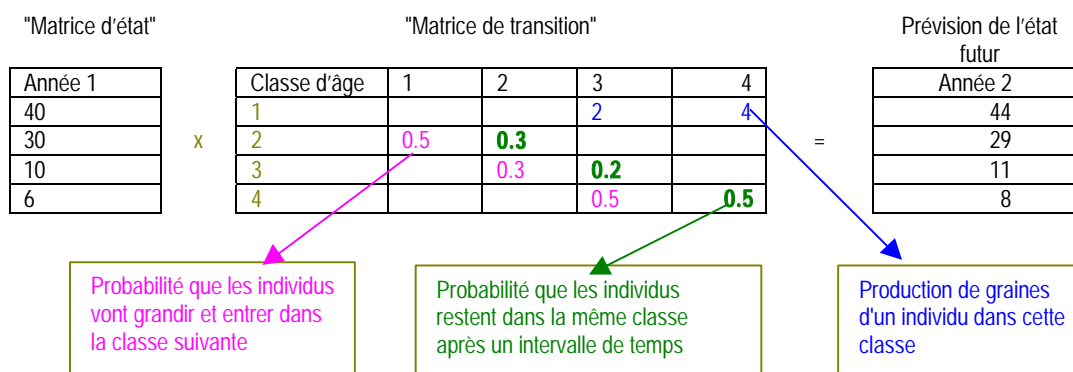
Le nombre de plantes de l'année 2 dans la classe d'âge 3 est la proportion des plantes, maintenant dans la classe 2, qui survivront et croîtront assez rapidement pour entrer dans la classe 3 en un an.

Le nombre de graines produites par chaque classe d'âge pendant l'année 1 donne le nombre de graines de la classe 1 dans l'année 2.

Le taux de germination prévoit le nombre de graines de l'année 1 (dans la classe d'âge 1) qui sera dans l'année 2 de la classe d'âge 2.

La *matrice de transition* représente ces données et calculs. Les probabilités utilisées peuvent être changées pour représenter différents niveaux de récolte et de régimes.

La *matrice d'état* représente la structure de la population à un moment donné.



Adéquation biométrique au risque

Il existe plusieurs limites qui réduisent l'utilité de ces méthodes.

- Les modèles nécessitent une information sur les PPE, y compris le niveau de floraison, la production, la dispersion, la germination et la prédation des graines. Ce type d'information exige des observations fréquentes, idéalement sur plusieurs saisons pour tenir compte de la variation. Comme nous l'avons remarqué plus haut, peu de PPE de PFNL ont été étudiées sur plus de un ou deux ans et fournissent rarement des données fiables sur le plan biométrique, mais plutôt une indication générale des taux. Cela signifie que souvent la base des modèles de cycle biologique peut ne pas être fiable.
- La plupart des impacts dus aux différentes méthodes de gestion sont hypothétiques et n'ont pas été démontrés par des observations ou des expériences.
- Ces méthodes supposent que la mortalité, la croissance et les taux de régénération restent constants, sauf s'ils sont changés par la gestion. En réalité ces paramètres varient également en raison d'autres facteurs, comme les feux de forêt ou les variations climatiques. Une approche alternative est la modélisation de la viabilité de population, qui essaye de prévoir si l'espèce peut résister à des événements fortuits au cours de longues périodes. Cela n'a pas encore été utilisé pour les estimations de PFNL.

Lecture complémentaire sur les échantillonnages pour étudier la dynamique des populations : Bowden *et al.*, 2000; Gagnon, 1999. Voir aussi USGS. Programme de contrôle de la biodiversité. Site web: www.mp1-pwrc.usgs.gov/powcase/index.html

Modèles pour estimer la durabilité de la chasse

La gestion en vue d'obtenir un rendement durable d'animaux est bien différente de celle des arbres et des méthodes diverses ont été développées par les gestionnaires de la faune sauvage. La dynamique de population est différente car la survie est généralement dépendante de la densité et il existe un seuil de capacité maximum sur toute zone du territoire. Le seuil de capacité est le nombre maximal d'animaux qui peuvent peupler une zone. À ce point, les naissances sont égales aux mortalités et la population est stable. Au-dessus de ce point, les mortalités augmentent et la population diminue. Au-dessous, la population s'accroît. Si le niveau de population descend trop bas, la reproduction ne se fait plus. Il existe un niveau de population optimal qui assure des taux de natalité maximaux et la survie des nouveaux individus. Ce niveau est connu comme étant le rendement maximum soutenu (RMS).

A lire également sur le RMS : Caughley et Sinclair, 1994

L'estimation directe du RMS est difficile - de nouveau, à cause du manque de données détaillées sur la dynamique de population et comment elles rendent compte de l'évolution de la densité des animaux. Avec cela à l'esprit, une approche simplifiée a été développée et est devenue commune (Robinson et Redford, 1991, voir l'encadré 7 pour plus de détails). Il s'agit de :

- déterminer le taux de croissance démographique et la densité de la population, pour :
- évaluer la production annuelle globale, ensuite :
 - mettre au point un niveau de récolte durable, à 20-40 pour cent de la production annuelle, selon la longévité de l'espèce.

Cette méthode a des limites :

- elle donne seulement une évaluation initiale des impacts de chasse et ne devrait pas être utilisée pour établir des quotas; et
- elle suppose que les animaux ne meurent pas avant qu'ils ne se reproduisent, surestimant ainsi la croissance démographique. L'inclusion de la mortalité des jeunes animaux met en évidence un niveau plus grand de surexploitation par rapport à celui précédemment évalué.

Les modèles utilisant la théorie du prélèvement optimal pour simuler les impacts des stratégies de chasse sur les populations de faune sauvage peuvent aussi être utiles. Un exemple de ces modèles (Winterhalder et Lu, 1997) simule le devenir des espèces ressources, en les classant selon le niveau de préférence des chasseurs. Cette approche tient compte des : différences de préférences locales; de la disponibilité des différentes espèces ressources; et des différents types de pratique de chasse. De cette façon, le modèle est calibré pour des situations réelles et multi-ressources, mais il peut être cher et complexe à mettre au point avec des données réelles.

Qu'est-ce que la théorie de prélèvement optimal? Elle décrit les choix de chasse en termes de coûts et bénéfices en énergie d'une stratégie de chasse particulière pour le chasseur.

Encadré 7: Méthode pour évaluer la durabilité**Calculer la production animale maximum par km**

Variables du modèle (la densité effective est mesurée; la valeur des autres paramètres étant estimée ou prise dans la littérature) :

Densité effective (D) – nombre par kilomètre carré.

Densité prévue (D) – calculée à partir d'une régression linéaire du \log_{10} de la densité de population en fonction du \log_{10} de la masse corporelle par catégorie de régime alimentaire.

Taux intrinsèque de croissance naturelle (t_{\max}) – le plus élevé possible, sans aucune limitation, estimé en utilisant l'équation de Cole (1954) :

$$1 = e^{-r_{\max}} + b e^{-r_{\max}(a)} - b e^{-r_{\max}(w+1)}$$

où :

a = âge de la première reproduction,

w = âge de la dernière reproduction,

b = taux annuel de naissances de femelles.

La formule de Cole suppose qu'il n'y a pas de mortalité (engendre une erreur faible si le taux de mortalité n'est pas significatif avant l'âge de reproduction).

Le taux maximum fini de croissance (λ_{\max}) – exponentiel du taux intrinsèque de croissance naturelle (e_{\max}) qui est la croissance de la taille de la population entre le temps t et $t+1$.

Production (P) – addition de population = (naissances + immigration) – (mortalités + émigration) + survie (jusqu'à la fin d'une période de temps spécifique, c'est-à-dire 1 an).

On suppose:

- Les densités prévues sont plus élevées que celles observées et sont proches ou au niveau du seuil de capacité pour une espèce.
- La production maximum sera atteinte lorsque la densité de population est à 60 pour cent du seuil de capacité. Prélever 0.6 D maintient la population à la même densité.

$$\text{Production } P_{\max} = (0.6 D \times \lambda_{\max}) - 0.6 D$$

Estimation du potentiel d'exploitation

On suppose que la durée de vie moyenne d'une espèce est un bon indicateur du degré de prélèvement par les chasseurs des animaux qui seraient morts de toute façon. Les niveaux d'exploitation sont donc fonction de la longévité = âge de la dernière reproduction de l'espèce : pour des espèces à durée de vie très courte, < 5 ans, prélèvement = 0.6 P ; pour des espèces à durée de vie courte, entre 5-10 ans, prélèvement = 0.4 P ; pour des espèces à longue durée de vie, > 10 ans, prélèvement = 0.2 P .

Les suppositions les plus significatives sont :

- Le modèle suppose que la production dépend de la densité, c'est-à-dire que la production augmente lorsque la densité diminue, de telle manière que la production est maximum à 0.6 du seuil de capacité.
- La proportion de production qui peut être exploitée sans épuiser la population. Une confirmation indirecte pourrait venir de la comparaison des distributions de la masse corporelle entre des populations exploitées et des populations non chassées : si les distributions sont identiques, alors on peut dire que la chasse peut prélever une proportion d'animaux supérieure à la production totale s'il s'agit d'animaux qui seraient morts de toute façon.

Il FAUT avoir les données suivantes pour utiliser cette méthode : la masse corporelle moyenne, les préférences alimentaires (si on utilise une équation de prévision), l'âge de la première reproduction, l'âge de la dernière reproduction et le taux annuel de naissance chez les jeunes femelles (densité moyenne de la population sur le site d'étude – si on n'utilise pas une équation de prévision).

Un modèle NE DOIT PAS être utilisé pour générer des programmes d'exploitation pour une espèce donnée. Il PEUT fournir une première évaluation de l'impact de la chasse sur les populations d'animaux sauvages. (Robinson & Redford, 1991)

3.5 Contrôler la réussite des actions de gestion

Pourquoi un contrôle ?

Le contrôle permet d'évaluer si les interventions entreprises ont eu les effets positifs attendus et comment elles pourraient être améliorées. Il doit toujours faire partie du processus de gestion. Idéalement le contrôle doit commencer avant toute intervention pour fournir un état de référence permettant d'évaluer la réussite des actions de gestion.

Mesurer les changements dans le temps

Les évaluations fiables des changements provoqués par les actions de gestion exigent un inventaire quantitatif et rigoureux sur le plan biométrique. Cependant, des approches moins directes – comme par exemple, les enquêtes de marché, les comptes rendus d'exploitation, les indicateurs forestiers – sont utiles pour attirer l'attention sur les zones potentiellement à problèmes et pour renseigner les décisions de gestion.

Il n'y a pas de méthodologie spécifique pour contrôler la ressource – toutes les méthodes précédentes peuvent être utilisées. La différence est que l'inventaire est répété à intervalles réguliers, souvent chaque année ou tous les cinq ans. Ce qui est important, c'est la capacité du plan d'inventaire à mettre en évidence les tendances réelles, en les séparant des erreurs aléatoires dues aux estimations. C'est possible seulement si l'erreur d'échantillonnage est basse chaque fois que la ressource est mesurée. Cela exige un grand nombre de placettes, ce qui pourrait être trop coûteux. Le prix élevé d'un contrôle rigoureux explique qu'il n'a pas souvent été, s'il l'a jamais été, utilisé pour les PFNL sous les tropiques. Au contraire, les efforts se sont concentrés sur le développement d'indicateurs simples et bon marché.

Utiliser des indicateurs

Bien que les indicateurs soient très attractifs, il convient d'avoir le plus grand soin pour les choisir et les mesurer. En particulier, il y a un risque qu'ils ne reflètent pas bien l'état de la ressource. Les problèmes les plus importants sont les suivants :

- ils peuvent être difficiles à mesurer – par exemple, l'évaluation de la régénération est utilisée pour contrôler l'état de la population entière (Peters, 1994);
- l'assurance que les indicateurs soient représentatifs de la ressource entière – par exemple, l'utilisation de rapports de marché, sans connaître l'origine du produit, peut ne rien révéler sur l'épuisement local de la ressource (Milner-Gulland et Mace, 1998); et
- l'échec dans l'utilisation des indicateurs pour affiner ou ajuster les pratiques de gestion – mais ce cas semble assez rare, probablement à cause du manque de programmes de contrôle à long terme en place pour les PFNL.

Les deux approches principales pour le contrôle de l'impact de l'exploitation sur les PFNL sont :

- une approche forestière : contrôler la santé de la forêt et/ou des ressources restantes *après la récolte* ; et
- une approche marché : contrôler la taille et la qualité de *ce qui est récolté* (Watts *et al.*, 1996).

*Lecture complémentaire
sur les indicateurs :
Lindenmayer *et al.*, 2000*

Idéalement, les deux méthodes devraient être utilisées. Un contrôle participatif au niveau local est également utile pour améliorer la compréhension respective des régulateurs et des exploitants sur la ressource.

Observer ce qui reste après la récolte

*Lecture complémentaire
sur les études d'impacts
des récoltes :*
Cunningham, 2001

En foresterie, les PPE ont typiquement été utilisées pour contrôler les impacts de récolte sur les rendements futurs et sur d'autres éléments de l'écosystème forestier. Des programmes de contrôle des PFNL peuvent être mis en place de la même façon, mais il est important que ces programmes soient élaborés selon des principes biométriques stricts. Cela augmentera la probabilité que les données soient représentatives et utiles pour l'extrapolation sur de plus grandes zones. A ce jour, peu de protocoles ont été établis.

Pour permettre une mesure correcte de l'impact de récolte, il doit y avoir un "état de référence" non récolté, avec lequel les indicateurs peuvent être comparés. Ce point est souvent négligé. Il devrait prendre la forme d'une enquête de pré-exploitation ou utiliser des comparaisons entre des sites récoltés et non récoltés. Les considérations suivantes sont importantes :

- s'assurer que les enquêtes sur l'état de référence soient faites le plus tôt possible et *avant* que des changements dus à la gestion n'interviennent ;
- vérifier que ces enquêtes mesurent efficacement les indicateurs appropriés de la condition et de la productivité de la forêt ;
- considérer l'aspect social (méthodes de diagnostic rural rapide (DRR), telle que la "promenade dans les bois") avec des approches plus techniques (quantification, cartographie) ; et
- limiter l'énumération à l'espèce ressource ou l'espèce indicatrice, plutôt qu'essayer de tout mesurer - c'est l'option préférée pour les espèces récoltées à l'extérieur des forêts, c'est-à-dire sur des terres cultivées.

Les PPE pour PFNL ont souvent été considérées comme de la haute technologie, des méthodes nécessitant beaucoup de données d'entrée et donc seulement utiles pour des zones relativement petites et gérées intensivement, comme les parcs nationaux (par exemple, Sheil, 1997).

Mesurer ce qui a été récolté

Les comptes rendus de récolte constituent un moyen populaire, rapide et direct pour contrôler les PFNL. Ils peuvent contenir des mesures quantitatives (poids et mesures absolus) ou qualitatives (mesures relatives – beaucoup, peu, etc) du produit récolté. L'étude de cas 12 donne un exemple d'utilisation de compte rendu de récolte.

Les bénéfices du contrôle local.
Les données collectées loin de la forêt ont peu de chance de refléter ce qui se passe dans la forêt. L'information basée sur la ressource a donc plus de chance d'être plus proche de la réalité que les rapports de douanes et fiscaux. De plus, les rapports réalisés après que le produit a quitté le village ne permettent pas de faire le lien entre le produit et son lieu de récolte.

Etude de cas 12: Contrôle de l'exploitation dans un Parc national d'Ouganda

Dans le passé, le personnel des Parcs nationaux en Ouganda contrôlait les récoltes en utilisant des quotas officiels. Des placettes de contrôle au niveau forestier sont maintenant prévues dans des secteurs d'exploitation importante. Il est prévu que l'information permettant le contrôle du respect des accords participatifs sur la gestion et l'utilisation des PFNL doit être collectée à partir de trois sources:

- les utilisateurs de la ressource – impliqués dans la collecte d'information sur l'exploitation des ressources, les activités illégales et l'état des ressources ;
- les patrouilles de garde - comme faisant partie de leurs activités ordinaires ; et
- le contrôle écologique formel – des placettes PPE sont établies pour des espèces choisies par les communautés.

Le contrôle de l'Ensuri (Smilax kraussiana) dans la Paroisse Rutugunda, dans le Parc national de Bwindi. Le personnel du parc est allé avec des cueilleurs sur les sites traditionnels de collecte dans la forêt. Chaque site de collecte a été marqué avec un fanion rouge et la date et le produit récolté ont été notés. L'Ensuri est une liane dont les rejets au sol sont récoltés. Cette récolte se fait selon des pratiques traditionnelles qui sont apparemment durables - les cueilleurs n'ont fait rapport d'aucun changement concernant l'étendue des sites de collecte. Chaque paquet de produit collecté a été déroulé et le personnel du parc a mesuré la longueur, le nombre de nœuds et le diamètre moyen de chaque tige. Les rapports sont conservés avec le nom des collecteurs.

(Watts *et al.*, 1996)

La collecte des données peut avoir lieu en divers points de la chaîne d'exploitation :

- à la source, dans la forêt ;
- sur les marchés de village, locaux ou nationaux ; et
- au niveau du commerce international, comme les statistiques des Douanes et Taxes, ou les statistiques CITES sur l'import/export.

Les comptes rendus de récolte peuvent être utilisés pour des objectifs différents :

- les comptes rendus de marché peuvent permettre d'attribuer une valeur monétaire au produit, ce qui les rend utiles pour les enquêteurs de marché et les socio-économistes ;
- les comptes rendus de récolte détaillés sont souvent utilisés pour déterminer des quotas de chasse/cueillette pour la saison suivante, généralement confortés par des estimations directes de la population ; et
- comme un indicateur de changement des ressources, ils peuvent mettre en évidence le besoin d'études plus détaillées.

Les comptes rendus de récolte constituent la forme la plus répandue de données sur les ressources de PFNL. Cependant, il faut faire attention à quelques points importants en utilisant ces données :

- Il peut être difficile de distinguer si le produit présent sur le marché est d'origine sauvage ou domestique. Si la proportion de produit domestique est surestimée, il y aura une sous-estimation des quantités récoltées dans la population sauvage, ce qui peut rendre les décisions de gestion ou de quotas inappropriées.
- Les comptes rendus de récolte n'indiquent les changements qui peuvent intervenir concernant la manière dont les produits sont récoltés. Deux méthodes de récolte différentes peuvent produire la même quantité de produit sur le marché, mais l'une peut être destructrice de la ressource et non durable, alors que l'autre permet une récolte durable. Ce n'est

pas rare, en particulier là où les étrangers ont été attirés dans une zone pour la valeur commerciale de ses produits.

- Leur utilisation a tendance à supposer que les changements de niveaux de récolte reflètent en réalité des changements de la ressource. Ce n'est pas toujours le cas - beaucoup de facteurs peuvent influencer les niveaux de récolte.
- Ils ne représentent pas souvent les changements sociaux, les facteurs prix ou marché. Par exemple, un produit très demandé restera présent au marché même si la ressource s'épuise - mais le prix augmentera pour refléter la pénurie. Ainsi, en mesurant la quantité de produit sur le marché, on peut prolonger la surexploitation jusqu'à l'écroulement de la ressource. L'étude de cas 13 en fournit un exemple. Si les mesures de marché ne sont pas utilisées conjointement avec une estimation des ressources, il est nécessaire de s'assurer que ces mesures sont vraiment rigoureuses et qu'elles sont bien calibrées par rapport à la disponibilité réelle de la ressource.

Etude de cas 13: L'influence des facteurs socio-économiques

Des cueilleurs américains de ginseng en Virginie, aux Etats-Unis, doivent produire des rapports de vente tous les 30 jours, pendant la saison de récolte. On suppose que les niveaux fluctuants des ventes reflètent les changements dans les niveaux de population. En réalité, la fluctuation des quantités commercialisées de ginseng est plus étroitement liée aux conditions changeantes du marché de l'emploi chez les cueilleurs - quand le chômage est élevé, davantage de produit est récolté; quand les cueilleurs ont un emploi, les récoltes baissent car ils ont moins de temps et n'ont pas besoin d'argent supplémentaire. Avec une population principalement rurale et pauvre, ce phénomène n'est pas rare.
(Bailey, communication personnelle)

Participation locale dans le contrôle

Il est important pour les locaux qui utilisent la ressource de PFNL qu'ils comprennent la raison des quotas et des autres prescriptions de gestion, de manière à rendre la gestion crédible à leur yeux. Leur participation dans le contrôle de la ressource peut être une stratégie intéressante pour obtenir un appui parmi les cueilleurs, en faveur des prescriptions de gestion.

Les locaux peuvent aussi adapter et améliorer des méthodes grâce à leur connaissance de la ressource. L'utilisation d'indicateurs de conditions de ressource choisis par les locaux peut augmenter leur engagement à la fois dans le contrôle et dans les ajustements de gestion qui peuvent en résulter.

Des méthodes appropriées peuvent être fondamentales pour atteindre un objectif de contrôle continu par les locaux. Cela explique l'intérêt répandu pour développer des techniques de contrôle participatives qui sont adaptées aux capacités locales.

3.6 Approches participatives

De nombreuses études sur les PFNL se sont fortement concentrées sur l'implication des populations locales pour améliorer durablement leurs conditions de vie.

Impliquer la population locale

De nombreux professionnels soutiennent que si un inventaire de PFNL doit contribuer au caractère durable de l'amélioration des conditions de vie locales, alors les populations concernées doivent participer activement à toutes les étapes du processus décisionnel - en décidant si on fait un

Lecture complémentaire sur la participation :
Ingles *et al.*, 1999;
Carter, 1996

inventaire, ses objectifs et sa conception, le travail de terrain et l'analyse de données. L'idée est que l'approche participative peut :

- être une opportunité pour un processus d'étude pour les deux parties ;
- aider à promouvoir un sens de la responsabilité pour l'environnement ;
- aider la population à comprendre comment et pourquoi les décisions de gestion sont faites, en rendant les décisions plus acceptables localement à long terme et l'ensemble du processus plus durable ;
- aider la population à voir l'avantage économique potentiel des changements de gestion et donc s'assurer qu'elle adhèrera aux pratiques de gestion ;
- aider à résoudre les conflits entre les gestionnaires et les exploitants, en établissant la confiance et en garantissant l'accès (par exemple, Watts *et al.*, 1996; Pilz et Molina, 1998) ; et
- permettre de s'assurer que les données effectivement rassemblées seront utiles pour la gestion.

Les niveaux de participation varient, comme noté dans le Tableau 12. Etablir qui possédera et bénéficiera des "droits de propriété intellectuelle" sur l'information collectée devient de plus en plus important et doit être décidé tôt dans le processus.

Tableau 12: Degrés de participation – depuis la cooptation jusqu'à l'action collective

Modalité de participation de la population locale	Le type de participation	Le contrôle de l'extérieur	Le potentiel pour soutenir l'action et la propriété locale	Le rôle de la population locale dans la recherche et l'action
Cooptation	Changement fictif - des représentants locaux sont choisis, mais n'ont aucune participation réelle dans l'exercice du pouvoir	*****		Sujets
Coopération	Des tâches sont assignées, avec des motivations financières; les étrangers décident du programme et dirigent le processus	*****		Utilisateurs / subalternes
Consultation	Des avis sont demandés; les étrangers analysent l'information et déterminent un programme d'action	*****		Clients
Collaboration	La population locale et les étrangers travaillent ensemble pour déterminer des priorités; les étrangers ont la responsabilité de diriger le processus	****	***	Collaborateurs
Co-formation	La population locale et les étrangers partagent leurs connaissances pour créer une nouvelle compréhension et un nouveau travail en partenariat pour élaborer des plans d'action; les étrangers sont ici facilitateurs	***	*****	Associés
Action collective	La population locale élabore et met en œuvre son propre programme; les étrangers sont absents		*****	Directeurs

(adapté de Cornwall, 1995, dans Carter, 1996) ** indique les forces relatives

Utilisation et valeur du savoir local

Le savoir local peut être utile dans la conception et l'exécution d'un inventaire de PFNL pour diverses raisons, comme mis en évidence dans l'étude de cas 14 et présenté dans le Tableau 13. La participation peut améliorer l'efficacité de l'inventaire et optimiser les bénéfices locaux. Une meilleure efficacité peut venir de :

- la connaissance locale, qui fournit information de base sur la ressource (par exemple, à travers les méthodes ERV décrites dans 3.4); et

Message clé le savoir local peut fournir des informations utiles sur la ressource, mais la vérification des données est en général nécessaire.

- une aide, pour se décider si un inventaire est vraiment nécessaire et, le cas échéant, choisir le type de plan d'échantillonnage et la méthode d'énumération qui sont appropriés.

Etude de cas 14: Utiliser le savoir local pour concevoir et réaliser un inventaire d'If du Pacifique en Colombie britannique

Une étude intéressante nord-américaine qui contient quelques leçons pour l'évaluation de PFNL en milieu tropical est le travail qui a été fait au Canada sur l'inventaire de l'If du Pacifique (*Taxus brevifolia*, son écorce est récoltée pour fabriquer un médicament contre le cancer du sein). Avant de mener à un inventaire à grande échelle, une décision était nécessaire pour le choix de celle des deux cartes disponibles (une carte d'écosystèmes et une carte de couverture forestière) qui fournirait la meilleure stratification et pour savoir si la connaissance locale pouvait être utilisée afin de déterminer quelles strates doivent être échantillonnées pour l'if. Un questionnaire a été envoyé aux forestiers locaux et aux écologistes pour révéler leur connaissance sur la présence et la distribution de l'if parmi les unités délimitées sur chaque carte. Les résultats du questionnaire ont été compilés et utilisés pour identifier les strates à haute et à faible probabilité de présence de l'if sur chaque carte. L'échantillonnage sur le terrain a été pondéré pour que 80 pour cent et 20 pour cent des échantillons soient respectivement situés dans les strates de probabilité hautes et basses. L'analyse des données a montré que l'ensemble des estimations de populations d'if, produites en utilisant l'une ou l'autre carte comme base pour la stratification, n'étaient pas statistiquement différentes. Cependant, les erreurs standard avec la carte d'écosystèmes étaient beaucoup plus petites, indiquant que la stratification était plus précise et donc plus efficace. La validité des strates à forte ou faible présence d'if telles que déterminées par le questionnaire n'a pas été contrôlée ou testée dans l'analyse de résultats. Vraisemblablement c'est parce qu'elles ont été confirmées comme précises. Si tel est le cas, alors la connaissance locale était fiable, même si des avis différents sur la distribution de l'if ont été exprimés par les personnes interrogées. Cette étude montre un moyen d'utilisation du savoir local dans le contexte d'un plan d'échantillonnage biométriquement rigoureux, qui ne compromet pas son intégrité et peut donner des leçons utiles sur l'utilisation des connaissances indigènes dans les inventaires de PFNL en milieu tropical.

(Jong et Bonner, 1995)

Tableau 13: Exemples de domaines de savoir local et leurs utilisations possibles dans l'inventaire des PFNL

Connaissance locale	Utilisation dans inventaire
Identification d'espèces	Des observateurs locaux d'arbres peuvent être utiles pour la détermination des espèces (mais voir la section ci-dessous sur la taxonomie)
Espèces économiques importantes	Peut mettre en évidence une espèce commerciale importante pour l'inclure dans l'inventaire (p. ex. ERV)
Classification/description de la végétation	Peut être utilisée pour la stratification
Les types de microclimat et leur distribution	Peuvent être utilisés pour la stratification
Les types de sol et leur distribution	Peuvent être utilisés pour la stratification
Techniques et fréquence des récoltes	Peut améliorer les méthodes d'énumération et leur fréquence
Historique de la disponibilité	Aide à donner une priorité aux espèces pour les inclure selon le niveau de menace ou de changement
Evaluation actuelle de la disponibilité	Aide à donner la priorité aux espèces à considérer - et influence la décision sur la nécessité de l'inventaire
Ecologie et distribution des espèces	Aide à choisir la méthode d'échantillonnage la plus appropriée
Interaction humaine avec l'environnement (p. ex. la gestion actuelle)	Influence les objectifs et la conception de l'inventaire
Valeur de la forêt et de ses ressources	Influence les objectifs de gestion et par là, ceux de l'inventaire
Facteurs socio-économiques affectant la gestion des PFNL	Influence la décision de savoir s'il faut un inventaire et quels sont ses objectifs et l'interprétation des résultats de l'inventaire

Il convient de noter que ce tableau n'est pas complet et que les utilisations du savoir local citées ci-dessus sont des cas bien spécifiques, c'est-à-dire que les types de savoir local cités ne peuvent pas toujours être utilisés dans un inventaire tels que décrits.

Pour s'assurer que le savoir local est utile dans l'inventaire des PFNL, il faut bien veiller à :

- s'assurer que le savoir local est collecté et analysé en utilisant des méthodes appropriées et qu'il reflète la réalité; et
- concevoir l'inventaire pour examiner les zones de doute et permettre la flexibilité de pouvoir revoir la conception même si la collecte de données a commencé.

Combiner les savoirs local et scientifique

Le fossé existant entre les connaissances locale et scientifique ne peut pas être franchi si les noms vernaculaires et scientifiques ne peuvent pas être mis en correspondance. Les enquêtes sur les PFNL ont tendance à utiliser les noms locaux dans la collecte de données - plutôt que des codes ou les noms latins - parce que c'est plus facile pour le personnel et les collaborateurs locaux qui relèvent les noms qui leur sont familiers. Cependant, l'utilisation des noms locaux présente des problèmes importants:

Utilisation incomplète et incohérente des noms par les informateurs locaux - il existe une variabilité considérable des noms locaux. Par exemple, dans le Kalimantan central (Wilkie, 1998), moins d'un quart des noms locaux sont appliqués de manière cohérente et ce sont typiquement ceux qui sont d'une utilisation spécifique pour les informateurs ou sont particulièrement caractéristiques. La confusion entre le nom du produit et le nom de l'espèce est commune.

Mauvaise correspondance entre les noms locaux et scientifiques - l'analyse d'expériences en Ouganda montre que le nom local d'une espèce unique peut correspondre à plusieurs noms botaniques (Cunningham, 1996a). Les noms locaux se réfèrent souvent aux genres scientifiques plutôt qu'à l'espèce (voir le Tableau 14).

Difficultés taxonomiques - la description taxonomique et la nomination des espèces dans les forêts tropicales sont notablement incomplètes, même pour des arbres. Cela signifie qu'il n'est pas souvent possible de donner une identité taxonomique à une espèce de PFNL localement nommée et que l'identification d'une espèce peut souvent seulement être considérée au niveau du genre. C'est le cas même pour des rotins dans la plupart des pays d'Asie du Sud, où les noms locaux décrivent des genres plutôt que des espèces (Stockdale, 1995a).

Cependant, il est essentiel de déterminer les noms scientifiques si l'information doit être comparée entre différentes zones - où des langues et des noms locaux différents peuvent être utilisés. Cela est difficile car peu de guides de terrain ou de clefs de détermination botanique sont disponibles pour les PFNL et les fleurs ou fruits leur sont nécessaires pour l'identification (souvent inaccessibles et saisonniers). Le moyen le plus fiable pour vérifier les identifications est de collecter des échantillons pendant l'inventaire et les faire identifier par des experts. Les tentatives successives de faire correspondre les noms aux échantillons ont été jugées non fiables. Cependant, la collecte et l'envoi de spécimens de détermination dans un inventaire peut être coûteuse, consommatrice de temps et exiger des compétences qui ne sont pas disponibles.

Avoir le nom correct

La consultation d'experts botaniques travaillant dans les herbiers nationaux ou dirigeant des jardins botaniques est souvent nécessaire pour identifier les échantillons et appliquer le nom botanique correct. Les spécimens doivent être préparés proprement et l'identification peut prendre des mois, voire même des années. Bien que cela puissent être coûteux et demander du temps, c'est le moyen de détermination le plus fiable. Développer des relations avec les herbiers aide à garantir une compétence dans la collecte des échantillons.

A lire également :
Cunningham, 2001

Tableau 14: Correspondance de noms vernaculaires et scientifiques

Correspondance	Explication	Correspondance*
Correspondance un pour un	Nom vernaculaire = espèce scientifique	61 %
Sous-différencié (I)	Nom vernaculaire = deux ou plus espèces scientifiques du même genre	21 %
Sous-différencié (II)	Nom vernaculaire = plus qu'un genre scientifique	14 %
Sur-différencié	Plus d'un nom vernaculaire = une espèce scientifique	4 %

* Correspondance des noms Tzeltal Maya (n=471) d'après Berlin (1994) et noté dans Martin, 1994

Une certaine synergie entre les connaissances locale et scientifique se développe par des approches informelles ou participatives. Cependant, les méthodologies formalisées (voir l'exemple présenté dans l'encadré 8) pour traiter la connaissance locale collectée d'une façon informelle sont importantes pour acquérir une compréhension plus approfondie du savoir local et de ses relations avec les enquêtes scientifiques. Les méthodologies formalisées ont également le potentiel de vérifier plus objectivement l'information écologique qualitative, d'améliorer la capitalisation du savoir et de retrouver des connaissances.

Encadré 8: Méthodologie formelle pour relier et analyser l'information formelle et informelle

Les "systèmes basés sur le savoir" ont joué un rôle significatif dans l'agriculture et se développent rapidement. Ils représentent formellement la connaissance qualitative sur les ordinateurs. La puissance de traitement de l'ordinateur peut alors être appliquée pour représenter, analyser et utiliser des ensembles étendus et complexes de connaissances. Ils ont la capacité particulière d'être utiles lorsqu'ils sont mélangés à des approches numériques pour créer des systèmes intégrés d'aide à la décision. Le lien entre les "unités de savoir" est conservé d'une manière qui permet de récupérer des concepts entiers, plutôt que de simples listes d'unités de savoir rassemblées. Cependant, cette méthodologie peut avoir plus d'utilité et de pertinence pour les chercheurs et les acteurs du développement que pour les populations locales elles-mêmes et peut au mieux être utilisée en complément des méthodes informelles.

(Sinclair & Walker, 1999)

Le rôle de l'approche participative dans l'inventaire des PFNL

Peu nombreux sont ceux qui mettraient en doute la valeur de la participation des populations locales dans l'évaluation des ressources. Cependant, il existe un grand débat pour savoir si l'inventaire participatif peut ou doit être rigoureux sur le plan biométrique.

- Les méthodes biométriques exigent typiquement des techniques sophistiquées, qui sont inadaptées et/ou indésirables pour l'utilisation par des populations locales non formées. Là où la participation et la formation sont plus importantes que la rigueur biométrique, il est convenu que cette dernière peut être sacrifiée.
- Cependant, les techniques de sciences sociales et non biométriques, rassemblent rarement une information qui soit assez fiable pour guider des décisions de gestion concernant les niveaux de récolte durables. Sacrifier la rigueur biométrique revient à nier que les populations locales ont besoin d'une information fiable ou de solides prescriptions de gestion.

Le risque de collecter des données faibles vient du fait que la population locale peu être déçue des résultats et perdre intérêt dans le processus. Il est important de s'assurer que tous les risques liés à la fiabilité de l'information doivent être clairement compris par la population locale et ceux qui viennent de l'extérieur. L'encadré 9 montre quelques exemples sur la façon dont la

population locale peut apprendre et changer ses méthodes - le faire pour elle-même encourage l'apprentissage et la compréhension du processus.

De plus en plus, on réalise que les communautés ont vraiment besoin de données biométriques (par exemple, pour fournir les données de base d'un plan de gestion pour le soumettre à l'approbation du gouvernement). Parfois il peut y avoir un besoin urgent d'information fiable (par exemple, là où une ressource est sévèrement menacée). Dans ces circonstances, malgré les opportunités de formation en laissant les locaux agir à leur manière, il peut s'avérer approprié de leur suggérer qu'ils entreprennent un inventaire biométrique.

Le défi? Faire en sorte que les méthodes biométriques soient accessibles aux communautés.

Encadré 9: Population locale et participation à la compréhension – quelques exemples

- Les communautés locales pourraient vouloir rassembler seulement l'information sur les zones qu'elles utilisent actuellement - c'est ce qu'elles souhaitent gérer maintenant. Cela peut ne pas aider les chercheurs qui veulent vérifier la connaissance locale sur la distribution et obtenir des données sur l'ensemble de la population de l'espèce, mais la communauté peut décider plus tard qu'ils ont besoin d'une information plus large.
- Les communautés locales pourraient décider que des mesures indirectes, comme la moyenne des statistiques dans le temps sur la ressource ou la récolte, sont plus faciles à évaluer. Alors que cela pourrait sembler suffisant quand la ressource est abondante, elles peuvent constater qu'elles ont besoin d'informations plus complètes pour la gestion dans le cas où la ressource devient menacée.

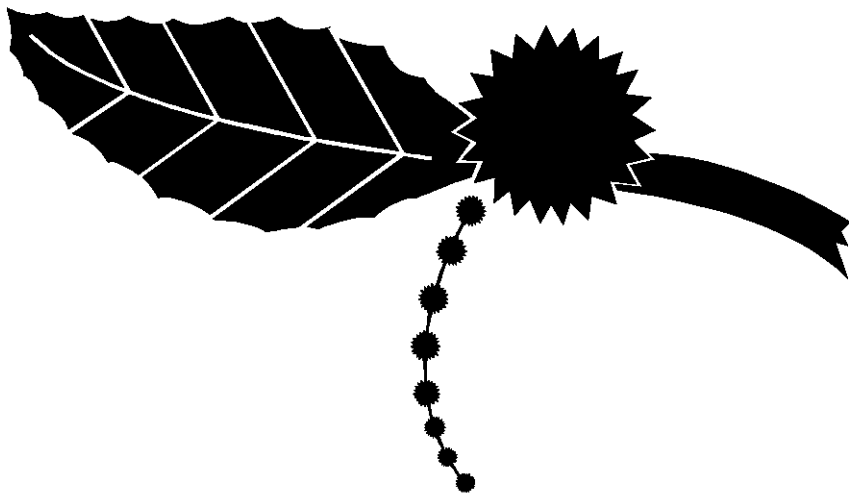
Il est toujours important de s'assurer que les données sont simples à collecter et analyser.

Cela ne signifie pas que les méthodes et les conceptions doivent être peu sophistiquées, mais qu'elles doivent être simplement présentées. Il existe des méthodes qui permettent à un protocole compliqué d'être exécuté, même là où l'alphabétisation est faible (voir l'encadré 10).

Encadré 10: Méthodes appropriées ? Quelques exemples de réussite

Les problèmes d'analphabétisme reculent de plus en plus grâce aux avancées technologiques – par exemple, l'utilisation d'ordinateurs spéciaux (ordinateurs de poche), qui fonctionnent avec des symboles plutôt que des mots, fut une réussite (Cunningham et Liebenburg, 1998; Cunningham, 2001), tout comme les GPS manuels (Stockdale et Ambrose, 1996). L'utilisation d'une technologie plus ancienne, comme des ordinateurs à unité centrale et des équipements d'enquête, exige beaucoup plus de formation et ne peut pas être appropriée à la population locale.

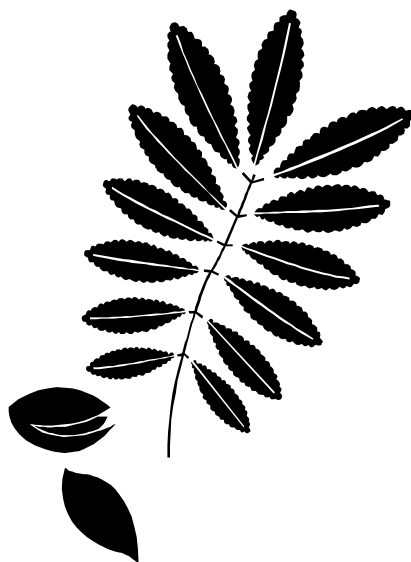
Les expériences et les débats ont montré que les méthodes doivent être adaptatives aux besoins locaux, tout en fournissant des données utilisables ailleurs et standardisées. Au Népal, les méthodes qualitatives qui ont émergé avec la promotion de la GFC n'ont pas fourni l'information détaillée qui était nécessaire et ont maintenant commencé à évoluer vers une quantification plus formelle des ressources.



Section 4 Contributions des autres approches à l'estimation des ressources en PFNL

Cette section présente des approches qui sont typiquement moins quantitatives et évalue leur valeur biométrique et leur pertinence pour l'inventaire des PFNL. Ces approches sont :

- les inventaires de la biodiversité
- les techniques de la science sociale
- les perspectives culturelles
- l'ethnobotanique
- les méthodes économiques



4.1 L'inventaire de la biodiversité

Qu'est-ce qu'un inventaire de la biodiversité ?

Fondamentalement, l'inventaire de la biodiversité est une liste de contrôle : "une liste d'entités biologiques se trouvant sur une zone ou dans un milieu particulier" (Stork & Davies, 1996).

Lecture complémentaire :
HMSO, 1996

Comment cet inventaire est-il réalisé et utilisé ?

En général, des spécimens de tous les individus sont collectés et mis en archive dans des herbiers ou des musées - cela rend les noms scientifiques fiables. Les résultats des inventaires de biodiversité sont d'habitude présentés comme des listes d'espèces, classées par famille et par genre, pour une localité donnée. Ces listes permettent la comparaison des données entre des sites différents et contribuent à la préparation des cartes de distribution d'espèces.

L'enquête botanique est un type d'inventaire de biodiversité qui cherche des modèles à l'échelle du paysage. Elle utilise beaucoup de placettes (taille fixée ou sans dimensions) à travers le paysage, et produit une liste d'espèces sur des localités précises connues, mais sans quantification d'abondance. Elle peut aider à identifier des zones à haute diversité biologique et/ou des priorités de conservation (Healey *et al.*, 1998). Les données peuvent être analysées pour produire une classification de la végétation (par exemple, Hall et Swaine, 1981), des cartes de distribution, des profils écologiques d'espèces et une compréhension des relations environnementales et des processus d'évolution (Hawthorne, 1996).

Valeur biométrique et pertinence pour les PFNL ?

Les PFNL constituent évidemment un sous-ensemble de toutes les "entités biologiques", donc l'inventaire de biodiversité peut fournir une information utile pour savoir si des taxons intéressants connus sont présents et de connaître leur distribution. Mais les inventaires de biodiversité indiquent rarement quels taxons sont des PFNL et, ce qui est plus important, incluent seulement de temps en temps une information sur l'abondance - c'est-à-dire la quantité de ressource présente.

Des faits nouveaux récents ont tendance à souligner l'importance des techniques quantitatives et des mesures d'abondance pour répondre à des objectifs de gestion. Le travail à base de placettes peut être utile s'il y a beaucoup de répétitions, car cela fournit des données plus quantitatives et un potentiel pour des analyses statistiques.

4.2 Les techniques de la science sociale

Qu'est-ce qu'une technique de la science sociale ?

Les techniques de la science sociale utilisées pour les inventaires de ressources ont tendance à se baser sur des approches participatives pour accroître l'implication de la population locale. Ces techniques sont plus préoccupées d'inclure le savoir local que de fournir une information biométriquement rigoureuse sur la ressource.

Méthodes de collecte des données de science sociale

Comme noté plus haut, les approches participatives sont utiles. Cependant, il faut souligner que les méthodes de science sociale ne sont pas des protocoles formalisés, mais sont plutôt des approches pour collecter et traiter l'information. Comme l'a exprimé Havel (1996), chacune de ces méthodes est "...une combinaison d'outils, assemblés entre eux par un principe directeur".

Quelques approches participatives différentes :

- Diagnostic rural rapide (DRR) ;
- Diagnostic rural participatif (DRP) ;
- Formation et action participatives (FAP) ;
- Analyse des genres ;
- Planification par objectif (PPO) ;
- Appréciation-influence-contrôle (AIC) ; et
- Evaluation sociale.

Caractéristiques clés de ces approches :

- la participation d'une équipe de chercheurs et des méthodes multi-disciplinaires (quoique rarement statisticiens ou spécialistes d'inventaires) ;
- un choix d'outils et de méthodes, selon l'informateur ;
- une planification adaptative tout au long du processus de collecte des données, à mesure que les chercheurs discutent des résultats; et
- la triangulation - utilisation d'une variété de méthodes de vérification croisée pour vérifier l'information collectée sur le terrain.

Ces approches se sont développées avec le temps. Les approches précédentes, comme le DRR, avaient tendance à être des processus d'exclusion, alors que les approches plus récentes, comme le DRP, mettent plus l'accent sur la population locale et son implication dans l'analyse de l'information et la résolution des problèmes identifiés dans le processus. Ces approches récentes reconnaissent que la population locale est souvent mieux placée que les chercheurs extérieurs pour analyser et chercher des solutions à leurs problèmes. Plus récente, la méthode FAP se concentre moins sur la collecte de l'information, et plus sur la formation mutuelle des locaux pour promouvoir le développement rural.

Lecture complémentaire :
Davis-Case, 1990;
Nichols, 1991; Ingles *et al.*, 1999

Il existe une gamme étendue de moyens pour recueillir l'information et explorer les problèmes locaux, dont de nombreux types d'entrevues et des outils différents tels que des activités, des supports visuels et des jeux.

4.3 Considérer les PFNL d'un point de vue culturel

Les approches anthropologiques

L'anthropologie est l'étude des origines humaines, des institutions et des croyances – c'est-à-dire "la culture". Elle inclue l'étude de l'interaction entre les populations et leur environnement, dont les plantes qu'elles utilisent, connue sous le nom d'**ethnobotanique**.

Approches internes et externes

Externe– Regarder à l'intérieur depuis l'extérieur. C'est la catégorisation et l'organisation de l'environnement par des chercheurs non locaux, avec des définitions et des règles issues des sciences occidentales. Une approche de l'extérieur est utile lorsqu'il y a un besoin d'objectivité dans des objectifs de gestion, ou si certains des objectifs sont externes (comme par exemple la conservation d'une espèce particulière).

Il existe deux approches principales dans les méthodes anthropologiques – une vision de l'intérieur et les perspectives vues de l'extérieur. Les deux approches ne sont pas mutuellement exclusives, mais constituent plutôt les deux extrémités d'un processus continu et peuvent être utilisées ensemble pour optimiser l'efficacité de la recherche.

L'ethnobotanique est une discipline anthropologique qui s'intéresse au savoir indigène sur l'utilisation des plantes – elle a une approche interne. D'autres disciplines potentiellement utiles incluent l'anthropologie écologique et l'écologie comportementale humaine. Ces disciplines ont développé des méthodologies pour étudier l'utilisation humaine du monde naturel.

Les approches externes de l'écologie comportementale (des exemples sont donnés dans le Tableau 15) sont plus quantitatives et permettent l'analyse statistique des hypothèses. De cette façon, elles fournissent une compréhension plus détaillée, empirique et théorique des relations entre les populations humaines et leurs ressources végétales, tout comme l'analyse de la signification des plantes d'un point de vue culturel.

Tableau 15: Méthode de recherche comportementale conduite de l'extérieur

Méthode	Description et objectif général	Exemple de méthodologies	Utilisations de l'information
Analyse de la distribution spatiale	Décrit et explique les relations spatiales entre les communautés humaines et leurs ressources naturelles	Cartographie du paysage et télédétection Cartographie du sol Extrapolation de la production de ressources Distribution spatiale de la production et de la productivité des ressources	Opérations variées de descriptions et d'analyses, traitant des relations spatiales entre les communautés humaines et leurs ressources naturelles
Etude des activités humaines	Enregistre le temps passé aux activités variées liées à la ressource, au moyen de techniques d'observation systématique; compare le temps passé entre les différentes activités	Etudes du temps et de la mobilité Etudes d'occupation du temps	Description et analyse statistique des types d'activités d'une communauté; composante nécessaire des études sur les entrées/sorties
Comptage des ressources	Maintient à jour les données sur les types de ressources et les quantités récoltées ou utilisées par la communauté en étude pendant une période déterminée	Enquête sur le régime alimentaire (inventaire de poids, registre diététique, fréquence de la nourriture, poids consommés) Enquête de commercialisation Enquête ethnopharmacologique	Mesures indirectes de l'importance des différentes espèces ressources et du niveau de la pression d'exploitation sur ces ressources ; composante nécessaire des études sur les entrées/sorties
Analyse des entrées-sorties	Analyse de type coût-bénéfice des différentes activités utilisant des données sur le temps alloué et le comptage des ressources	Modèle de choix rationnel Analyse de l'exploitation optimale Analyse de programme linéaire	Décrit ou explique les relations interactives entre les populations et leurs ressources

D'après Zent (1996)

Bien qu'elles ne soient pas encore appliquées à l'inventaire des PFNL, de telles méthodes sont potentiellement utiles car :

- leur nature quantitative fournit une rigueur plus biométrique que les approches anthropologiques classiques; et
- ces méthodes sont compatibles avec celles pratiquées dans d'autres domaines professionnels, comme la foresterie, l'économie et le développement commercial.

4.4 L'ethnobotanique

Qu'est-ce que l'ethnobotanique ?

C'est l'étude de l'interaction entre la population et son environnement, dont les plantes qu'elle utilise.

Inventaire ethnobotanique

Les ethnobotanistes se considèrent de plus en plus comme des conseillers dans la gestion des ressources. Il est donc important que leurs recommandations soient bien fondées pour éviter la surexploitation des plantes en question (Cunningham, 1996b). Les méthodes quantitatives sont fondamentales pour donner le meilleur conseil de gestion. Ainsi, l'ethnobotanique est en pleine évolution - depuis une méthode classique et purement descriptive jusqu'à une science plus quantifiable, en acquérant certaines des méthodologies citées ci-dessus dans la Section 3. Le Tableau 16 souligne quelques différences fondamentales entre les méthodes anciennes et nouvelles.

Définir l'ethnobotanique

L'ethnobotanique est pratiquée depuis 1895, bien que ses définitions et sa portée aient changé depuis. Les définitions actuelles varient encore de façon importante, mais en fait il s'agit de l'étude du savoir des populations locales et de leurs relations avec les plantes.

Tableau 16: Evolution des méthodes en ethnobotanique

	<i>Inventaire ethnobotanique classique</i>	<i>Ethnobotanique quantitative</i>
<i>Caractéristique principale</i>	Typiquement, l'inventaire ethnobotanique préparait des listes d'espèces végétales utilisées par différents groupes ethniques. La détermination scientifique des plantes était la principale priorité	Transforme le savoir traditionnel local en valeur quantifiable d'utilisation relative
<i>Avantages pour l'inventaire des PFNL</i>	Les listes peuvent fournir une vue générale utile des plantes utilisées par la communauté locale	La quantification signifie que : <ul style="list-style-type: none"> • les études peuvent être répétées - deux différents chercheurs obtiendraient le même résultat • cela permet des hypothèses statistiques en testant le niveau d'importance de certaines plantes pour la population locale
<i>Inconvénients</i>	Il y a rarement une information quantitative sur le niveau d'utilisation ou d'abondance, et aucune indication sur l'importance relative pour la société L'origine des données peut être variable, rendant difficiles les comparaisons et la vérification Le temps nécessaire est en général supérieur au temps disponible dans les inventaires et évaluations de PFNL dans les projets de développement	Méthode non biométriquement rigoureuse car : <ul style="list-style-type: none"> • il n'y a pas d'échantillonnage formel (la sélection systématique d'une placette prend du temps et est coûteuse) • il n'y a pas ou peu de répétitions (souvent une placette par site) • il n'y a pas de compilation ni d'analyse des données collectées Requiert une connaissance des techniques d'échantillonnage biométrique et de leurs bases théoriques pour fournir une rigueur statistique
<i>Développements nécessaires</i>	Il y a un progrès limité dans le développement des techniques d'évaluations rapides	Une plus grande utilisation de l'échantillonnage biométrique, là où des recommandations de gestion sont nécessaires, comme p. ex. pour les réserves d'exploitation ou les zones de protection/conservation

Ethnobotanique quantitative et inventaire de PFNL

Lecture complémentaire sur l'ethnobotanique :
Alexiades, 1996;
Cotton, 1996; Martin, 1994; Given & Harris, 1994

Malgré le manque de fondement biométrique solide, l'ethnobotanique quantitative a été utilisée pour l'évaluation des ressources en PFNL. Les méthodes clés impliquent des valeurs relatives à l'utilisation - pour des espèces et pour la forêt dans son ensemble.

Plusieurs méthodologies basées sur la valeur de l'utilisation des espèces ont été développées (voir le Tableau 17). Cette approche est prometteuse car, en même temps, elle est quantitative et se concentre sur les plantes; cependant, elle présente les limites suivantes :

- les données sont collectées en un seul jour, fournissant une vision instantanée des priorités locales, qui pourraient être différentes un autre jour en fonction des changements d'humeur ou de saison. La répétition de la collecte de données sur différents jours/saisons aiderait à réduire au minimum l'erreur, comme elle permettrait de s'assurer qu'il y a eu un nombre adéquat d'informateurs;
- cette approche suppose qu'une plante ayant plusieurs utilisations (par exemple, une plante utilisée de temps en temps pour plusieurs maladies) a plus de valeur qu'une autre ayant une utilisation unique (par exemple, une alimentation de base), car elle ignore la fréquence et la quantité récoltée;
- cette approche pourrait également passer à côté des PFNL qui ont une importance pour seulement quelques membres de la communauté.

Tableau 17: Méthodes pour quantifier les valeurs d'utilisation d'une espèce

Méthode	Données exigées	Calculs
Assignment subjective	Plusieurs types de technique d'interviews et/ou d'observations directes	L'importance relative de chaque utilisation est subjectivement assignée par le chercheur sur la base de son évaluation de l'importance culturelle ou de l'utilisation de chaque plante
Consensus d'informateurs	Interviews indépendantes d'informateurs individuels	Importance de chaque utilisation calculée directement à partir du degré de consensus dans les réponses des informateurs
Utilisations totalisées	Interviews, parfois par observation directe	Le nombre des utilisations est additionné par catégorie d'utilisation de plantes, par taxon ou par type de végétation. Cette méthode n'est pas très bonne car toutes les utilisations possibles ont des poids égaux et le nombre total d'utilisations peut être fonction de l'effort de recherche plutôt que de la véritable importance de la plante, type de végétation, etc.

(d'après Phillips, 1996)

A la base de la détermination des *valeurs d'utilisation de la forêt*, on utilise des placettes mesurées, dans lesquelles le nombre et l'importance des espèces utiles sont évalués quantitativement par des chercheurs et des locaux. Les valeurs d'utilisation des espèces dans une placette sont ajoutées ensemble pour donner une valeur d'utilisation totale de la placette. Les placettes sont d'habitude choisies pour être représentatives, par exemple, différents types de forêt (raisonnement scientifique, externe) ou utilisations et perspectives locales (raisonnement local, interne). Avec des placettes typiquement de 1 ha, ce niveau de travail prend du temps et est coûteux - généralement, peu de placettes sont échantillonnées. Les dépenses peuvent être réduites si des PPE écologiques précédemment établies sont utilisées, car cela élimine le besoin de récolter des échantillons et déterminer les noms.

A partir des placettes, les valeurs d'utilisation sont souvent extrapolées au type de forêt, à l'ensemble des territoires de la communauté, voire même parfois nationalement. Cependant, le petit nombre de placettes utilisées rend souvent douteuse la validité d'une telle extrapolation.

4.5 Méthodes économiques

Que sont les méthodes économiques ?

- Elles évaluent la contribution des PFNL aux économies locale et globale, à travers la commercialisation et la valeur ajoutée ; et
- Elles évaluent les coûts et bénéfices engendrés par l'intégration des PFNL dans les plans de gestion.

Les méthodes économiques sont liées au potentiel de plus en plus reconnu des PFNL pour le développement de nouvelles industries, marchés et sources de revenu et pour les études d'évaluation. Elles ne sont pas conçues pour être des méthodes biométriquement rigoureuses - car elles n'impliquent pas l'évaluation directe des ressources, mais utilisent à la place l'information sur le marché (l'économétrie). Cependant, elles peuvent être importantes dans la conception des inventaires de PFNL, car cette information influence les décisions de gestion.

Lecture complémentaire :
Godoy *et al.*, 1993;
Wollenberg, 2000.

Les études de marché et de revenus évaluent le potentiel de revenu des PFNL par :

- l'enquête de marché, soit conventionnellement à l'échelle la plus grande, soit en utilisant des méthodes participatives à l'échelle des communautés;
- l'examen des schémas de distribution et des quantités de produits dans les réseaux de commerce. Cela permet d'évaluer la quantité de matière première impliquée dans différentes entreprises et est utile pour mettre en évidence les endroits de la chaîne où il existe des problèmes d'approvisionnement ou pour améliorer la compréhension des relations commerciales. Autrement dit, cet examen améliore la vision de l'offre et de la demande et peut être utilisé conjointement avec des comptes rendus de récolte; et
- l'étude de la relation entre les revenus locaux et l'utilisation des PFNL, par la compilation de l'information sur les niveaux d'exploitation et les prix.

*Lecture complémentaire
sur l'analyse et le
développement des
marchés :*
Lecup & Nicholson, 2000

Les études de rentabilité et d'évaluation s'intéressent à la valeur actuelle de la ressource pour les différents acteurs et peuvent être utilisées pour comparer les valeurs de différentes utilisations de la terre - comme par exemple, la conservation de la couverture forestière par rapport à la conversion agricole. Cela a été utilisé pour donner du poids aux débats sur la conservation des forêts.

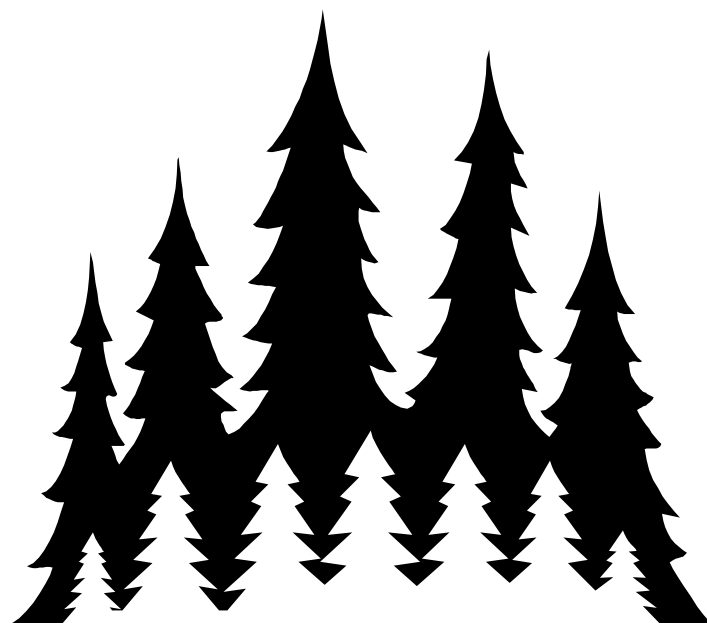
Clairement, les données basées sur la ressource sont nécessaires, tout comme les études économiques, pour une gestion efficace de la ressource. Cependant, les études économiques peuvent mettre en évidence des obstacles au développement des ressources, obstacles qui ne sont pas liés à la ressource elle-même.



Section 5 Concevoir un inventaire biométrique de PFNL

Cette section aidera le lecteur à considérer :

- l'importance et l'application de la biométrie dans la conception d'un inventaire
- un outil d'aide à la décision, avec une approche pas à pas pour concevoir un inventaire biométrique
- les besoins de planification pour l'analyse et la présentation des données et
- la mise en évidence de quelques besoins pour la recherche



5.1 Décider si la biométrie est importante

Est-ce que des bonnes statistiques font une bonne évaluation ?

Le niveau de biométrie requis dans une évaluation dépend de nombreux facteurs, dont les objectifs et la disponibilité de temps et de ressources.

Méthodes formelles ou informelles ?

Quand arrive le moment de la collecte des données, il n'y a aucune règle stricte quant au choix de la méthode - un équilibre est nécessaire entre les ressources disponibles - le temps et l'argent - et la profondeur et quantité d'information souhaitée - mais en général :

- des méthodes formelles (biométriques) marchent mieux quand on souhaite de bonnes données *quantitatives* - des réponses précises et statistiques pour appuyer les découvertes et interprétations ; et
- des méthodes informelles (à base d'interviews) peuvent donner une idée rapide des problèmes quand le temps et l'argent sont limités et cette information *qualitative* est essentielle pour fournir le contexte et la compréhension des attitudes, des priorités et des sensibilités locales.

Souvent les deux types de méthodes sont nécessaires.

D'un point de vue biométrique, il existe une divergence des approches pour la vérification de données :

- les approches formelles analysent les données statistiquement après qu'elles aient été récoltées ; et
- les approches informelles vérifient la fiabilité de l'information pendant la collecte, par triangulation.

Les méthodes participatives produisent bien des résultats statistiquement fiables, si elles sont utilisées convenablement. La critique de la biométrie des approches informelles se rapporte donc principalement à la faible utilisation des méthodes participatives. Les facteurs clés sont :

- une triangulation prudente et vérification croisée sur le terrain ;
- la compétence des facilitateurs - ils doivent avoir une compréhension claire du concept participatif, une bonne capacité d'analyse et des compétences personnelles remarquables dans le travail avec les populations ; et
- le nombre de facilitateurs - un ou deux est rarement suffisant pour fournir une gamme assez large d'expertise.

La formation adéquate de ceux qui recueillent les données est essentielle - indépendamment de la méthode utilisée pour la collecte des données.

Choisir des méthodes appropriées

Les facteurs principaux déterminant si une information statistiquement fiable est nécessaire dans un inventaire sont :

- *Les objectifs de l'inventaire.* Le Tableau 18 présente la gamme des objectifs des études passées en revue et le besoin de rigueur biométrique correspondant. Trois niveaux peuvent être identifiés :
 - Élevé : nécessaire s'il faut des données quantitatives pour des stratégies nationales ou pour prendre des décisions de gestion. Par exemple, les méthodes statistiques formelles telles que celles utilisées dans l'inventaire traditionnel du bois d'œuvre. Généralement coûteux.
 - Moyen – par exemple, les études cartographiques qui indiquent les abondances relatives.
 - Bas - approprié pour des jugements de valeur, des études non quantitatives et pour des "balayages rapides"; par exemple, les approches de type DRP pour la cartographie. Généralement meilleur marché.

La triangulation est une méthode de vérification croisée si plus d'une méthode donnent la même réponse, alors cette réponse a des chances d'être correcte.

Information stratégique – planification et la prise de décision sur les quotas - nécessite une information quantitative, des évaluations précises et une rigueur biométrique.

Evaluations qualitatives - par exemple, une information sur le rôle de la collecte de PFNL dans la conservation des forêts ou dans le niveau de vie des populations locales – ne nécessite pas une rigueur biométrique.

Tableau 18: Objectifs et niveau de rigueur biométrique requis

Les types d'objectifs	Objectifs	Besoin de rigueur
Caractéristiques de la ressource	Quantification des ressources de PFNL (quantité, distribution et extension)	Élevé
	Étude des caractéristiques des populations d'espèces de PFNL (biologie, habitat, démographie, etc.)	Élevé
	Étude de la relation entre le type de forêt et la quantité ou la diversité des espèces utiles	Élevé
	État de la population exploitée	Moyen
	Étude des types d'utilisation des espèces de PFNL (valeur alimentaire, bons écotypes, etc.)	Moyen
	Étude de la relation entre les variables environnementales et la productivité des espèces utiles (temps, saisonnalité, etc.)	Moyen
	Description des préférences d'habitat de certaines espèces particulières	Moyen
Demande et approvisionnement de la ressource	Impact de la récolte sur les populations exploitées	Élevé
	Potentiel de production/disponibilité de la ressource	Élevé
	Détermination des rendements durables de produits	Élevé
	Évaluation de la capacité d'approvisionnement de la demande	Bas
	Quantification de l'utilisation de la forêt	Moyen
	Accessibilité au produit pour les cueilleurs	Bas
	Évaluation de l'importance de l'utilisation de subsistance (chasse)	Bas
	Identification de la vulnérabilité à la surexploitation	Bas
	Détermination de la productivité	Élevé
Information pour la politique / stratégie	Évaluation de la durabilité du potentiel écologique (utilisation de l'information existante)	Aucun
	Estimation du rendement national	Élevé
	Provision de données quantitatives pour la planification stratégique	Moyen
	Démonstration de l'importance nationale des PFNL	Moyen
	Provision de données quantitatives pour développement de la politique	Moyen
	Détermination des priorités de conservation pour les espèces et écosystèmes rares	Bas
Contrôle	Évaluation de la contribution de la récolte de PFNL à la conservation de la forêt	Bas
	Provision des données de base pour un suivi futur	Élevé
	Inventaire régulier	Élevé
	Contrôle de l'exploitation	Moyen
Aspects sociaux	Contrôle statutaire	Élevé
	Participation de la population locale à la gestion d'une aire protégée	Bas
	Contribution des PFNL au développement socio-économique	Moyen
	Vue d'ensemble du schéma d'utilisation des terres	Le Moyen
	Garantie des droits à la propriété, à l'utilisation des terres et aux ressources	Élevé
	Évaluation de l'impact de la création d'une aire protégée sur les activités et l'économie liées aux PFNL de la communauté locale	Moyen
	Analyse du choix des chasseurs	Bas
Économie / évaluation	Collecte de données quantitatives sur les préférences locales d'alimentation	Bas
	Provision de données pour l'évaluation économique de la forêt	Moyen
	Économie de l'exploitation durable	Élevé
	Évaluation des ressources pour la rémunération	Élevé
	Les dépenses à mettre en œuvre pour une utilisation durable	Moyen
Gestion	Documentation des aspects économiques de l'exploitation d'une espèce particulière	Moyen
	Provision de données servant de base à la gestion durable des activités d'exploitation	Moyen
	Impact des activités et des pratiques de gestion forestière sur les PFNL pour des objectifs autres que les PFNL (exploitation du bois, pâturage)	Moyen
	Détermination des options de gestion pour les PFNL	Élevé
	Intégration de la production de PFNL dans la gestion classique de la production de bois d'œuvre	Moyen
	Impacts des schémas alternatifs de gestion sur les PFNL	Moyen
	Prévision des changements possibles de population dus à une exploitation importante	Élevé
Développement méthodologique	Développement de protocoles d'énumération de PFNL (taille de placette, utilisation de la photographie aérienne, etc.)	Élevé
	Développement de méthodes participatives d'enquête/inventaire/contrôle	Élevé
	Développement de méthodes pour évaluer la durabilité de l'extraction des PFNL	Élevé
	Développement de méthodologie pour évaluer la faisabilité d'une gestion communautaire	Moyen
Liste de PFNL	Protocole d'essai pour évaluer quantitativement les relations environnement/productivité	Élevé
	Collecte de données sur le savoir botanique indigène (utilisations médicinales/générales)	Bas
	Liste de produits pour une exploitation commerciale potentielle	Bas

Une rigueur élevée n'est pas nécessairement meilleure - ce qui est approprié dépend du contexte et des objectifs.

- *Les ressources financières et humaines disponibles.* Des évaluations plus précises exigent des niveaux plus élevés de financement et de compétences. Si le financement est bas et si les compétences sont limitées, l'approche exigée sera différente d'une situation où il existe un bon niveau de financement et où la précision est une priorité. Il est important d'utiliser l'outil le plus efficace disponible pour fournir l'information nécessaire aux objectifs. L'utilisation d'une méthode chère et complexe où la précision peut ne pas être nécessaire va probablement constituer une perte de ressources souvent rares.

Que contient une "bonne" conception d'inventaire ?

Il existe toute une série d'éléments qui sont à la base d'une bonne conception d'inventaire :

- l'objectif de l'inventaire (pour qui, pour quoi) ;
- l'information nécessaire pour atteindre cet objectif (la distribution de l'espèce, la densité, la distribution des classes de taille, etc) ;
- l'état actuel du PFNL (distribution, niveau de menace) ;
- le niveau de connaissance locale relevé sur le PFNL ;
- le niveau de connaissance locale non relevé sur le PFNL ;
- le temps et les fonds disponibles pour l'évaluation ; et
- le niveau de compétences disponibles pour l'évaluation.

La mise au point de la méthode pour lier tous ces éléments peut être très importante, mais il existe peu de systèmes développés à cet effet. La consultation et la transparence sont essentielles dans le processus de conception. Certaines des approches, utilisées pour s'assurer que la conception permettra d'atteindre les objectifs, sont décrites ici.

Approche consultative

Ce développement combine les approches semi-quantitatives et participatives dans la conception de l'enquête. Plusieurs étapes (voir l'encadré 11) déterminent les éléments suivants : les utilisateurs de l'information; les objectifs des utilisateurs; les sources de l'information; et les résultats adaptés à ces utilisateurs.

Modèle de décision linéaire

Ce modèle considère plus que la simple rentabilité et fonctionne en attribuant des notes ou des rangs à une gamme de critères pour chaque conception différente (par exemple, le zéro pour inapproprié ou un pour approprié, et ce pour chaque critère). Le Tableau 19 décrit comment de telles approches peuvent fonctionner. Le score total pour chaque conception est comparé - la meilleure conception est celle qui a le score le plus haut et n'est pas toujours la plus complexe ou la plus rigoureuse biométriquement. Ce modèle peut être adapté aux différentes circonstances, en changeant des critères ou des notations. Alors que le résultat du processus peut être semblable à celui qui aurait été obtenu intuitivement, c'est un moyen utile pour prendre des décisions transparentes sur une conception standardisée.

Encadré 11: Approche consultative formelle pour le processus de planification de l'étude

Etape 1 : Déterminer qui sont les utilisateurs.

Etape 2 : Obtenir de chaque utilisateur une spécification claire des objectifs, ainsi que l'information nécessaire pour les atteindre, avec un niveau de priorité qui inclut la limite de précision requise (en utilisant des méthodes participatives, comme par exemple, des réunions de consultations et d'analyse pour établir les valeurs importantes). Elaborer le tableau des besoins-objectifs pour traiter l'interaction entre les objectifs de gestion, les besoins d'information et les priorités, d'une manière quantitative et cohérente.

Importance 9 Besoin d'information	Objectifs		Indice d'importance (%)
	Préparer un plan de construction	Préparer un compte rendu d'impact environnemental	
	80	20	
Cartes topographiques	70	30	62
Cartes des sols	25	10	22
Cartes de végétation	0	25	5
Recensement animal	0	25	5
Photographies aérienne	5	10	6
	100	100	100

$$\text{Indice d'importance} = \frac{(70 \times 80) + (30 \times 20)}{100} = \frac{5600 + 600}{100} = 62\% \text{ pour les cartes topographiques}$$

Etape 3 : Considérer d'où viennent les données, par exemple les données existantes, la télédétection, les enquêtes de terrain. Elaborer les enquêtes de terrain de manière à satisfaire les besoins spécifiques d'information aux niveaux de précision requis.

Etape 4 : Construire le tableau méthodes-besoins pour aider à choisir les méthodes d'enquête à utiliser.

Exemple de tableau méthodes-besoins pour un projet de confiscation :

Besoin d'information	Priorité des besoins	Méthode d'enquête				
		A	B	C	D	B, C et D
Cartes topographiques	62	62	62			62
Cartes de sol	22	22		22		22
Cartes de végétation	5	5		5		5
Recensement animal	5	5		5		5
Photographies aériennes	6				6	6
Efficacité		94	62	32	6	100
Coût		2 000	1 000	500	50	1 550
Rentabilité		21.3	16.1	15.6	8.3	15.5

Lettres utilisées au lieu des méthodes réelles qui pourraient être une enquête de terrain, une photo-interprétation etc.

Etape 5 : Résultats de la conception

Considérer les utilisateurs et le plan pour les différents types de présentation de données : cartes, tableaux, graphiques de distribution, résumés statistiques, expressions statistiques des relations entre les variables. Proposer aux utilisateurs un choix de formats de résultats et leur permettre d'avoir leur mot à dire dans les choix qui seront faits. Les guides écrits permettant l'interprétation des produits disponibles sont essentiels.

(Myers & Shelton, 1980)

Tableau 19: Modèle de décision pour la rigueur biométrique nécessaire dans la conception d'inventaire

Facteur	Rigueur exigée	
	Plus importante	Moins importante
Nombre d'objectifs	Beaucoup	Peu
Type d'objectifs	Large	Étroit
Compréhension du groupe d'utilisateurs	Critique	Non critique
Argumentation scientifique	Oui	Non
Besoin de continuité	Critique	Non critique
Le besoin de renouvellement, c'est-à-dire commencer par le commencement	Critique	Non critique
Argumentation politique	Oui	Non

(Schreuder, 1995)

Méthodes structurelles

Ce type de méthode fonctionne comme une liste d'étapes dans un processus de prise de décision, nécessaires pour prendre une décision appropriée. Par exemple, le cadre "GOSSIP" (Stohlgren, 1995) guide le planificateur par la considération des buts, objectifs, échelle, conception d'échantillonnage, intensité d'échantillonnage et modèle d'échantillonnage. Ce type d'approche est moins quantitatif que les autres.

Compromis nécessaires pour se concentrer sur les PFNL

Le challenge:
comment préparer un inventaire multi-ressources efficace et une analyse de données qui soit applicable à des échelles différentes, du niveau local au niveau national.

Le contexte de l'inventaire influence jusqu'où on peut aller pour optimiser sa conception pour un produit particulier. Les inventaires de PFNL ont tendance à se faire pour beaucoup d'espèces différentes, ce qui rend difficile l'élaboration d'une méthode qui convienne à chacune des espèces. Le Tableau 20 présente certains des compromis nécessaires.

Une "bonne" conception peut signifier des choses différentes selon les personnes considérées. Les forestiers préfèrent des placettes systématiques, les spécialistes des sciences sociales préfèrent des approches participatives, les botanistes comptent rarement le nombre d'individus d'une population et les écologistes sont souvent plus concernés par des processus que par des modèles. Bien qu'à eux tous ils possèdent une expérience très riche, beaucoup de travail est toujours nécessaire pour mettre en commun les expériences de chacun et élaborer des méthodologies appropriées qui peuvent être utilisées avec les PFNL.

Tableau 20 : L'intégration des études contre l'optimisation des méthodes

Accroître l'intégration des études

Contextes Optimisation décroissante pour un produit spécifique	Echelle spatiale	
	Locale	Grande échelle, nationale
	Acteurs potentiels prenant l'initiative de l'inventaire	Communautés – ou leurs conseillers
	Espèce unique	Agences nationales
	Espèces multiples	Relativement facile d'optimiser la conception de l'échantillonnage
	Espèces multi-usages	Relativement facile d'optimiser la conception de l'échantillonnage
		Exige probablement une stratification des habitats connus pour des espèces spécifiques, l'optimisation de la conception est probablement assez difficile
		Exigera généralement des protocoles relativement complexes pour l'échantillonnage et l'analyse
		Etudes multi-institutionnelles, potentiellement difficiles à coordonner et probablement très difficile à optimiser pour des produits spécifiques. Peut donc nécessiter une approche qui essaye de combiner les techniques pour prendre en compte les particularités des PFNL

5.2 Système d'aide à la décision pour la conception d'un inventaire

A propos des systèmes d'aide à la décision.

Ces systèmes servent à guider les utilisateurs par un processus de prise de décision pas à pas, en donnant des conseils appropriés à chaque étape. Pour l'inventaire des PFNL, aucun de ces systèmes n'a encore été développé.

Les éléments idéaux d'un système d'aide à la décision dans le seul but d'inventorier les PFNL sont décrits ici. Des conseils sont donnés sur des approches possibles, des opportunités et des défis.

Réduire les options de la conception

Comme on l'a déjà remarqué, la conception de l'inventaire dépend en grande partie de son but. Là où le but est la planification de la gestion, les décisions méthodologiques sont influencées par l'espèce ressource, sa distribution, sa taille et son cycle biologique. Pour cette raison, il est utile de placer l'espèce cible dans une classification, pour limiter le nombre de méthodes alternatives à évaluer.

Les caractéristiques d'une espèce ayant une influence sur la méthodologie d'inventaire sont :

- la forme de vie de l'espèce cible - un arbre, des moisissures, du rotin, un oiseau, etc ?
- la saisonnalité - le produit est-il disponible seulement à un seul moment de l'année ?
- la partie du produit utilisée - l'individu entier est-il récolté, ou juste une partie, comme le fruit ou les feuilles ?
- les dommages causés par la récolte - le prélèvement du produit tue-t-il l'individu ou non ?
- la mobilité - les individus se déplacent-ils ou restent-ils sur place ?
- la distribution et la dispersion - où sont les individus et à quelle distance se dispersent-ils ?
- la visibilité - les individus sont-ils faciles à voir ?

Objectifs de l'inventaire:
Cette publication considère seulement un ensemble limité d'objectifs concernés par l'abondance et la distribution d'une sélection d'espèces de PFNL pour les décisions de gestion.

Il est également important de considérer l'étape de vie de l'espèce ressource quand elle est récoltée - de jeunes oiseaux ou animaux peuvent ne pas être très mobiles, alors que les adultes le sont. De la même façon, des produits différents provenant de la même espèce peuvent nécessiter l'emploi de techniques différentes et les formes de vie peuvent correspondre à des produits différents. Par exemple, les "arbustes" peuvent inclure : les feuilles, l'écorce, le fruit, la sève et la racine. Chacun de ces produits pourrait nécessiter l'emploi d'une méthodologie différente, selon la saisonnalité, la visibilité, l'accessibilité, etc.

Cependant, des produits semblables issus de formes de vie différentes (par exemple, le fruit des arbustes et des palmiers) peuvent nécessiter des méthodes/ protocoles semblables. Pour éviter une surclassification, il pourrait être judicieux d'appliquer des classifications parallèles pour les formes de vie et pour les produits/parties utilisés. Autrement dit, utiliser une approche de classification pour choisir une méthodologie pour estimer, par exemple, la densité de population de liane et une autre pour mesurer les rendements d'écorce.

Les classifications basées sur la forme de vie et sur la partie du produit utilisée sont particulièrement importantes pour décider :

- quelle sorte de disposition de placette doit-on utiliser - typiquement les plantes peuvent être mesurées de manière adéquate dans des placettes fixes, alors que les animaux peuvent être mieux observés sur des transects en marchant pendant un temps déterminé ou par des pièges; et
- comment énumérer les individus dans un échantillon. Quelques produits peuvent nécessiter la mesure de la taille, alors que d'autres peuvent seulement nécessiter des observations de présence/absence.

L'information de base sur la distribution de l'espèce est utile pour choisir la conception d'échantillonnage à utiliser. Par exemple, l'échantillonnage sur un transect pourrait être le meilleur pour des populations clairsemées, alors que des placettes conviendraient mieux aux populations denses.

Ce qui est important, c'est que les caractéristiques de la population cible influencent la conception aux différents niveaux suivants :

- la conception de l'échantillonnage, qui nécessite la considération de la densité et de la distribution de la population ;
- la disposition de la placette, qui nécessite la considération de la forme de vie et la taille de l'espèce cible ; et
- les protocoles de mesure, qui doivent considérer la partie récoltée et sa forme.

Autrement dit, les protocoles d'inventaire devraient être guidés par certaines caractéristiques de la population cible. Pour ce faire, un cadre de travail est proposé dans le Tableau 21. Il convient de noter que les décisions concernant les méthodes à un niveau de la démarche ne doivent pas influencer le choix des méthodes à utiliser à un autre niveau.

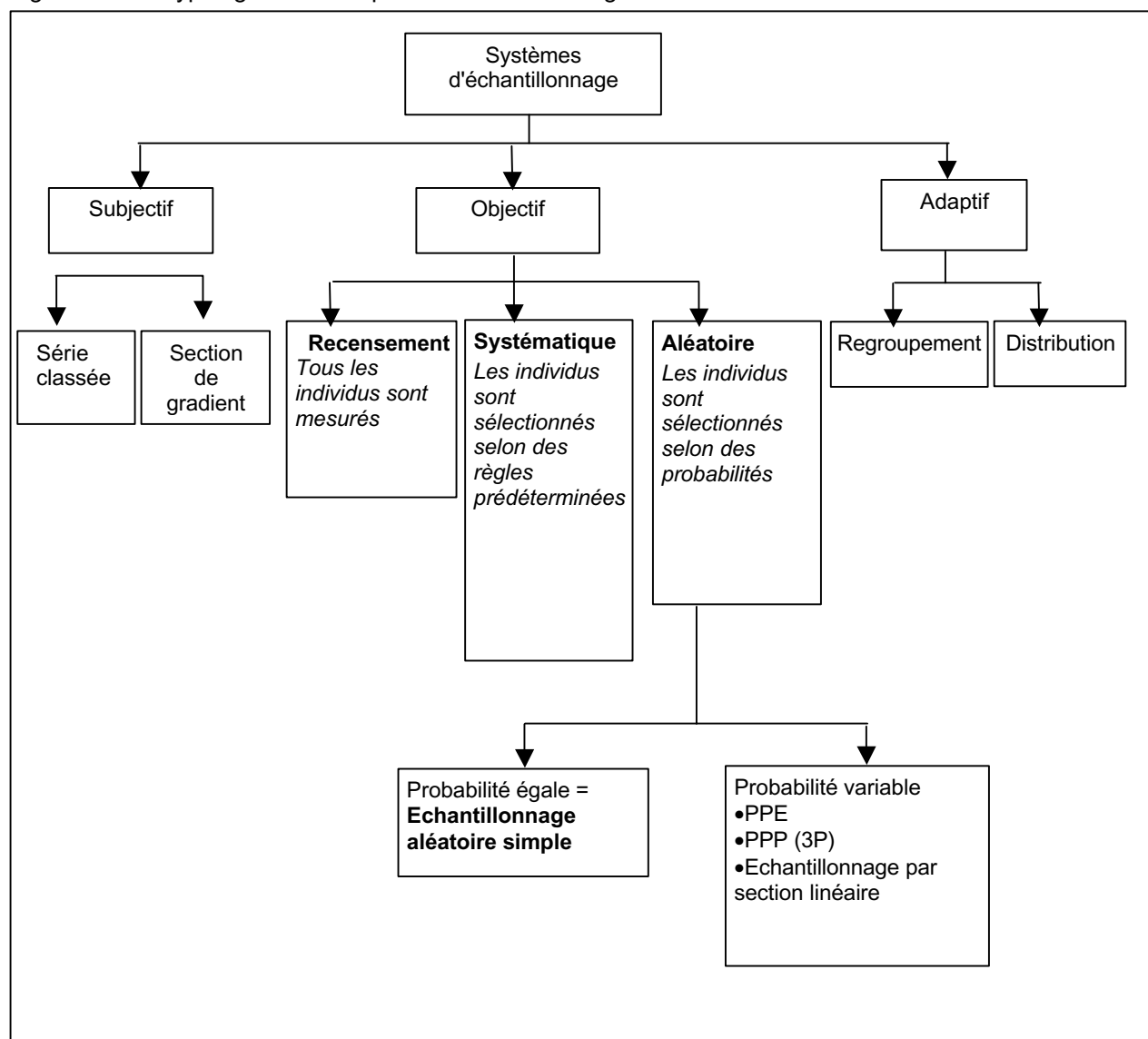
Tableau 21: Cadre de travail pour la conception d'un inventaire de PFNL

Élément de conception d'inventaire	Protocole pour :	Caractéristique relevante de l'espèce cible
Conception d'échantillonnage	Nombre de placettes et modèle spatial ou temporel	Distribution spatiale de la population
Disposition des placettes	Taille et forme de la placette	Forme de vie, p. ex. arbre, oiseau, champignons, etc.
Énumération de la population	Moyens de quantifier l'abondance	Forme de croissance, p. ex. clonale, par drageons, organisme diffus ou discret
Quantification du produit	Mesure du rendement du produit	Partie exploitée de l'organisme, p. ex. la résine, les feuilles, la tige, la viande, etc.

Choisir une conception d'échantillonnage

Il existe beaucoup de conceptions d'échantillonnage différentes, chacune avec des avantages et des inconvénients, correspondant à l'évaluation de produits différents. La Figure 5 fournit une typologie de conceptions d'échantillonnage et une information complémentaire sur la gamme de conceptions disponibles est proposée en Annexe 4.

Figure 5 : Une typologie de conceptions d'échantillonnage



Le facteur principal à considérer quand on choisit une conception d'échantillonnage est la distribution de la population ou sa variabilité. Certaines conceptions conviennent plus que d'autres à un type de distribution de population. Le Tableau 22 présente une gamme de conceptions suggérées pour quelques types communs de distribution de population.

Tableau 22: Faire correspondre la conception d'échantillonnage avec les caractéristiques de la population cible

Caractéristique	Problème principal de l'échantillonnage	Méthodes à considérer
Populations dans une petite zone d'étude	Peu	Recensement ou énumération de 100 % des arbres Pour toute autre conception, s'assurer que la taille de l'échantillon est adéquate - la variation peut être significative même sur des distances courtes
Abondant	L'échantillonnage doit être efficace et rentable - réaliser une étude pilote (échantillonnage exploratoire) ou obtenir des données à partir d'une étude précédente pour déterminer le nombre optimum de placettes pour obtenir la précision exigée	Populations aléatoires - utiliser une estimation de la variance de la population pour déterminer la taille optimum de l'échantillon Populations non aléatoires - utiliser la relation moyenne/variance pour déterminer la taille optimum de l'échantillon (p. ex. en utilisant la loi exponentielle de Taylor)
Rare	Problème pour acquérir des observations suffisantes de l'organisme cible Beaucoup de placettes seront vides avec des conceptions conventionnelles = des difficultés pour le calcul des moyennes et des erreurs	Échantillonnage adaptatif par groupe (EAG) avec échantillon initial systématique Échantillonnage séquentiel (déterminer un nombre cible d'observations et échantillonner jusqu'à ce que ce nombre soit atteint) Échantillonnage double ou à deux phases - échantillonnage stratifié en utilisant la connaissance de la distribution de l'espèce obtenue par une enquête initiale pour définir les strates - l'échantillonnage peut être proportionnel à la densité évaluée des strates, c'est-à-dire plus de placettes dans les strates contenant l'espèce cible Échantillonnage par section de gradient (Gradsect) (moyens efficaces pour trouver les populations) Échantillonnage pour obtenir l'indice d'abondance de la population (p. ex. habitat disponible, etc) Échantillonnage à forte intensité (p. ex. 25 % est recommandé pour les rotins)
Haute variabilité à petite échelle (dizaines de mètres)	Besoin d'échantillonner suffisamment de placettes proches l'une de l'autre pour caractériser la variabilité à petite échelle aussi bien qu'à une échelle plus grande	Échantillonnage par série classée (ESC) EAS en deux étapes ou échantillonnage systématique (échantillonnage de sous-placettes dans des placettes) Échantillonnage par groupe
Regroupement à échelle intermédiaire (centaines de mètres)	Besoin d'échantillonner les massifs de manière adéquate, sans mesurer trop de placettes vides	EAG avec échantillonnage initial aléatoire DA (si les ressources sont limitées) L'échantillonnage par groupe (zone couverte par le groupe, échelle de regroupement large et approximative, fraction élevée d'échantillonnage dans les moyennes de groupe. Dans les groupes, les erreurs sont faibles, ainsi la moyenne du groupe est traitée comme si elle était tirée de la mesure d'une placette unique)
Distribution liée aux caractéristiques du paysage (milliers de mètres)	Difficile de couvrir une grande zone efficacement	Échantillonnage par transect, p. ex. intersection linéaire, bandes, échantillonnage de placettes linéaires, etc. Échantillonnage par section de gradient (Gradsect) EAG avec échantillonnage initial en bande EAG stratifié avec désignation de placettes selon les observations dans les strates précédentes Échantillonnage systématique
Uniforme	Peu de problèmes	Choix d'une conception d'échantillonnage liée à la facilité des opérations de terrain, aux ressources disponibles et à l'exactitude et précision requises pour l'échantillonnage
Difficultés de terrain	Le coût de la mise en place de l'échantillon constitue la part principale de l'ensemble des dépenses de l'inventaire	Échantillonnage par transect (maximise les observations pour l'effort de prospection) Échantillonnage systématique (placettes faciles à mettre en place) EAG avec échantillonnage initial en bande
Peuplements denses monospécifiques	Il est important de caractériser la variabilité au sein et entre les peuplements	Dans les peuplements denses – considérations analogues à celles pour les espèces abondantes Dans les peuplements dispersés – considérations analogues à celles pour les regroupements à échelle petite et intermédiaire
Espèce qui forme une composante de communautés écologiques complexes	Besoin de considérer les interactions entre espèces et l'évolution dans le temps (succession)	Échantillonnage basé sur l'habitat et la communauté Inventaire multi-ressources (écosystème)
Etude avec des ressources limitées (argent ou temps)	Fonds insuffisants pour un échantillonnage formel	Connaissance Indigène utilisée pour choisir les sites d'échantillonnage Jugement personnel utilisé pour choisir l'échantillon représentatif MAIS la fiabilité des estimations ne peut pas être déterminée et les résultats ne peuvent pas être extrapolés de manière fiable (donc problématique pour la généralisation)

Tableau basé sur : Cochran, 1977; Gillison & Brewer, 1985; Schreuder *et al.*, 1993; Philip, 1994; Seber & Thompson, 1994; Patil *et al.*, 1994; Myers & Patil, 1995; Greenwood, 1996; Sheil, 1998

EAG – Échantillonnage adaptatif par groupe
DA – Distribution adaptative

ESC – Échantillonnage par série classée
EAS – Échantillonnage aléatoire simple

Il convient de présenter quelques-unes des nouvelles techniques d'échantillonnage qui sont potentiellement utiles pour les PFNL (voir en Annexe 4).

Choisir une bonne distribution des placettes d'échantillonnage

L'étape suivante dans le processus de conception est le choix d'une "unité d'échantillonnage" appropriée, dans laquelle les données seront enregistrées. Dans les inventaires de forêts ou de plantes, l'unité d'échantillonnage est d'ordinaire mentionnée comme "placette", qui constitue une zone déterminée du territoire. Cependant, dans l'échantillonnage des inventaires d'animaux, les unités de temps sont souvent utilisées. Les individus peuvent aussi constituer l'unité d'échantillonnage. Dans cette discussion, le terme de "placette" sera utilisé pour signifier tous les types possibles d'unités d'échantillonnage.

Une conception d'échantillonnage appropriée est typiquement très différente selon qu'il s'agit de plantes ou d'animaux :

- pour les plantes, l'**espace** est le plus important - les observations sont d'habitude faites sur une zone déterminée, à n'importe quel moment ; et
- pour les animaux, le **temps** est souvent le plus important, car ils peuvent se déplacer dans et à l'extérieur de toute zone - souvent comptés sur une période de temps fixée, ou à partir d'un point d'observation ou d'un transect linéaire.

Lecture complémentaire sur la disposition des placettes : Sunderland, 1996; Schemnitz, 1980.

Pour les plantes, la forme ou la disposition de la placette doit considérer la forme de vie (incluant la taille) et le type de croissance de l'espèce cible. Cependant, à ce jour, peu de travail a été fait pour aider à mettre au point ce qui serait la meilleure taille et forme d'une placette pour chaque forme de vie qui est récoltée comme PFNL.

Deux idées sont à considérer :

- les lianes - l'idée d'une placette cylindrique (ronde et haute jusqu'à la canopée) peut être la plus appropriée pour une liane grimpante, avec une "tranche" circulaire du cylindre donnant une information sur la distribution des lianes dans la canopée (Parren *et al.*, 1998).
- les rotins - une suggestion est d'utiliser deux bandes de 10x200m disposées en croix, en échantillonnant à une intensité de 1-3 pour cent (Tandug, 1988) (voir aussi l'encadré 2 présenté plus haut).

Davantage d'expériences sont présentées dans le Tableau 23 et quelques réflexions sur le choix de la conception des placettes peuvent être trouvées ailleurs, mais plus de recherche est nécessaire pour fournir un conseil fiable.

Tableau 23: Configurations de placettes qui peuvent être utilisées pour les PFNL

Type de placette	Configuration	Discipline	Description	Exemples de PFNL
Zone fixe mesurée	Transect	Inventaire de plantes et d'animaux	Bandes étroites et longues, sur lesquelles tous les individus intéressants sont échantillonnés. Largeur fixée, longueur parfois variable	FitzGibbon <i>et al.</i> , 1995; Lahm, 1993; Sunderland et Tchouto, 1999
	Placettes à surface fixe mesurée	Foresterie	Zones mesurées carrées, rectangulaires ou circulaires, schéma en quadrats pour des zones plus petites	Le type le plus commun de placette, Männi, 1988; Salo, 1993; Sharma et Bhatt, 1982; Wong, 1998
	Placettes par bouquets	Foresterie	Schéma fixe de sous-placettes qui ne se touchent pas	Rai et Chauhan, 1998
	Intersection avec un plan	Inventaire de plantes	On compte les tiges qui traversent un plan imaginaire, p. ex. à 1,3 m de la surface du sol	Aucun - suggéré par Parren <i>et al.</i> , 1999 et Shiel, 1997 pour les plantes grimpantes
	Transect linéaire de placettes	Inventaire de plantes	Les placettes sont situées le long d'un transect (d'habitude, les distances le long de la ligne sont fixées, dans ce cas, il s'agit d'un échantillonnage systématique)	Geldenhuys et Merwe, 1988; Sullivan <i>et al.</i> , 1995
	Volumes, p. ex. un cylindre	Inventaire de plantes	Les individus sont comptés et mesurés à l'intérieur d'un volume fixé	Aucun
Période fixe mesurée	Stations d'écoute	Inventaire de faune	Stations d'écoute pendant une période déterminée, principalement pour les cris d'oiseaux ou de primates à certains moments bien spécifiques du jour ou de la nuit	Aucun
	Campagne de chasse	Inventaire de faune	Données collectées de tous les animaux rencontrés pendant un jour de chasse	Noss, 1998 et Noss, 1999
Placettes d'échantillonnage variables	Échantillonnage à distance	Inventaire de faune	Observations faites en restant sur le point d'échantillonnage pendant une période de temps fixée ou se déplaçant à une allure fixée le long d'une ligne. Distances mesurées entre les individus/groupes observés et la ligne. Utilisation du programme DISTANCE pour calculer la densité	White, 1994; Bodmer <i>et al.</i> 1994; Bodmer, 1995; Silva et Strahl, 1991
Surface non mesurée	Inventaire botanique rapide (IBR)	Inventaire botanique	Zone dans une unité de paysage spécifique sur laquelle les échantillons sont collectés - parfois grossièrement mesurés, du fait du temps pris pour compléter la collecte, c'est-à-dire moins d'une nouvelle espèce rencontrée en 30 minutes	Hawthorne et Abu-Juam, 1995
Échantillons en points	Points quadrats	Ecologie des plantes	Cadres de superficie fixe et contenant une distribution de segments utilisés pour identifier des points servant à l'échantillonnage de la couverture végétale	Aucun
	Points d'échantillonnage	Diagnostic environnemental	Paramètres choisis mesurés en un point unique, comme p. ex. une fosse pédologique, la pluviométrie, etc	Aucun
Échantillonnage sans surface	Échantillonnage d'angle	Foresterie	Comptage/mesure des arbres qui prennent un angle plus grand qu'un angle constant à partir d'une position fixe - utilisations de prismes, relascopes, etc	Aucun
	Transects d'intersection linéaire	Foresterie et inventaire de faune sauvage	Comptage/mesure réalisé à partir de caractéristiques linéaires, comme p. ex., des layons, des traces animales, des lianes, etc, qui croisent la ligne d'échantillonnage	Fragoso, 1991; Ringvall et Ståhl, 1999; Shiel, 1997
	Carré centré	Écologie des plantes	Les arbres les plus proches du point échantillonnage dans quatre quadrats	Schreckenberger, 1996; Lescure <i>et al.</i> , 1992
	Le plus proche individu	Inventaire botanique	Nombre fixé des individus les plus proches du point échantillonnage	Singh et Dogra, 1996; Pinard, 1993; Shiel, 1997

La réalisation d'observations indépendantes exige le plus grand soin dans la distribution et la configuration des placettes (la distance de l'une à l'autre, la taille et la forme).

Les placettes positionnées de manière systématique ne sont théoriquement pas indépendantes, car leur emplacement est fixé par un point unique d'origine, auquel elles sont toutes liées. En pratique, la distance entre les placettes signifie qu'elles peuvent être considérées comme indépendantes. Plus elles sont proches l'une de l'autre, plus le risque de relation entre les placettes est grand.

Généralement, les sous-placettes ne doivent pas être considérées comme indépendantes. Les placettes que se touchent ne doivent jamais être considérées comme indépendantes et sont en fait des sous-placettes. Cependant, beaucoup de sous-placettes et de placettes contiguës sont considérées dans de nombreuses études comme des placettes indépendantes - c'est ce que l'on appelle la "pseudo-répétition".

Les efforts pour établir les formes et tailles optimales des placettes peuvent aussi échouer en ne considérant pas leur indépendance. C'est une erreur de comparer différentes formes et tailles de placettes :

- quand les placettes se touchent; ou
- si la forme ou la taille de la placette peut être influencée par les modèles de population.

Décider comment mesurer le produit

Le choix de la méthode pour mesurer la taille/quantité et la densité des produits dépend de la forme de vie et du type de croissance de l'espèce cible. Le Tableau 24 présente une gamme de moyens pour mesurer l'espèce cible qui a été utilisée. Les Tableaux 7 et 8 précédents sont également utiles.

Tableau 24: Exemples possibles de protocoles d'énumération pour l'évaluation de la ressource en PFNL

Méthode	Forme de vie	Description
Comptage	Toutes - immobiles	Comptage des individus cibles dans la placette
Présence/absence	Toutes	On relève la présence des individus cibles dans la placette (p. ex. inventaire de biodiversité, placettes ethnobotaniques de 1 ha)
Mesure de taille/âge	Plantes et animaux - les plus grands	La mesure de la taille de tous les individus dans la placette (p. ex., la largeur des feuilles, le diamètre de la tige, la hauteur, le stade de développement - juvénile/adulte, etc)
Couverture	Plantes	On relève le pourcentage de la placette couvert par l'espèce cible
Abondance relative	Toutes	Note de densité de l'espèce cible dans la placette, selon des classes subjectives, p. ex. faible, moyen, élevé, les échelles de Braun-Blanquet ou de Domin pour les plantes
Piégeage	Mobiles - animaux et fruit/graines d'arbres	Capture des individus pour les compter et les mesurer, p. ex. avec des filets de brume, des pièges Sherman, des pièges à graines
Piégeage partiel	Petits animaux (quand la perte de la population n'est pas critique)	Capture des individus et prélèvement dans la population, se répète sur une période temps et utilise un modèle exponentiel des taux de capture décroissants pour extrapoler la population initiale
Recapture d'individus marqués	Animaux (fruits de palmier, voir Phillips, 1993)	On capture des individus, on les marque (coupure au niveau d'un doigt de pied, étiquette, peinture, etc), on les relâche et on les recapture. Utilisation du nombre d'individus recapturés pour évaluer la population totale. Beaucoup de variations (voir Greenwood, 1996)
Échantillonnage DISTANCE	Animaux	On relève la distance entre un point d'observation et la cible et on utilise l'analyse Fourier pour évaluer la population cible
Réponse à un appel	Oiseaux	On reproduit des enregistrements de cris d'oiseaux et on compte le nombre de réponses
Méthodes indirectes/indiciaires	Toutes	On compte les poils, excréments, nids ou d'autres signes facilement observables et on utilise des méthodes de régression pour évaluer la taille de population cible

Les méthodes pour les animaux font l'objet de recherches significatives et sont étroitement liées au type de placette choisi. Évidemment, les méthodes pour mesurer les arbres sont aussi bien établies, grâce à l'expérience des inventaires en foresterie. L'application aux PFNL de ces deux champs d'expériences utiles nécessite davantage de travail.

En revanche, il y a eu peu de travail sur la mise au point de protocoles pour les plantes tropicales non ligneuses. Ceci est en général dû aux difficultés suivantes :

- la grande taille de beaucoup d'espèces végétales tropicales – elle rend généralement peu pratique l'utilisation des méthodes par points et par quadrats développées pour l'écologie des plantes en milieu tempéré ; et
- la difficulté de trouver les individus – par exemple, les champignons ou les orchidées de la canopée qui ne sont pas visibles, ou les animaux qui évitent activement les observateurs.

Il n'y a pas de règle. Les directives générales sont les suivantes :

- mesurer la partie de la plante ou de l'animal qui est d'habitude récoltée. L'utilisation de chasseurs ou de cueilleurs locaux peut aider à s'assurer que la partie récoltée est bien celle qui est mesurée. Être conscient que les chasseurs ou cueilleurs peuvent ne pas collecter des produits de basse qualité et que donc les mesures peuvent ne pas représenter la productivité biologique globale.
- considérer quelle proportion de la production biologique peut être récoltée - l'accessibilité a une forte influence sur les niveaux de récolte. Cela peut être fait par la pondération de la contribution des zones de collecte en fonction de leur accessibilité (par exemple, la distance depuis la route ou le village). Cela aidera à estimer la quantité effectivement disponible pour les exploitants.

Décider le nombre de placettes nécessaires

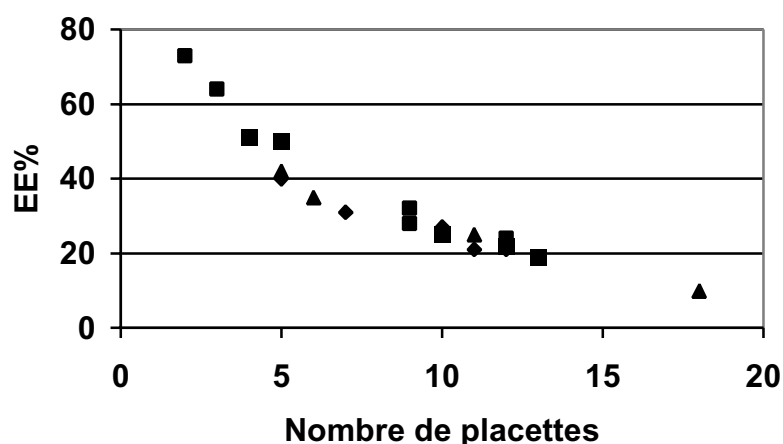
Lecture complémentaire sur les nombres de placettes : Bowden et al., 2000; Cochran, 1977; Philip, 1994; Shiver & Borders, 1996

Le nombre de placettes utilisées est fondamental pour la gestion des erreurs d'échantillonnage; plus le nombre de placettes est grand, plus l'erreur d'échantillonnage est petite et donc plus les résultats seront précis et potentiellement exacts. Cependant, pour des raisons d'efficacité, il n'est pas besoin d'avoir plus de placettes que nécessaire pour fournir une erreur d'échantillonnage acceptable. Il n'y a aucun moyen scientifique pour décider de l'erreur d'échantillonnage acceptable - c'est une décision de gestion, pragmatique ou même politique. Elle dépend du niveau de risque que le gestionnaire est prêt à prendre. Généralement, pour l'inventaire forestier l'erreur cible est de 10-20 pour cent de la moyenne.

Il existe une relation non linéaire entre le nombre de placettes et l'erreur d'échantillonnage, de telle manière que les gains diminuent quand on augmente le nombre de placettes (voir l'encadré 12). Cette relation peut être utilisée pour estimer le nombre de placettes nécessaires pour atteindre une erreur d'échantillonnage donnée. Cependant, pour ce faire, une mesure de la variance attendue de l'échantillon est nécessaire. Idéalement, cela peut être estimé par une étude pilote mais les chiffres peuvent aussi être obtenus à partir de sources secondaires, comme par exemple des études semblables ailleurs, l'expérience ou la connaissance locale.

Encadré 12: Relation entre l'erreur d'échantillonnage et le nombre de placettes utilisées

Il existe une relation entre l'erreur d'échantillonnage et le nombre de placettes utilisées comme le montre le diagramme suivant. (Ces données sont tirées de l'échantillonnage d'une forêt fictive avec des espèces disposées de manière à imiter les distributions communes dans les forêts tropicales.) Le diagramme montre clairement qu'avec l'augmentation du nombre de placettes, l'erreur d'échantillonnage diminue de façon non linéaire. Cette relation constitue une base pour déterminer le nombre de placettes nécessaires pour atteindre une erreur d'échantillonnage et une précision cible.



Le coût d'énumération d'une placette doit également être connu si la rentabilité est une préoccupation.

Il existe un certain nombre de méthodes pour calculer le nombre de placettes nécessaires à partir de ces considérations, l'encadré 12 en présente une des plus avancées.

Encadré 13: Un exemple de méthode pour calculer le nombre optimal de placettes

Le nombre de placettes nécessaires pour atteindre une erreur autorisée prédéterminée peut être calculé en utilisant l'équation :

$$n = \frac{4(CV)^2}{(AE)^2}$$

Où :

n = nombre estimé de placettes nécessaires

4 = approximation de la valeur t avec 95 pour cent de probabilité, élevée au carré

CV = coefficient de variation parmi les unités d'échantillonnage (%). C'est l'écart-type, divisé par la moyenne, exprimé en pourcentage.

AE = erreur autorisée souhaitée (%).

Il convient de noter que cet exemple est valable seulement pour l'échantillonnage aléatoire - il n'est pas approprié pour les dispositions systématiques de placettes.

(Shiver & Borders, 1996)

Manipulation, analyse, interprétation et présentation des données

Lecture complémentaire :
Dytham, 2000;
Zar, 1999.
Lecture avancée :
Patil & Rao, 1994;
McCullagh & Nelder, 1983

Un élément essentiel, mais souvent négligé, dans la conception de l'exercice de collecte des données est la prévision des éventuels traitements et analyses de données. D'autres publications de la FAO, déjà existantes ou à venir, fournissent d'utiles manuels pratiques pour réaliser des inventaires: ce qui est proposé ici est seulement une brève introduction des considérations fondamentales.

Il est important d'avoir, au début de l'étude, au moins quelque idée sur la manière de collecter les données, les analyser et les présenter à ceux que les résultats intéressent. Les méthodes utilisées ne doivent pas être sophistiquées, bien qu'en pratique il soit difficile de faire beaucoup plus qu'une analyse directe, sans accès à une calculatrice ou un ordinateur. Si des conceptions complexes doivent être mises en œuvre, il est recommandé de consulter un statisticien avant de concevoir l'étude. Cela aidera à collecter efficacement les données nécessaires et prévoir une analyse de données appropriée. Cependant, des présentations directes de densité moyenne et des quantités brutes de produit sont souvent tout ce qui est exigé. Les erreurs doivent toujours être calculées pour donner une indication de la fiabilité des résultats.

Une planification prudente des analyses est de la plus haute importance quand l'étude est destinée à tester une hypothèse quantifiable. La planification permet de s'assurer que les données collectées pourront être utilisées selon la méthode choisie. Si les données sont codées (par exemple, pour être saisies dans un ordinateur), cela vaut souvent la peine de voir si ces données peuvent être utilisées pour d'autres analyses, de sorte qu'on puisse insérer les codes appropriés. Il existe un grand nombre de tests statistiques pour contrôler une hypothèse et un soin particulier est nécessaire pour s'assurer que c'est le plus approprié qui est utilisé.

L'interprétation des résultats d'un inventaire requiert compétence et expérience et il existe peu de conseils formels qui puissent être donnés. Généralement, la première étape est une réponse directe et simple à la question originelle. Mais comme la question elle-même exige souvent une interprétation, même cela peut nécessiter une réflexion prudente. Par exemple, la question simple "combien y-a-t-il de produit X disponible dans la forêt Y ?" obtient comme réponse quelque chose dans le genre "17,6 kg par hectare, avec 18 pour cent d'erreur d'échantillonnage". Mais comment la *disponibilité* a-t-elle été évaluée ? Que serait la réponse si certaines des suppositions changeaient (par exemple, les villageois récoltent seulement à moins de 2 km de la route) ?

Souvent, il existe une place considérable pour une interprétation complémentaire des données collectées (par exemple, si nous dressons la carte de densité, cela nous apprend-il quelque chose d'utile sur l'écologie de l'espèce ?). La profondeur de l'interprétation et ce qui est possible ou approprié, cela dépend de la compétence des personnes qui réalisent ou dirigent les analyses.

Lecture complémentaire :
Myers & Shelton, 1980;
Shanley *et al.*, 1996

La présentation des résultats est une considération fondamentale. Même si l'inventaire est bien conçu et analysé, si les résultats ne sont pas transmis d'une façon appropriée, opportune et considérée à ceux qui doivent agir en fonction de ces résultats, alors ils seront peu utilisés. La conception de la présentation des données doit faire partie des étapes de la planification de l'inventaire, de manière à ce que les résultats puissent être traités et diffusés sans retard. L'Annexe 3 donne un exemple d'un style de présentation assez formel qui a été utilisé pour présenter un inventaire de PFNL national.

Le rôle des études pilotes

Beaucoup de livres préconisent l'utilisation d'études pilotes, mais il semble que très peu des études passées en revue pour cette publication se soient servies de telles études préliminaires. Il existe également peu de conseils sur ce qu'il faut faire avec les données et comment utiliser l'expérience acquise de l'exécution d'une étude pilote. Même lorsqu'ils existent, ils n'aboutissent pas souvent à un changement radical dans la conception d'échantillonnage utilisée après l'étude pilote.

Les études pilotes sont des plus utiles pour réaliser des inventaires à grande échelle, où de petits changements dans le nombre ou la taille des placettes requises peuvent conduire à des économies significatives. Les études pilotes doivent inclure suffisamment de placettes pour permettre des calculs valables de la variance de l'échantillon (comme guide : plus de 30 placettes). Les données issues des études pilotes peuvent être utiles pour tester et vérifier les éléments suivants :

- le nombre de placettes nécessaires pour obtenir l'erreur d'échantillonnage souhaitée (calculé à partir de la variance des placettes de l'étude pilote) ;
- la taille optimale des placettes ;
- la faisabilité pratique des protocoles sur le terrain ;
- l'efficacité des procédures de récolte et de traitement des données ;
- l'accessibilité du style de présentation choisie pour les résultats ; et
- les résultats préliminaires qui peuvent fournir des indications pour la conception de l'échantillonnage (par exemple l'espèce peut s'avérer être plus rare que prévu).

5.3 Thèmes de recherche

Les méthodes actuelles sont-elles adéquates mais mal appliquées, ou bien des recherches complémentaires sont-elles nécessaires pour développer de meilleures méthodes ?

Le projet FRP (ZF0077), à partir duquel cette publication a été réalisée, a été commandé pour identifier, en vue de les étudier, les contraintes de l'application de méthodes biométriques rigoureuses à l'évaluation des ressources en PFNL. L'identification initiale des thèmes de recherche prioritaires a été réalisée d'un point de vue purement académique, dans une revue bibliographique de fond (Wong, 2000). Ces thèmes ont été alors discutés et modifiés par l'atelier sur "*Le développement de méthodes d'inventaire, basées sur les besoins pour les produits forestiers non ligneux - Application et développement de la recherche actuelle pour identifier des solutions pratiques pour les pays en voie de développement*", qui s'est tenu à Rome en mai 2000. L'importance accordée aux méthodes basées sur les besoins a donné une priorité à la recherche, orientée vers les praticiens, avec de meilleurs outils pour régler des problèmes immédiats, plutôt qu'une recherche se concentrant sur les questions académiques les plus stimulantes et ésotériques.

L'atelier a considéré les besoins pour une évaluation des ressources biométriquement rigoureuse à partir de trois perspectives fondamentales (voir le Tableau 25) :

- au niveau de l'espèce ou du produit ;
- du point de vue d'une communauté cherchant à évaluer quantitativement les ressources locales ; et
- l'évaluation par les régulateurs, au niveau macro ou national, tels que les Départements forestiers.

Au niveau de l'espèce/produit (là où l'attention est concentrée sur des ressources particulières), les problèmes techniques dominent, comme par exemple la recherche de meilleures conceptions pour les distributions en bouquets. Au niveau de la communauté et au niveau national, ces difficultés s'effacent devant le contexte général. Au niveau de la communauté, toute quantification devrait pouvoir être entreprise de manière participative et tenir compte de la connaissance et des niveaux de compétence locaux et fournir encore des données appropriées pour une planification formelle de gestion. Au niveau national, la problématique évolue pour devenir une conception d'inventaires multi-usages et multi-ressources à grande échelle. Les activités de recherche prioritaire spécifique, proposées par l'atelier, sont présentées dans le rapport de l'atelier (Baker, 2001, disponible dans le CD-ROM ci-joint).

Il y a eu également un certain nombre de questions d'ordre général qui sont valables à tous les niveaux. Certaines d'entre elles nécessitent des travaux de recherche, alors que d'autres viennent de problèmes plus directs, que peuvent résoudre la diffusion effective de meilleurs conseils et la promotion de bonnes pratiques au sein des travailleurs sur le terrain.

Tableau 25: Résumé des thèmes de recherche identifiés

Niveau	Thème	Idées spécifiques
<i>National</i>	Relation entre les PFNL et le type de forêt	Utilisation du Système d'information géographique (SIG) / télédétection Utilisation d'un échantillonnage adaptable Difficulté d'utiliser une conception unique pour des produits qui sont récoltés à la fois en forêt et sur les terres non forestières
	Inventaire de ressources multi-usages	Intégration avec les études existantes - Approche du cas d'étude Intégration entre les inventaires à l'échelle locale et nationale
	Inventaire spécifique de produits (>1 spp.)	Gomme/bambou/rotin/écorce Classification en termes de besoin d'inventaire
	Relations avec l'information sur le marché	Evaluation des meilleures statistiques du marché pour les utiliser comme indicateur de la distribution et de l'abondance de l'espèce
	Besoin de certification des données	Qu'est-ce qui est nécessaire?
<i>Communautaire</i>	Marier le savoir local et les besoins d'information	Développement de méthodes participatives acceptables pour les communautés et les parties prenantes
<i>Espèce / Produit</i>	Mesure	Sélection multidisciplinaire pour des protocoles appropriés Développer, tester et adapter les protocoles Evaluation des méthodes basées sur l'utilisateur
	Contrôle	Assemblage et évaluation de systèmes de suivi forestier Examen des relations entre les méthodes pour la croissance et le rendement et celles pour la récolte Etude des relations entre les indicateurs supposés et l'état de la ressource Système d'aide à la décision pour concevoir des protocoles de contrôle
	Échantillonnage	Evaluation de l'efficacité relative de nouvelles conceptions Evaluation de l'utilité potentielle de l'échantillonnage par séries ordonnées comme moyen d'utiliser le savoir local ou pré-existant Etudier l'utilisation de la connaissance locale pour élaborer des conceptions d'échantillonnage
	Analyse	Prévision des rendements d'un produit saisonnier Détermination du niveau de récolte
	Liens entre les savoirs scientifiques et locaux	Relier les noms locaux et scientifiques

Diffusion des connaissances sur la biométrie

Il existe une forte demande de la part des travailleurs sur le terrain pour des conseils en conceptions d'échantillonnage appropriées pour des produits spécifiques et pour une utilisation par les communautés. D'autres groupes d'intérêt, comme les Départements forestiers nationaux, ont également besoin de conseils sur le développement de protocoles appropriés pour l'inventaire de ressources multiples incluant les PFNL. Cette demande pourrait être satisfaite avec :

- des ateliers de formation pratiques ;
- une ligne directe de biométrie pour prodiguer le bon conseil aux travailleurs sur le terrain, et
- un manuel basé sur une approche d'aide à la décision pour la conception d'inventaire.

Le développement d'un manuel et la disposition de formations pratiques à petite échelle sont actuellement entrepris par le projet de la FAO financé par l'Union européenne GCP/RAF/354/EC "La gestion forestière durable dans les pays africains de l'ACP". Cette initiative est spécifique pour l'Afrique et il existe un besoin de considérer la mise en place d'initiatives semblables pour les autres zones.

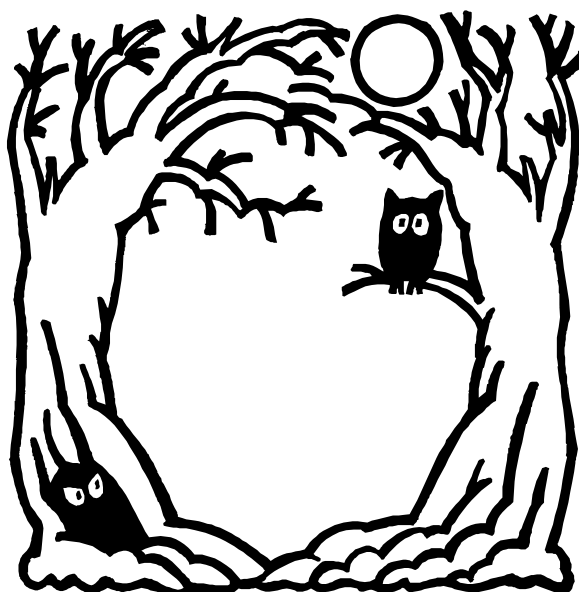
Développement de nouvelles méthodes

On peut tirer beaucoup d'enseignements d'autres disciplines comme l'horticulture et l'auto-écologie. Il faut compiler cette information pour en faire une ressource qui sera utile pour ceux qui conçoivent les inventaires de PFNL. Cependant, il existe un consensus général autour du fait que l'augmentation de l'utilisation des méthodes biométriques dans l'évaluation des PFNL exige plus que l'application des méthodes existantes. Il existe des particularités spécifiques aux PFNL, de sorte que de nouvelles méthodes d'inventaire, de contrôle et de détermination de rendement sont nécessaires. Ces particularités sont les suivantes :

- *La rareté* - beaucoup de PFNL sont rares, ce qui signifie que, dans un échantillonnage conventionnel systématique ou aléatoire, peu de placettes seulement contiendront l'espèce cible - autrement dit, ces conceptions d'échantillonnage peuvent être très inefficaces, donner des résultats avec des erreurs d'échantillonnage élevées et le calcul des erreurs ne peut pas être fait en utilisant des estimateurs conventionnels.
- *Une détection imparfaite* - beaucoup de PFNL sont difficiles à trouver (les animaux qui s'enfuient, champignons dans le sol, plantes vivant dans la canopée), ce qui signifie que des techniques sont nécessaires pour évaluer la fraction de la population représentée par les observations.
- *La saisonnalité* - beaucoup de produits sont saisonniers et ces produits présentent souvent une grande variation de rendement d'année en année - cette variabilité pose des problèmes dans les conceptions d'inventaire traditionnel de type forestier.
- *La mobilité* - les animaux occupent un habitat qui peut s'étendre au-delà de la zone d'inventaire.
- *La détermination du rendement pour une récolte non destructrice* - la plupart des méthodes existantes sont basées sur des méthodes où l'organisme entier est récolté. Les rares méthodes développées pour la récolte non destructrice ont besoin de développements plus approfondis.
- Le développement d'une base théorique pour l'exploitation durable des PFNL.

Utilisation du savoir local

Il est généralement admis que là où il existe une connaissance locale sur une espèce ou un produit, cette connaissance peut potentiellement constituer la base d'un bon inventaire, d'un bon contrôle ou d'une bonne gestion des ressources. À toutes les échelles (aussi bien nationale que locale) et dans tous les secteurs de l'évaluation des ressources, il est important de recueillir, valider et utiliser un tel savoir de manière participative. Avant qu'il ne soit possible de commencer à combiner la connaissance locale et le savoir tiré de la biométrie, il est d'abord nécessaire d'être capable de lier les noms scientifiques et locaux. Une fois que cela a été réalisé, la connaissance locale peut constituer la base de conceptions d'échantillonnage et de techniques de mesure plus formelles. L'objectivité et le respect de la complexité sont peut-être la clé pour à la fois la prise en compte de la connaissance locale et la conception biométrique d'un inventaire participatif.



Section 6 Références bibliographiques

Cette section finale fournit au lecteur le détail des publications citées et une information utile sur une bibliographie appropriée pour une lecture complémentaire.



6.1 Références

Références utilisées dans le texte.

- Acharya, B., Bhattarai, G., de Gier, A. & Stein, A. 2000. Systematic adaptive cluster sampling for the assessment of rare tree species in Nepal. *Forest Ecology and Management* 137: 65-73.
- Acworth, J., Ewusi, B.N. & Donalt, N. 1998. Sustainable exploitation of *Prunus africana* on Mt. Cameroon. Paper distributed at the Symposium of Medicinal Plants in Trade In Europe. Kew, London, 22-23 June 1998. Non publié. 10 pp.
- Bodmer, R.E. 1995. Managing Amazonian wildlife: Biological correlates of game choice by detribalized hunters. *Ecological Applications* 5 (4): 872-877.
- Bodmer, R.E., Fang, T.G., Moya, L. & Gill, R. 1994. Managing wildlife to conserve Amazonian forests: Population biology and economic considerations of game hunting. *Biological Conservation* 67: 29-35.
- Boot, R.G.A. & Gullison, R.E. 1995. Approaches to developing sustainable extraction systems for tropical forest products. *Ecological Applications* 5 (4): 896-903.
- Cevallos, J.E. Undated. Elements for the conservation and management of *Carludovica palmata* in Central America. Abstract acquired from Daniel Marmillod, CATIE. 1 pp.
- Cunningham, A.B. 1988. Leaf production and utilization in *Hyphaene coriacea*: Management guidelines for commercial harvesting. *South African Journal of Botany* 54 (3): 189-195.
- Cunningham, A. B. 1994. Integrating local plant resources and habitat management, *Biodiversity and Conservation* 3: 104-115.
- Cunningham, A.B. 1996a. *People, park and plant use. Recommendations for multiple-use zones and development alternatives around Bwindi Impenetrable National Park, Uganda*. People and plants working paper No. 4. UNESCO, Paris. 58 pp.
- Cunningham, A.B. 1996b. Professional ethics and ethnobotanical research. pp. 19-51. In: *Selected guidelines for ethnobotanical research: A field manual*. Alexiades, M.N. (ed.). New York Botanical Garden. 306 pp.
- Cunningham, A.B. 2001 *Applied Ethnobotanique. People, wild plant use and conservation*. People and Plants Conservation Manual. Earthscan 300 pp.
- Cunningham, A.B. & Liebenberg, L. 1998. *Bark, Berchemia and Basketmakers. Testing methods for local-level monitoring of plant resources, a Cas d'étude in Binga district, western Zimbabwe*. Report on a WWF/UNESCO/KEW 'People and plants initiative' field workshop. WWF/UNESCO/KEW.
- Cunningham, A.B. & Mbenkum, F.T. 1993. *Sustainability of harvesting Prunus africana bark in Cameroon*. People and Plants Working Paper - May 1993 UNESCO, Paris. 28 pp.
- Evans, T.D. Submitted. The inventory and monitoring of non-timber forest products: a Cas d'étude on Lao rattans showing high time costs and low statistical power. *Forest Ecology and Management*.
- FAO, 1999. Vers une définition harmonisée des produits forestiers non ligneux. *Unasylva* 50(198):63-64.
- FAO, 2001. Situation des forêts du monde. FAO, Rome.

- FAO. Sous presse. Guidelines for the management of tropical forests 2: The provision of goods and services. *FAO Forestry Paper*. FAO, Rome.
- FitzGibbon, C.D., Mogaka, H. & Fanshawe, J.H. 1995. Subsistence hunting in Arabuko-Sokoke Forest, Kenya, and its effects on mammal populations. *Conservation Biology* **9** (5): 1116-1126.
- Fragoso, J.M. V. 1991. The effect of hunting on tapirs in Belize. pp. 154-162. In: *Neotropical wildlife use and conservation*. Robinson, J.G. & Redford, K.H. (eds). University of Chicago Press.
- Geldenhuys, C.J. & van der Merwe, C.J. 1988. Population structure and growth of the fern *Rumohra adiantiformis* in relation to frond harvesting in the southern Cape forests. *South African Journal of Botany* **54** (4): 351-362.
- Gibbs, J.P., Snell, H.L. & Causton, C.E. 1999. Effective monitoring for adaptive wildlife management: Lessons from the Galapagos Islands. *Journal of Wildlife Management* **63**: 1055-1065.
- Gillison, A.N. & Brewer, K.R.W. 1985. The use of gradient directed transects or gradsects in natural resource surveys. *Journal of Environmental Management* **20**: 103-127.
- Godoy, R., Lubowski, R. & Markandya, A. 1993. A method for the economic valuation of non-timber tropical forest products. *Economic Botany* **47** (3): 220-233.
- Gould, K., Howard, A.F. & Rodriguez, G. 1998. Sustainable production of non-timber forest products: Natural dye extraction from El Cruce Dos Aguadas, Peten, Guatemala. *Forest Ecology and Management* **111**: 69-82.
- Greenwood, J.J.D. 1996. Basic techniques. pp. 11-110. In: *Ecological census techniques*. Sutherland, W.J. (ed.). Cambridge University Press. 336 pp.
- Gregoire, T.G., Valentine, H.T. & Furnival, G.M. 1995. Sampling methods to estimate foliage and other characteristics of individual trees. *Ecology* **76**: 1181-1194.
- Gronow, J. & Safo, E. 1996. Collaborative forest resource assessment surveys for the management of community forest reserves in Ghana. pp. 111-134. In: *Recent approaches to participatory forest resource assessment*. Rural development forestry study guide 2. Carter, J. (ed.). ODI, London. 322 pp.
- Hall, J.B. & Swaine, M.D. 1981. *Distribution and ecology of vascular plants in a tropical rain forest. Forest vegetation in Ghana*. Geobotany 1. Junk, The Hague. 383 pp.
- Hall, P. & Bawa, K. 1993. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. *Economic Botany* **47** (3): 234-247.
- Havel, V. 1996. The World Bank participation sourcebook. www.worldbank.org/html/edi/sourcebook/sbhome.htm. World Bank, Washington.
- Hawthorne, W.D. 1995. *Ecological profiles of Ghanaian forest trees*. Tropical Forestry Papers 29. Oxford Forestry Institute. 345 pp.
- Hawthorne, W.D. 1996. Holes and sums of parts in Ghanaian forest: Regeneration, scale and sustainable use. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, **104B**: 75-176.
- Hawthorne, W.D. & Abu-Juam, M. 1995. *Forest protection in Ghana*. IUCN, Gland. 202 pp.

- Healey, J.R. 1998. Notes resulting from the DfID FRP meeting of 3 March 1998 at ODI to discuss directions for FRP work on inventory of non-timber forest products. Non publié. 7 pp.
- Healey, J.R. *et al.* 1998. Rapid assessment of plant biodiversity. Chapter 2 in: Evaluation and development of methods of rapid biodiversity assessment in relation to the conservation of biodiversity in tropical moist forests. Watt *et al.* (eds) Report to FRP. Non publié.
- Hladik, A. & Dounias, E. 1993. Wild yams of the African forest as potential food resources. pp. 163-176. In: *Tropical forests, people and food*. MAB Series Vol. 13. Hladik, C.M., Hladik, A., Linares, O.F., Pagezy, H., Semple, A. & Hadley, M. (eds). UNSECO. 852 pp.
- Hosford, D., Pilz, D., Molina, R. & Amaranthus, M. 1997. *Ecology and management of the commercially harvested American Matsutake mushroom*. General Technical Report PNW-GTR-412. USDA Forest Service Pacific Northwest Research Station. 68 pp.
- Hosford, D.R. 1996. Study 13: Shiro analysis of matsutake in the Central Washington Casade Range. pp. 83-85. In: *Managing forest ecosystems to conserve fungus diversity and sustain wild mushroom harvests*. Pilz, D. & Molina, R. (eds) General Technical Report PNW-GTR-371. USDA Forest Service. Pacific Northwest Research Station. 104 pp.
- Jeanrenaud, J.-P. & Thompson, I. 1986. Daphne (Lokta), bark biomass production management implications for paper making in Nepal. *Commonwealth Forestry Review* **65**: 117-130.
- Jessen, R.J. 1955. Determining the fruit count on a tree by randomized branch sampling. *Biometrics* **11**: 99-109.
- Jong, R.J. & Bonnor, G.M. 1995. *Pilot inventory for Pacific Yew*. FRDA report 231. Canadian Forest Service and British Columbia Ministry of Forests. 18 pp.
- Kleinn, C., Laamanen, R. & Malla, S.B. 1996. Integrating the assessment of non-wood forest products into the forest inventory of a large area: Experiences from Nepal. pp. 23-31. In: *Domestication and commercialization of non-timber forest products in agroforestry systems*. Rapport d'une Conférence internationale tenue à Nairobi. FAO
- Konstant, T.L., Sullivan, S. & Cunningham, A.B. 1995. The effects of utilization by people and livestock on *Hyphaene petersiana* (Arecaceae) basketry resources in the palm savanna of north-central Namibia. *Economic Botany* **49** (4): 345-356.
- Lahm, S.A. 1993. Utilization of forest resources and local variation of wildlife populations in northeastern Gabon. pp. 213-226. In: *Tropical forests, people and food*. MAB Series Vol. 13. Hladik, C.M., Hladik, A., Linares, O.F., Pagezy, H., Semple, A. & Hadley, M. (eds). UNESCO 852 pp.
- Lescure, J.-P., Empereire, L. & Franciscon, C. 1992. *Leopoldinia piassaba* Wallace (Arecaceae): a few biological and economic data from the Rio Negro region (Brazil). *Forest Ecology and Management* **55**: 83-86.
- Lund, H.G. 1997. My gall bladder, a sow's ears and my tie: The non-wood forest resources inventory connection mystery www.home.att.net/~gklund/lundpub.htm. 14 pp.
- Lund, H.G., Pajari, B. & Korhonen, M. (eds) 1998) *Sustainable development of non-wood goods and benefits from boreal and cold temperate forests*. EFI Proceedings No. 23. European Forest Institute, Joensuu, Finland. 264 pp.

- Männi, R. 1988) Biology and berry production of the cowberry in Estonian SSR. *Acta Botannica Fennica* **136**: 33-36.
- Milner-Gulland, E.J. & Mace, R. 1998. *Conservation of biological resources*. Blackwell Science. 404 pp.
- Molina, R., Pilz, D., Fischer, C. & Luoma, D. 1994. Developing an inventory and monitoring protocol for commercially harvested forest mushrooms. pp. 127-129. In: *Proceedings of the bplanss and science of special forest products, Jan. 26-27, 1994*. Schnepf, C. (ed.). University of Idaho, Extension System.
- Myers, W.L. & Patil, G.P. 1995. Simplicity, efficiency, and economy in forest surveys. pp.47-55. In: *The Monte Verità conference on forest survey designs. "Simplicity versus efficiency" and assessment of non-timber resources. Monte Verità, Switzerland, 2-7 May 1994*. Köhl, M., Bachmann, P., Brassel, P. & Preto, G. (eds). Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Zurich.
- Myers, W.L. & Shelton, R.L. 1980. *Survey methods for ecosystem management*. John Wiley & Sons. 403 pp.
- Nandakumar, U.N. & Menon, A.R.R. 1992. *Resource survey of Rattans - problems and prospects. Rattan management and utilisation*. Proceedings of the Rattan (Cane) Seminar, India 29-31 January 1992, Trichur. Chand Basha, S. and Bhat, K.M. (eds). Kerala Forest Research Institute, India and International Development Centre, Canada.
- Nguvulu, C.Z. 1997. *Fruit production in indigenous multipurpose tree species at Chati, Zambia*. B.Sc. Agroforestry Special Project. University of Wales, Bangor. 68 pp.
- Noss, A.J. 1998. The impacts of BaAka net hunting on rainforest wildlife. *Biological Conservation* **86**: 161-167.
- Noss, A.J. 1999. Censusing rainforest game species with communal net hunts. *African Journal of Ecology* **37**: 1-11.
- Nur Supardi, M.N. 1993. Growth and assessment of stem length and yield of Manau (*Calamus manan*). M.Sc. thesis. University of Wales, Bangor. Non publié. 137 pp.
- Nygren, P., Rebottaro, S. & Chavarria, R. 1993. Application of the pipe model theory to non-destructive estimation of leaf biomass and leaf area of pruned agroforestry trees. *Agroforestry systems* **23**: 63-77.
- Olmsted, I., Alvarez-Buylla, E.R. 1995. Sustainable harvesting of tropical trees: demography and matrix models of two palm species in Mexico. *Ecological Applications* **5** (2): 484-500.
- Oyama, K. 1990. Variation in growth and reproduction in the neotropical dioecious palm *Chamaedorea tepejilote*. *Journal of Ecology* **78**: 648-663.
- Parren, M., Bongers, F., Caballe, G. & Nabe-Nielsen, J. 1998. Lianas: how to study them? Manuscript. Non publié. 13 pp.
- Patil, G.P., Sinha, A.K. & Taillie, C. 1994. Ranked set sampling. pp. 167-200. In: *Environmental Statistics*. Handbook of Statistics Vol. 12. Patil, G.P. & Rao, C.R. (eds). Elsevier Science. 927 pp.
- Pedersen, D. 1992. Qualitative and quantitative: Two styles of viewing the world or two categories of reality? pp. 39-49. In: *RAP: Rapid assessment procedures, qualitative methodologies and planning and evaluation of health related programmes*. Scrimshaw, S. & Gleason, G.R. (eds) International Nutrition Foundation for Developing Countries, Boston.

- Peters, C.M. 1990. Population ecology and management of forest fruit trees in Peruvian Amazonia. pp. 86-98. In: *Alternatives to deforestation. Steps towards sustainable use of the Amazon rain forest*. Anderson A.B. (ed.). Columbia University Press. 281 pp.
- Peters, C.M. 1996a. *The ecology and management of non-timber forest resources*. World Bank Technical Paper number 322. World Bank, Washington. 157 pp.
- Peters, C.M. 1996b. Illipe nuts (*Shorea* spp.) in West Kalimantan: Use, ecology, and management potential of an important forest resource. pp. 230-244. In: *Borneo in transition. People, forests, conservation and development*. Padoch, C. & Peluso, N.L. (eds). Oxford University Press. 291 pp.
- Peters, C.M. & Hammond, E.J. 1990. Fruits from the flooded forests of Peruvian Amazonia: Yield estimates for natural populations of three promising species. *Advances in Economic Botany* 8: 159-176. New York Botanical Garden.
- Peters, C.M., Balick, M.J. & Anderson, A.B. 1989. Oligarchic forests of economic plants in Amazonia: Utilization and conservation of an important tropical resource. *Conservation Biology* 3 (4): 341-349.
- Phillips, O. 1993. The potential for harvesting fruits in tropical rainforests: new data from Amazonian Peru. *Biodiversity and Conservation* 2: 18-38.
- Phillips, O. 1996. Some quantitative methods for analysing ethnobotanical knowledge. pp. 171-197. In Alexiades, M.N. (ed). *Selected guidelines for ethnobotanical research: a field manual*. New York Botanical Gardens. 306 pp.
- Pilz, D. & Molina, R. 1998. A proposal for regional monitoring of edible forest mushrooms. *Mushroom the Journal of Wild Mushrooming*, Summer 1998. 19-23.
- Pilz, D. & Molina, R. In press. Commercial harvests of edible mushrooms from the forests of the Pacific Northwest United States: Issues, management, and monitoring for sustainability. *Forest Ecology and Management*.
- Pilz, D., Fischer, C., Molina, R., Amaranthus, M. & Luoma, D. 1996. Study 10: Matsutake productivity and ecology plots in Southern Oregon. pp. 75-77. In: *Managing forest ecosystems to conserve fungus diversity and sustain wild mushroom harvests*. General Technical Report PNW-GTR-371. Pilz, D. & Molina, R. (eds). USDA Forest Service. Pacific Northwest Research Station. 104 pp.
- Pilz, D., Molina, R., Amaranthus, M.P. In press. Productivity and sustainable harvest of edible forest mushrooms: current biological research and new directions in Federal monitoring. In: Emery, M. R.; Mclain, R. J. (eds). *Non-Timber Forest Products in the United States: Research and Policy Issues in the Pacific Northwest and Upper Midwest*. *Journal of Sustainable Forestry*, 16(3/4).
- Pilz, D., Molina, R., Amaranthus, M., Segotta, D. & Duran, F. 1996. Study 11: Matsutake inventories and harvesting impacts in the Oregon Dunes National Recreation Area. pp. 78-82. In: *Managing forest ecosystems to conserve fungus diversity and sustain wild mushroom harvests*. General Technical Report PNW-GTR-371. Pilz, D. & Molina, R. (eds). USDA Forest Service. Pacific Northwest Research Station. 104 pp.
- Pinard, M. 1993. Impacts of stem harvesting on populations of *Iriartea deltoidea* (Palmae) in an extractive reserve in Acre, Brazil. *Biotropica* 25 (1): 2-14.

- Piñero, D., Martinez-Ramos, M. & Sarukhán, J. 1984. A population model of *Astrocaryum mexicanum* and a sensitivity analysis of its finite rate of increase. *Journal of Ecology* **72**: 977-991.
- Poffenberger, M., McGean, B., Ravindranath, N.H. & Gadgil, M. 1992. *Field methods manual. Vol. 1 - Diagnostic tools for supporting joint forest management systems*. Joint Forest Management Support Programme. Society for Promotion of Wastelands Development, New Delhi. 101 pp.
- Raatikainen, M., Rossi, E., Huovinen, J. *et al.* 1984. The yields of the edible wild berries in central Finland. *Silva Fennica* **18** (3): 199-219.
- Rai, S.N. & Chauhan, K.V.S. 1998. Distribution and growing stock of bamboos in India. *Indian Forester* **124** (2): 89-98.
- Rai, Y.C. 1983. The production of oil-seeds of tree and forest origin. *Indian Forester* **109** (8): 546-552.
- Ringold, P.L., Mulder, B., Alegria, J., Czaplewski, R.L. & Tolle, T. 1999. Establishing a regional monitoring strategy: the Pacific Northwest Forest Plan. *Environmental Management* **23**: 179-192.
- Ringvall, A. & Ståhl, G. 1999. Field aspects of line intersect sampling for assessing coarse woody debris. *Forest Ecology and Management* **119**: 163-170.
- Robinson, J.G. & Redford, K.H. 1991. Sustainable harvest of neotropical forest animals. pp. 415-429. In: *Neotropical wildlife use and conservation*. Robinson, J.G. & Redford, K.H. (eds). University of Chicago Press.
- Rock, J.H. 1996. *The impact of harvesting ramps (Allium tricoccum Ait.) in Great Smoky Mountains National Park*. Internal report. Great Smoky Mountains National Park, Gatlinburg, Tennessee. Non publié.
- Runk, J.V. 1998. Productivity and sustainability of a vegetable ivory palm (*Phytelephas aequatorialis*, Arecaceae) under three management regimes in northwestern Ecuador. *Economic Botany* **52** (2): 168-182.
- Rutkauskas, A. 1998. Non-wood resource and their utilisation in Lithuania. pp. 93-101. In: *Sustainable development of non-wood goods and benefits from boreal and cold temperate forests*. EFI Proceedings No. 23. Lund, H.G., Pajari, B. & Korhonen, M. (eds). European Forest Institute, Joensuu, Finland. 264 pp.
- Saastamoinen, O., Kangas, J., Naskali, A. & Salo, K. 1998. Non-wood forest products in Finland: statistics, expert estimates and recent developments. pp. 131-153. In: *Sustainable development of non-wood goods and benefits from boreal and cold temperate forests*. EFI Proceedings No. 23. Lund, H.G., Pajari, B. & Korhonen, M. (eds). European Forest Institute, Joensuu, Finland. 264 pp.
- Salo, K. 1999. Principles and design of a prognosis system for an annual forecast of non-wood forest products. pp. 35-44. In: *Research approaches to support non-wood forest products sector development. Case of Arkhangelsk Region, Russia*. EFI Proceedings No. 29. Niskanen, A. & Demidova, N. (eds). EFI 128 pp.
- Schreckenber, K. 1996. Forest, fields and markets: A study of indigenous tree products in the woody savannas of the Bassila Region, Benin. Ph.D. thesis. School of Oriental and African Studies, University of London. 326 pp.
- Scott, P. 1998. *From conflict to collaboration. People and forests at Mount Elgon, Uganda*. IUCN, Gland, Switzerland. 158 pp.

- Seber, G.A.F. & Thompson, S.K. 1994. Environmental adaptive sampling. pp. 201-220. In: *Environmental Statistics*. Handbook of Statistics Vol. 12. Patil, G.P. & Rao, C.R. (eds). Elsevier Science. 927 pp.
- Serna, C.B. 1990. Rattan resource supply situation and management. In: *Rattan; Proceedings of the national symposium/workshop on rattan, Cebu City, 1-3 June 1988*. Philippine Council for Agriculture, Forestry and Natural Resources Research and Development Book Series No. 99. Torreta, N.K. & Belen, E.H. (eds). Los Baños, Laguna. 182 pp.
- Shankar, U., Murali, K.S., Shaanker, U., Ganeshaiah, K.N. & Bawa, K.S. 1996. Extraction of non-timber forest products in the forests of Biligiri Rangan Hills, India. 3. Productivity, extraction and prospects of sustainable harvest of Amla *Phyllanthus emblica* (Euphorbiaceae). *Economic Botany* **50** (3): 270-279.
- Shanley, P. 2000. As the forest falls: the changing use, ecology and value of non-timber forest resources for Caboclo Communities in Eastern Amazonia. Ph.D. thesis University of Kent, Canterbury. Non publié.
- Sharma, S.K. & Bhatt, P.M. 1982. An assessment of cane potential of Baratang Island in South Andaman Forest Division. *Indian Forester* **108** (4): 270-282.
- Sheil, D. 1997. Monitoring for the Kibale and Semuliki National Parks. Draft report for KSCDP. 71 pp.
- Silva, J.L. & Strahl, S.D. 1991. Human impact on populations of Chachalacas, Guans, and Curassows (Galliformes: Cracidae) in Venezuela. pp. 36-52. In: *Neotropical wildlife use and conservation*. Robinson, J.G. & Redford, K.H. (eds). University of Chicago Press.
- Sinclair, F.L. & Walker, D.H. 1999. A utilitarian approach to the incorporation of local knowledge in agroforestry research and extension. pp. 245-275. In: *Agroforestry in sustainable agricultural systems*. Buck L.E., Lassoie, J.P. & Fernandes, E.C.M. (eds). CRC Press LLC, Etats-Unis d'Amérique.
- Singh, V. & Dogra, K.K. 1996. Characteristics, distribution, utilisation, regeneration, biomass and nutritional values of seabuckthorn (Hippophae). *Indian Forester* **122** (6): 486-491.
- Siswanto, B.E. 1991. Rattan inventory method in the Sungai Aya Hulu Forest Complex, Hulu Sungai Forest District, South Kalimantan. *Bul. Pen. Hutan (For. Res. Bull.)* **533**: 13-22. En indonésien, résumé en anglais.
- Siswanto, B.E. & Soemarna, K. 1988. Rattan inventory method in Pontianak Forest District West Kalimantan. *Bull. Pen. Hutan (For. Res. Bull.)* **503**: 1-11, 1988. En indonésien, résumé en anglais.
- Siswanto, B.E. & Soemarna, K. 1990. Rattan inventory method in Sungai Tapen/Biangan Forest Complex, Forest District of South Barito, Central Kalimantan. *Bul. Pen. Hutan (For. Res. Bull.)* **527**: 9-20. En indonésien, résumé en anglais.
- Smith, A.D. 1995. *Chiquibul Forest Reserve - Stock survey of compartment 68*. Internal report series Vol. 10. Forest Planning and Management Project, Ministry of Natural Resources, Belize. 13 pp.
- Stockdale, M. & Ambrose, B. 1996. Mapping and NTFP inventory: Participatory assessment methods for forest-dwelling communities in East Kalimantan, Indonesia. pp. 170-211. In: *Recent approaches to participatory forest resource assessment*. Carter, J. (ed.). Rural Development Forestry Study Guide 2. ODI, London. 322 pp.

- Stockdale, M.C. 1994. Inventory methods and ecological studies relevant to the management of wild populations of rattans. D.Phil. thesis. University of Oxford. 174 pp.
- Stockdale, M.C. 1995. Report on the international meeting of experts on inventory techniques for rattan and bamboo in tropical natural forests. 27-28 March 1995, Kuala Lumpur, Malaysia. ODA-FRIM Regional Forestry Research Programme, Malaysia.
- Stockdale, M.C. & Power, J.D. 1994. Estimating the length of rattan stems. *Forest Ecology and Management* **64**: 47-57.
- Stockdale, M.C. & Wright, H.L. 1996. Rattan inventory: determining plot shape and size. In: *Tropical Rainforest Research - Current Issues*. Edwards, D.S., Booth, W.E. & Choy, S.C. (eds). Kluwer Academic Publishers.
- Stohlgren, T.J. 1995. Planning long-term vegetation studies at landscape scales. pp. 209-241. In: *Ecological time series*. Powell, T.M. & Steele, J.H. (eds). Chapman & Hall. 491 pp.
- Stork, N. & Davies, J. 1996. Biodiversity inventories. pp. 1-34. In: *HMSO. Biodiversity assessment. A guide to good practice. Field manual 1. Data and specimen collection of plants, fungi and microorganisms*. HMSO, London. 82 pp.
- Sullivan, S., Konstant, T.L. & Cunningham, A.B. 1995. The impact of utilization palm products on the population structure of the vegetable ivory palm (*Hyphaene petersiana*) in north-central Namibia. *Economic Botany* **49** (4): 357-370.
- Sunderland, T.C.H. & Tchouto, P. 1999. *A participatory survey and inventory of timber and non-timber forest products of the Mokoko River Forest Reserve, SW Province, Cameroon*. Report to CARPE. Non publié. 49 pp.
- Tandug, L.M. 1978. Sampling method for inventory of Philippine rattan and its distribution. *Sylvatrop Philippine Forest Research. Journal*. **3** (3): 155-170.
- van Dijk, J.F.W. 1999a. An assessment of non-wood forest product resources for the development of sustainable commercial extraction. pp. 37-49. In: *Non-wood forest products of Central Africa: Current issues and prospects for conservation and development*. Sunderland, T.C.H., Clark, L.E. & Vantomme, P. (eds) FAO, Rome. 288 pp.
- Velasco, A.B., Quero, M. & de Sola, R. 1996. Management and harvesting of caiman in Venezuela. pp. 15 & 57-58. In: *Assessing the sustainability of uses of wild species*. Prescott-Allen, R. & Prescott-Allen, C. (eds). IUCN, Gland, Switzerland. 135 pp.
- Waters, J.R., McKelvey, K.S., Luoma, D.L. & Zabel, C.J. 1997. Truffle production in old-growth and mature fir stands in northeastern California. *Forest Ecology and Management* **96**: 155-166.
- Watts, J., Scott, P. & Mutebi, J. 1996. Forest assessment and monitoring for conservation and local use: Experience in three Ugandan National Parks. pp. 212-243. In: *Recent approaches to participatory forest resource assessment*. Rural development forestry study guide 2. Carter, J. (ed.). ODI, London. 322 pp.
- White, L.J.T. 1994. Biomass of rain forest mammals in the Lopé Reserve, Gabon. *Journal of Animal Ecology* **63**: 499-512.

- Widmer, Y. 1998. Pattern and performance of understorey bamboos (*Chusquea* spp.) under different canopy closures in old-growth oak forests in Costa Rica. *Biotropica* **30** (3): 400-415.
- Wild, R.G. & Mutebi, J. 1996. *Conservation through community use of plant resources: establishing collaborative management at Bwindi Impenetrable and Mgahinga Gorilla National Parks, Uganda*. People and Plants Working Paper 5. UNESCO. 45 pp.
- Wilkie, P. 1998. The use and limitations of vernacular names, Central Kalimantan. Non publié.
- Winterhalder, B. & Lu, F. 1997. A forager-resource population ecology model and implications for indigenous conservation. *Conservation Biology* **11** (6): 1354-1364.
- Wong, J.L.G. 1998. Non-timber forest products from the reserved forests of Ghana. Consultancy report 11. Forest Sector Development Project, Accra, Ghana. Non publié. 31 pp.
- Wong, J.L.G. 2000. The biometrics of non-timber forest product resource assessment: A review of current methodology. Document de référence préparé pour le projet FRP ZF0077. Non publié. 176 pp.
- Zent, S. 1996. Behavioural orientations toward ethnobotanical quantification. pp. 199-239. In: *Selected guidelines for ethnobotanical research: A field manual*. Alexiades M.N. (ed.). New York Botanical Garden. 306 pp.
- Zieck, J. 1968. *Agathis (Kauri) reconnaissance flights, W. and E. Sepik districts 11th September 1968* (Forestry library, Oxford 2/4/1981. BN/Papua New Guinea/Misc.)

6.2 Références complémentaires

Il s'agit d'une liste de références complémentaires qui a pour objectif de guider le lecteur vers une information plus détaillée sur l'échantillonnage et les statistiques. La plupart sont des livres ou des articles.

- Adlard, P.G. 1990. *Procedures for monitoring tree growth and site change*. Tropical Forestry Papers 23. Oxford Forestry Institute. 188 pp.
- Alder, D. 1995. *Growth modelling for mixed tropical forests*. Tropical Forestry Papers 30. Oxford Forestry Institute. 231 pp.
- Alder, D. & Synott, T.J. 1992. *Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest*. Tropical Forestry Papers 25. Oxford Forestry Institute. 124 pp.
- Alexiades, M.N. 1996. *Selected guidelines for ethnobotanical research: A field manual*. New York Botanical Garden. 306 pp.
- Atkinson, R.P.D. 1997. Practical aspects of trapping small mammals in the tropics. *Journal of the Zoological Society of London* **242**: 390-394.
- Barnett, A. 1992. *Expedition field techniques: Small mammals (excluding bats)*. Expedition Advisory Centre, London. 75 pp.
- Berlin, B. 1992. *Ethnobiological classification: Principles of categorization of plants and animals in traditional societies*. Princeton University Press, New Jersey. 335 pp.
- Bolton, M. 1997. *Conservation and the use of wildlife resources*. Chapman & Hall. 278 pp.
- Bowden, D.C., White, G.C. & Bartmann, R.M. 2000. Optimal allocation of sampling effort for monitoring a harvested mule deer population. *Journal of Wildlife Management* **64**(4): 1013-1024.

- Branney, P. 1994. *Handbook for baseline forest resource assessment*. Nepal-United Kingdom Community Forestry Project. LTS International, Edinburgh. 19 pp.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P. & Laake, J.L. 1993. *Distance sampling. Estimating abundance of biological populations*. Chapman & Hall. 446 pp.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R. & Laake, J.L. 1980. *Estimation of density from line transect sampling of biological populations*. Wildlife Monographs No. 72. Wildlife Society, New York. 55 pp.
- Campbell, D.G. & Hammond, H.D. 1989. *Floristic inventory of tropical countries*. New York Botanical Garden. 545 pp.
- Carter, J. 1996. *Recent approaches to participatory forest resource assessment*. Rural development forestry study guide 2. Overseas Development Institute, London. 322 pp.
- Caughley, G. & Sinclair, A.R.E. 1994. *Wildlife ecology and management*. Blackwell. 334 pp.
- Cochran, W.G. 1977. *Sampling techniques*. Third edition. Wiley. 428 pp.
- Collinson, R.F.H. 1985. *Selecting wildlife census techniques*. Institute of Natural Resources. Monograph 6. University of Natal, Pietermaritzburg, S.A. 83 pp.
- Cook, F.E.M 1995. *Economic botany data collection standard*: prepared for the International Working Group on Taxonomic Databases for Plant Sciences. Kew.
- Cotton, C.M. 1996. *Ethnobotanique principles and applications*. Wiley. 424 pp.
- Cunningham, A.B. 2001 *Applied Ethnobotanique. People, wild plant use and conservation*. People and Plants Conservation Manual. Earthscan 300 pp.
- Davis-Case, D'A. 1990. *The community's toolencadré. The idea, methods and tools for participatory assessment, monitoring and evaluation in community forestry*. Manuel pour le terrain de la Communauté forestière No. 2. FAO, Rome. 146 pp.
- Dunn, A. 1993. *A manual of census techniques for surveying large animals in tropical forests*. Report prepared for WWF-United Kingdom, Contract reference: NG0007 (4686) Gashaka Gumpti National Park Project. WWF. 20 pp.
- Dytham, C. 1999. *Choosing and using statistics. A biologist's guide*. Blackwell. 218 pp.
- Farina, A. 1998. *Principles and methods in landscape ecology*. Chapman & Hall. 235 pp.
- Fowler, J. & Cohen, L. 1995. *Practical statistics for field biology*. Wiley. 227 pp.
- Freese, F. 1984. *Statistics for land managers*. Paeony Press. 176 pp.
- Gagnon, D. 1999. A review of the ecology and population biology of Goldenseal, and protocols for monitoring its population. Final report to the Office of Scientific Authority of the US Fish and Wildlife Service.
- Gillison, A.N. & Brewer, K.R.W. 1985. The use of gradient directed transects or gradsects in natural resource surveys. *Journal of Environmental Management* **20**: 103-127.
- Given, D.R. & Harris, W. 1994. *Techniques and methods of Ethnobotanique*. Commonwealth Secretariat, London. 148 pp.

- Goldsmith, F.B. 1991. *Monitoring for conservation and ecology*. Chapman & Hall, London. 275 pp.
- Grieg-Smith, P. 1983. *Quantitative plant ecology*. Third edition. University of California Press, Berkeley, California.
- Gurnell, J. & Flowerdew, J.R. 1990. *Live trapping small animals. A practical guide*. Occasional publication No. 3. Mammal Society, London. 39 pp.
- Heyer, W.R. et al. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington. 364 pp.
- HMSO. 1996. *Biodiversity assessment. A guide to good practice. Field manual 1. Data and specimen collection of plants, fungi and microorganisms*. 82 pp. *Field manual 2. Data and specimen collection of animals*. 80 pp. HMSO, London.
- Husch, B., Miller, C.I. & Beers, T.W. 1982. *Forest mensuration*. Third edition. Wiley. 402 pp.
- IDRC, CIDA & IIR. 1998. *Participatory methods in community-based coastal resource management. Vol. 3 Tools and methods*. IIRR, IDRC, CIDA
- Ingles, A.W., Musch, A. & Qvist-Hoffmann, H. 1999. The participatory process for supporting collaborative management of natural resources: an overview. FAO. 84 pp.
- Koppell, C. 1995. *Marketing information systems for non-timber forest products*. Manuel pour le terrain de la Communauté No. 6. FAO, Rome. 115 pp.
- Koster, S.H. & Hart, J.A. 1988. Methods of estimating ungulate populations in tropical forests. *African Journal of Ecology* **26**: 117-126.
- Lecup, I. & Nicholson, K. 2000. Community-based tree and forest products enterprises: market analysis and development. FAO. 6 booklets.
- Loetsch, F., Zöhrer, F. & Haller, K.E. 1973. *Forest inventory. Vol. 2*. BLV Verlagsgesellschaft. 469 pp.
- Lund, H.G. 1998. *IUFRO Guidelines for designing multipurpose resource inventories*. IUFRO World Series Vol. 8. IUFRO, Vienne, Autriche. 216 pp.
- Lindenmayer, D.B., Margules, C.R. & Botkin, D.B. 2000. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology* 14(4): 941-950.
- Martin, G.J. 1994. *Ethnobotanique. A methods manual*. Chapman & Hall. 296 pp.
- McCullagh, P. & Nelder, J.A. 1983. *Generalised linear models*, 2nd edition. Monographs on Statistics and Applied Probability 37. Chapman & Hall.
- Milner-Gulland, E.J. & Mace, R. 1998. *Conservation of biological resources*. Blackwell Science. 404 pp.
- Molnar, A. 1989. *Community forestry. Rapid appraisal*. Note de la Foresterie communautaire 3. FAO, Rome. 94 pp.
- Myers, W.L. & Shelton, R.L. 1980. *Survey methods for ecosystem management*. Wiley. 403 pp.
- Nichols, P. 1991. *Social survey methods: A field guide for development workers*. Development Guidelines No. 6. Oxfam Publications. 117 pp.
- Norton-Griffiths, M. 1975. *Counting animals*. Publication no. 1 in a series on techniques currently used in African wildlife ecology, Serengeti Ecological Monitoring Programme. African Wildlife Leadership Foundation, Nairobi, Kenya. 105 pp.

- O'Shea, M. 1992. *Expedition field techniques: Reptiles and amphibians*. Expedition Advisory Centre, London. 27 pp.
- Paivinen, R. 1994. *IUFRO International guidelines for forest monitoring*. IUFRO World Series Vol. 5. IUFRO, Vienne, Autriche. 102 pp.
- Patil, G.P. & Rao, C.R. 1994. *Environmental Statistics. Handbook of Statistics Vol. 12*. Elsevier Science. 927 pp.
- Peters, C.M. 1994. *Sustainable harvest of non-timber plant resources in tropical moist forest: An ecological primer*. Biodiversity Support Programme. WWF, Washington, United States of America. 44 pp.
- Peters, C.M. 1996. *The ecology and management of non-timber forest resources*. World Bank Technical Paper number 322. World Bank, Washington. 157 pp.
- Philip, M.S. 1994. *Measuring trees and forests*. Second edition. CAB International. 310 pp.
- Poffenberger, M., McGean, B., Ravindranath, N.H. & Gadgil, M. 1992. *Field methods manual. Vol. 1 - Diagnostic tools for supporting joint forest management systems*. Joint Forest Management Support Programme. Society for Promotion of Wastelands Development, New Delhi. 101 pp.
- Pomeroy, D. 1992. *Counting birds*. African Wildlife Foundation, Nairobi. 48 pp.
- Prescott-Allen, R. & Prescott-Allen, C. (eds) 1996. *Assessing the sustainability of uses of wild species. Case studies and initial assessment procedure*. Occasional paper no. 12. Species Survival Commission. IUCN, Gland. 135 pp.
- Rabinowitz, A. 1993. *Wildlife field research and conservation training manual*. Wildlife Conservation Society, New York. 281 pp.
- Reed, D.D. & Mroz, G.D. 1997. *Resource assessment in forested landscapes*. Wiley & Sons. 386 pp.
- Robinson, J.G. & Bennett, E.C. 1999. *Hunting for sustainability in tropical forest*. Columbia University Press. 1000 pp.
- Schemnitz, S.D. 1980. *Wildlife management techniques manual*. Wildlife Society, Washington. 686 pp.
- Schreuder, H.T., Gregoire, T.G. & Wood, G.B. 1993. *Sampling methods for multiresource forest inventory*. Wiley. 446 pp.
- Shanley, P., Luz, L., Galvao, J. & Cymerys, M. 1996. Translating dry data for forest communities: Science offers incentives for conservation. *Rural Development Forestry Network Paper 19e*: 7-19. ODI, London.
- Shiver, B.D. & Borders, B.E. 1996. *Sampling techniques for forest resource inventory*. Wiley. 356 pp.
- Spellerberg, I.F. 1992. *Evaluation and assessment for conservation*. Chapman & Hall. 260 pp.
- Stockdale, M.C. & Corbett, J.M.S. 1999. *Participatory inventory: A field manual written with special reference to Indonesia* Tropical Forestry Papers No. 38. Oxford Forestry Institute. 383 pp.
- Sutherland, M.J. 1996. *Ecological census techniques. A handbook*. Cambridge University Press 336 pp.
- Tandug, L.M. 1988. *How to inventory rattan*. Ecosystems Research and Development Bureau, DENR College, Laguna. 6 pp.
- Thompson, S.K. 1992. *Sampling*. Wiley. 343 pp.
- Upton, C. & Bass, S. 1995. *The forest certification handbook*. Earthscan, London.

- Vanclay, J.K. 1994. *Modelling forest growth and yield: Applications to mixed tropical forests*. CAB International. 280 pp.
- van der Linde, H. & van Adrichem, E. 1997. *Non-timber forest products from the tropical forests of Africa. A bibliography*. Netherlands Committee for IUCN. Amsterdam. 60 pp.
- von Hagan, B., Weigand, J.F., McLain, R., Fight, R. & Christensen, H.H. 1996. *Conservation and development of non-timber forest products in the Pacific Northwest: An annotated bibliography*. General Technical Report PNW-GTR-375. Pacific Northwest Research Station, Forest Service, United States Department of Agriculture. 246 pp.
- Vries, P. de 1986. *Sampling theory for forest inventory*. Springer, Berlin. 399 pp.
- Watt, A. et al. 1998. *Evaluation and development of methods of rapid biodiversity assessment in relation to the conservation of biodiversity in tropical moist forests*. ITE, Edinburgh. Non publié.
- Watt, A.D., Stork, N.E. & Hunter, M.D. 1997. *Forests and insects*. Chapman & Hall.
- Wilson, D.E., Cole, F.R., Nichols, J.F., Rudran, R. & Foster, M.S. 1996. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press. 409 pp.
- Wollenberg, E. 2000. Methods for estimating forest income and their challenges. *Society and Natural Resources* 13: 777-795.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Fourth edition. Prentice-Hall. 929 pp.

6.3 Littérature supplémentaire

Le CD-ROM inclus dans cette publication contient les documents suivants :

- Wong, J.L.G. 2000. The biometrics of non-timber forest product resource assessment: A review of current methodology. Document de référence préparé pour ZF0077;
- Sampling designs used by reviewed studies (base de données recherchable et tableau résumé en PDF);
- Liste de références complète utilisée dans l'examen (base de données recherchable);
- Baker, N. 2001. Report of the workshop "Developing needs-based inventory methods for non-timber forest products", tenu à la FAO, Rome, 4-5 mai 2000. DFID-ETFRN;
- Amsallem, I. 2001. Revue bibliographique sur les méthodes d'évaluation quantitative des produits forestiers non ligneux (littérature francophone). Document de travail. Projet GCP/RAF/354/EC "Gestion durable des forêts dans les pays africains de l'ACP". FAO, Rome;
- Amsallem, I. 2001. Résumé des études. Projet GCP/RAF/354/EC "Gestion durable des forêts dans les pays africains de l'ACP". FAO, Rome (base de données recherchable et tableau résumé en PDF);
- Amsallem, I. 2001. Références bibliographiques utilisées dans la revue. Projet GCP/RAF/354/EC "Gestion durable des forêts dans les pays africains de l'ACP". FAO, Rome (base de données recherchable);
- ETFRN News N. 32. 2001. Non-timber forest products. Hiver 2000-2001
- Site Web hors ligne du Programme des produits forestiers non ligneux du Département des forêts de la FAO.

Section 7 Annexes

Les annexes sont :

- 1. Classification des PFNL – exemples d'approches utilisées**
- 2. Comprendre les placettes et sous-placettes**
- 3. Exemple de résultats d'inventaire de PFNL**
- 4. Quelques méthodes d'échantillonnage actuellement utilisées et récentes**
- 5. Institutions et sites Web utiles**



Annexe 1. Classification des PFNL – exemples d'approches utilisées

Approches

Informations sur le commerce international : par exemple les services de la Douane et des Taxes tendent à regrouper les ressources en fonction de :

- le type de produit (par exemple, "plantes vivantes", "boissons préparées", "graisses animales" et "produits d'écorce préparés"); ou
- l'utilisation finale (par exemple, "éponge ou bâton à mâcher", "vêtement", "feuilles comestibles", "vin", "résine").

Les inventaires de biodiversité regroupent généralement les animaux et les plantes selon leur nom scientifique de famille et de genre.

Les études ethnobotaniques font des classements selon les utilisations finales locales du produit (par exemple, construction, comestible, carburant, médicament, poisons).

Les forestiers et les évaluations de type forestier utilisent des regroupements selon la forme de la plante et selon les parties utilisées (par exemple, partie non ligneuse d'un arbre, fruit d'un arbre, herbes, plantes grimpantes, arbustes, etc)

Les écologistes de la faune sauvage font en général des regroupements selon la famille scientifique et la taille (par exemple, insectivores, primates, reptiles, rongeurs, ongulés).

Les gestionnaires de territoires/ressources font parfois des regroupements en fonction des caractéristiques de gestion (par exemple, facilité de propagation ou de culture, accessibilité, type d'exploitants, pour la consommation régulière des ménages, utilisation occasionnelle, pour la vente sur les marchés locaux).

Exemples

A. Typologie pour un comptage national de PFNL (d'après Chandrasekharan, 1995)

- A. Plantes vivantes et parties de plantes
 - Plantes vivantes
 - Parties de plantes (fraîche, coupée, séchée ou écrasée), collectées pour des utilisations spécifiques
 - Parties spécifiques de plantes avec utilisations multiples, non incluses dans le groupe précédent
 - Matériels végétaux non classés ailleurs
 - Exudats bruts et produits naturels semblables
- B. Animaux et produits animaux
 - Animaux vivants
 - Produits animaux
- C. Produits préparés/manufacturés
 - Produits comestibles préparés (provisoirement préservés)
 - Boissons préparées
 - Nourriture animale/fourrage préparés
 - Huiles végétales/graisses
 - Graisses/huiles animales
 - Cires préparées, d'origine animale ou végétale
 - Extraits pour teindre et colorer, d'origine végétale ou animale
 - Extraits phytopharmaceutiques/médicaux, préparations galéniques, médicaments
 - Huiles essentielles et leurs concentrés
 - Colophane et dérivés de colophane
 - Gommes traitées et latex

- Combustibles et alcools
- Autres produits organiques/phytochimiques de base
- Produits d'écorce préparés
- Produits tressés
- Produits de fibres naturelles
- Cuir tanné, fourrure et produits de taxidermie
- Produits divers, fabriqués à partir de matières premières forestières non ligneuses
- Autres produits de plantes non ligneuses et d'animaux non classifiés ailleurs
- D. Services
- Services basés sur la forêt

B. Classification selon l'utilisation finale (d'après Wyatt, 1991)

- Catégorie
- Éponges, bâtons à mâcher, produits de nettoyage pour dents
 - Eponge de bain
 - Eponge et bâton à mâcher
 - Produits de nettoyage pour dents
 - Aphrodisiaque
- Fibres, fibres provenant d'écorce, jute, tissu
 - Vannerie (nasses à poissons, meubles, ornements)
 - Fibre de jute
 - Laine
 - Tissu
 - Pilons
- Produits alimentaires
 - Fruits sauvages
 - Édulcorants
 - Neutralisants
 - Légumes et champignons
 - Feuilles comestibles
- Eau, boissons, vin
 - Eau
 - Boissons
 - Vin
 - Intoxicants
- Plantes médicinales
 - Plantes médicinales
- Latex, caoutchouc, gommes et résines
 - Latex
 - Adultérants
 - Glu
 - Coagulants
 - Gomme
 - Résine
 - Gomme de copal
 - Gutta percha
- Perles décoratives
 - Graines décoratives

C. Classification de l'utilisation des plantes telle qu'utilisée par les ethnobotanistes

Prance <i>et al.</i> , 1987	Edwards, 1991	Boom, 1989	Valkenberg, 1997	Salick <i>et al.</i> , 1995
Comestible	Pas d'utilisation	Nourriture	Bois d'œuvre	Esthétique, donnant de l'ombre
Matériel de construction	Usage général	Combustible	Bois à usage spécial	Construction
Technologie	Bois d'œuvre	Construction	Ecorce/feuilles	Comestible
Divers	PFNL non commercialisés	Médicament	Graisse comestible	Bois de feu
Remèdes	PFNL commercialisés	Poison	Fruit	Chasse
Religion		Commercial	Exudat	Habitat animal
		Divers	Médicament	Intoxiquant
			Pas d'utilisation (dont le bois de feu)	Médicament
				Huiles
				Résines, etc.
				Bois d'oeuvre
				Autres

Malhotra <i>et al.</i> , 1991
Matière première pour la vente ou le traitement commercial
Nourriture ou boissons de subsistance
Fourrage animal
Combustible
Bois d'œuvre et fibres pour des outils et pour la construction
Médicaments

D. Regroupement des PFNL selon des critères de faisabilité pour l'inventaire forestier

Groupe de PFNL	Description du groupe	Exemples	Commentaire
1	Parties d'arbre non ligneuses	Fruits, feuilles, brindilles	Peuvent être liées aux dimensions de l'arbre
2	Produits de plantes "ressemblant à des arbres"	Bambou, rotin	Dimensions relativement faciles à mesurer
3	Herbacées et autres plantes	Herbacées médicinales et aromatiques	Quelques propriétés spécifiques doivent être prises en compte au moment de l'intégration dans les inventaires forestiers standards

(d'après Klein *et al.*, 1996)**E. Classification de PFNL basée sur la forme de vie et sur les parties de la plante (McCormack, 1998)**

Animaux	Pas de subdivision		
Plantes	Espèces pérennes et leurs produits	Arbres	Bois
			Ecorce
		Autres que les arbres	Plantes grimpantes
			Lianes
			Rotins
			Plantes non grimpantes
			Palmiers
			Bambou
			Epiphytes
			Arbustes
	Produits éphémères d'espèces pérennes	P. ex. : fruit, duvet de graines, noix/graines, graines à huile, bourgeons apicaux, feuilles	
	Espèces éphémères	P. ex. : herbacées, champignons, miel sauvage	

F. Classification selon la forme de vie telle qu'utilisée dans les évaluations de ressources multi-espèces

Wong, 1998	Dunn <i>et al.</i> , 1994	FitzGibbon <i>et al.</i> , 1995	Lahm, 1993	Gadsby & Jenkins, 1992
Arbres sans utilité pour le bois d'œuvre	Plantes grimpantes	Primates	Reptiles	Insectivores
Herbacées	Arbustes	Céphalophes	Pangolin	Chauve-souris
Plantes grimpantes	Palmiers / bambou	Musaraignes	Rongeurs	Primates
Rotins	Marantacées	Éléphant	Primates	Rongeurs
	Arbres sans bois d'œuvre	Écureuils	Carnivores	Carnivores
	Rotin		Ongulés	

G. Catégorisation provisoire des PFNL selon les caractéristiques de gestion (Wiersum, 1999)

Caractéristiques de l'offre
<ol style="list-style-type: none"> Caractéristiques de la production <ul style="list-style-type: none"> Degré de durabilité écologique de l'extraction Facilité de propagation végétative ou de régénération Facilité de culture dans différentes conditions environnementales Facilité de stimulation de la production par des moyens technologiques Organisation de la production <ul style="list-style-type: none"> Accès aux ressources de PFNL Division par genre des responsabilités de production
Caractéristiques de la demande
<ol style="list-style-type: none"> Produits collectés de manière opportuniste pour la consommation de subsistance, non liés aux besoins principaux des ménages (p. ex. casse-croûte) Produits collectés occasionnellement ou volontairement en cas d'urgence (p. ex. produits médicaux, aliments d'urgence en cas de sécheresse) <ul style="list-style-type: none"> Produits pour la consommation régulière des ménages Produits faciles à substituer avec des produits d'autres espèces (p. ex. de nombreux produits alimentaires, le fourrage, le bois de feu) Produits difficiles à substituer avec des produits d'autres espèces (p. ex. les aliments forestiers préférés) Produits destinés à la vente sur de nombreux types de marché (local, régional/national, international) <ul style="list-style-type: none"> Haut degré de compétition avec des produits de substitution Bas degré de compétition avec des produits de substitution Produits demandés sous forme manufacturée, et qui peuvent être produits localement en leur donnant de la valeur ajoutée (p. ex. sucre de palmier, liqueurs)

Références

- Boom, B.M. 1989. Use of plant resources by the Chacobo. pp. 78-96. In: Posey, D.A. & Balee, W. (eds). Resource management in Amazonia: Indigenous and folk strategies. *Advances in Economic Botany* 7. 287 pp.
- Chandrasekharan, C. 1995. Terminology, definition and classification of forest products other than wood. pp. 345-380. In: *Report of the International expert consultation on non-wood forest products. Yogyakarta, Indonesia. 17-27 January 1995*. Produits forestiers non ligneux No. 3, FAO. Rome. 465 pp.
- Dunn, R.M., Out, D.O. & Wong, J.L.G. 1994. *Report of the reconnaissance inventory of the high forest and swamp forest areas in Cross River State, Nigeria*. Cross River State Forestry Project (ODA Assisted), Calabar, Nigeria. 7 pp.

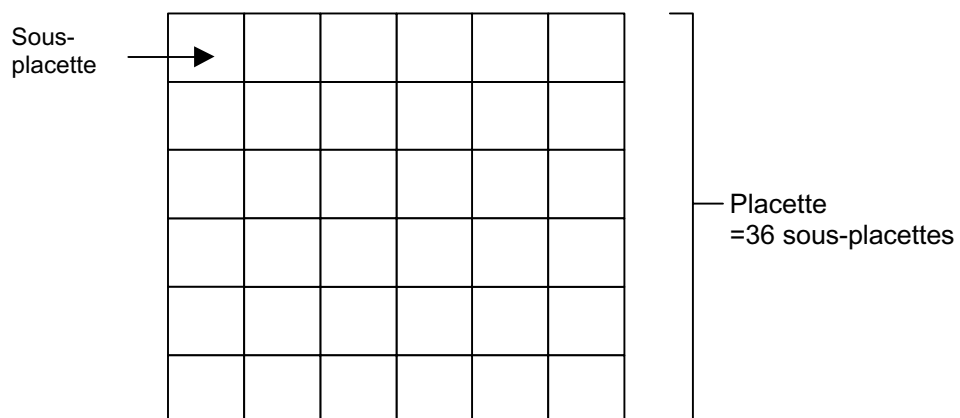
- Edwards, I. 1991. *Quantitative ethnobotanical survey of a hectare of tropical forest near Toraut, Dumogo Bone National Park, Northern Sulawesi, Indonesia*. Sulawesi Ethnobotanical Project. Preliminary Report. 8 pp.
- FitzGibbon, C.D., Mogaka, H. & Fanshawe, J.H. 1995. Subsistence hunting in Arabuko-Sokoke Forest, Kenya, and its effects on mammal populations. *Conservation Biology* **9** (5): 1116-1126.
- Gadsby, E.L. & Jenkins, P.D. 1992. Report on wildlife and hunting in the proposed Etinde Forest Reserve Consultants report to Limbe Botanic Garden and rainforest genetic conservation project (ODA). Non publié. 43 pp.
- Kleinn, C., Laamanen, R. & Malla, S.B. 1996. Integrating the assessment of non-wood forest products into the forest inventory of a large area: Experiences from Nepal. pp. 23-31. In: *Domestication and commercialization of non-timber forest products in agroforestry systems*. Rapport d'une Conférence internationale tenue à Nairobi. FAO.
- Lahm, S.A. 1993. Utilization of forest resources and local variation of wildlife populations in northeastern Gabon. pp. 213-226. In: *Tropical forests, people and food*. MAB Series Vol. 13. Hladik C.M., Hladik A., Linares O.F., Pagezy H., Semple A. & Hadley M. (eds). UNESCO. 852 pp.
- Malhotra, K.C., Poffenberger, M., Bhattacharya, A. & Dev, D. 1991. Rapid appraisal methodology trials in Southwest Bengal: assessing natural forest regeneration patterns and non-wood forest product harvesting practice. *Forest, Trees and People Newsletter* **15/16**: 18-25.
- McCormack, A. 1998. *Guidelines for inventorying non-timber forest products*. M.Sc. thesis, Oxford. 127 pp.
- Prance, G.T., Balée, W., Boom, B.M. & Carbeuri, R.L. 1987. Quantitative Ethnobotanique and the case for conservation in Amazonia. *Conservation Biology* **1** (4): 296-310.
- Salick, J., Mejia, A. & Anderson, T. 1995. Non-timber forest products integrated with natural forest management, Rio San Juan, Nicaragua. *Ecological Applications* **5** (4): 878-895.
- van Valkenburg, J.L.C.H. 1997. *Non-timber forest products of East Kalimantan. Potentials for sustainable forest use*. Tropenbos Series 16. Tropenbos Foundation. 202 pp.
- van Wieren, S. 1999. Towards the sustainable use of wildlife in tropical forests. pp. 175-178. In: *Seminar proceedings 'NTFP research in the Tropenbos Programme: Results and perspectives'*, 28 January 1999. Ros-Tonen, M.A.F. (ed.). Tropenbos Foundation, the Netherlands. 203 pp.
- Wong, J.L.G. 1998. Non-timber forest products from the reserved forests of Ghana. Consultancy report 11. Forest Sector Development Project, Accra, Ghana. Non publié. 31 pp.
- Wyatt, N.L. 1991. A methodology for the evaluation of non-timber forest resources. Cas d'étude: the forest reserves of southern Ghana. M.Sc. thesis, Silsoe College, Cranfield Institute of Technology. 102 pp.



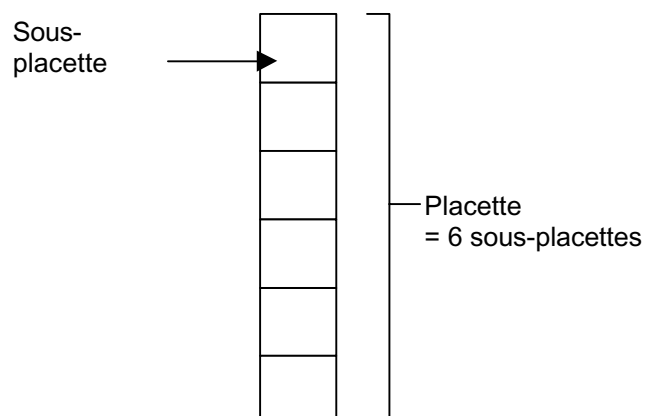
Annexe 2. Comprendre les placettes et sous-placettes

Placettes et sous-placettes

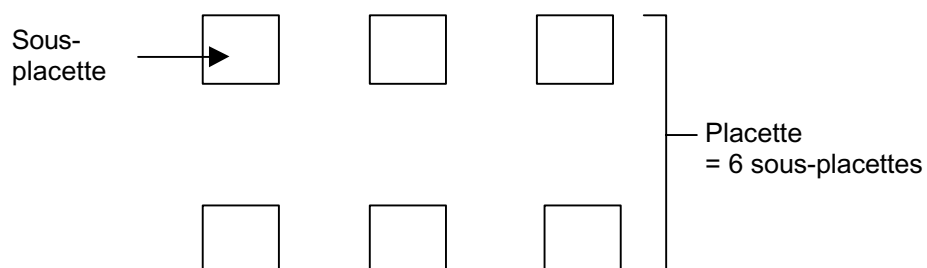
Placette carrée



Section



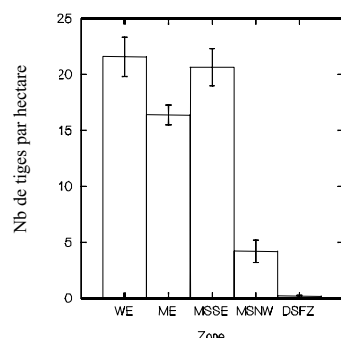
Bouquet



Annexe 3. Exemple de résultats d'inventaire de PFNL

D'après l'étude de cas 3 - Inventaire national au Ghana. Plantes grimpantes - Hunhun - Fruit - *Manniophyton fulvum* (L5)

1. Préférences concernant la zone de végétation

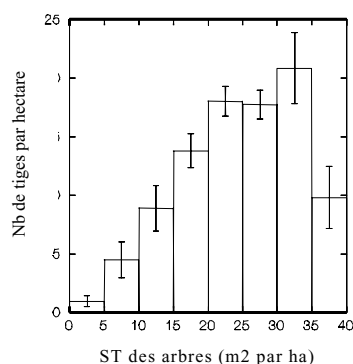


COMPARAISONS MULTIPLES TUKEY HSD.
MATRICE DES PROBABILITES DE COMPARAISON PAR PAIRE:

	WE	ME	MSSE	MSNW	DS
WE	1.000				
ME	0.000	1.000			
MSSE	0.545	0.000	1.000		
MSNW	0.000	0.043	0.000	1.000	
DS	0.000	0.071	0.000	0.992	1.000

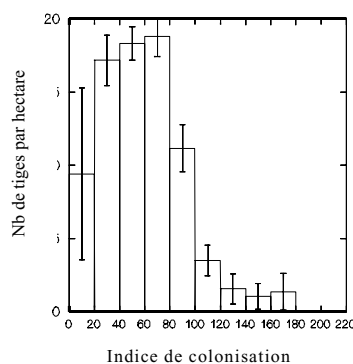
WE & MSSE non différents
MSNW & DS différents

2. Surface terrière des arbres



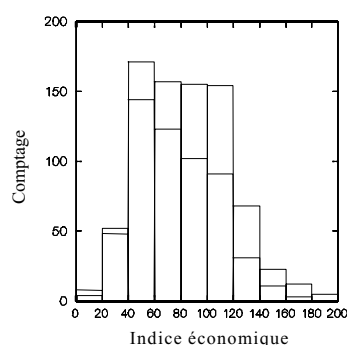
ST moyenne = 23.218 SE = 0.260

3. Indice de colonisation

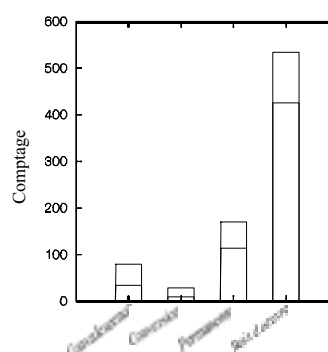


Indice moyen = 59.787 SE = 22.284

4. Indice économique pour les arbres > 30 cm d



5. Zones de gestion



6. Abondance relative

Zone	WE & MSSE	ME	MSNW & DS
Occupation (%)	78.9	58.9	27.4
Densité moyenne (tiges ha ⁻¹) *	26.531	18.692	9.271
Erreur type	20.939	16.142	13.131
Densité maximum (tiges ha ⁻¹)	118	95	59
Surface à prospecter pour trouver 10 (ha)	0.5	0.9	3.9

Densité dans la zone occupée par l'espèce

Annexe 4. Quelques méthodes d'échantillonnage actuellement utilisées et récentes

a) Conceptions d'échantillonnage possible pour l'inventaire des PFNL

Échantillonnage subjectif

Généralement non acceptable statistiquement, mais souvent utilisé à la volée ou en évaluations rapides, pour garantir qu'une gamme complète de milieux est échantillonnée. Egalement utilisé dans les PPE pour s'assurer que tous les types de forêts sont représentés. Prendre soin que le plan d'échantillonnage ne devienne pas subjectif par inadvertance. Rechercher les biais, comme par exemple, l'abandon de zones où l'accès est difficile.

Section de gradients – utilisée dans les études écologiques pour s'assurer que tous les types de végétation sur les principaux gradients environnementaux sont échantillonnés.

Échantillonnage objectif

Types de conceptions le plus souvent utilisés pour inventorier les ressources naturelles.

Recensement complet - Chaque individu est mesuré et enregistré. Pratiqué seulement sur de petites surfaces. Utilisé généralement pour inventorier le stock des parcelles forestières qui vont être coupées.

Aléatoire simple - Échantillons choisis en utilisant des nombres aléatoires issus d'une grille d'échantillonnage pré-déterminée. Par exemple, dans une grille de carrés numérotés de 1x1 km, on choisit les carrés pour l'échantillonnage en utilisant des tables de nombres aléatoires.

Systématique – Échantillons sélectionnés selon des règles pré-définies, par exemple, les placettes sont situées aux intersections d'une grille de 1x1 km de maillage, un arbre sur cinq est mesuré, etc. Il y a eu quelques discussions pour savoir si cette méthode était statistiquement acceptable. Cependant, on considère généralement que de tels plans sont acceptables, tant que l'on prend soin de réduire le risque que la grille d'échantillonnage coïncide avec quelque caractéristique particulière du paysage. Il convient de noter que l'erreur d'échantillonnage peut être calculée en utilisant la même formule que pour l'échantillonnage aléatoire simple, avec l'hypothèse que la population de base a une distribution aléatoire (c'est-à-dire que la localisation des arbres est elle-même aléatoire). Si cette supposition n'est pas sûre, alors le calcul de l'erreur d'échantillonnage peut être problématique. Il faut noter que la grille systématique peut être considérée comme une placette unique, une répétition de la grille pourrait donc être utilisée pour estimer les erreurs.

Échantillonnage par probabilité

Pour les échantillons où la probabilité de sélectionner un individu est proportionnelle à sa taille. Il convient de noter que toutes les autres méthodes examinées échantillonnent avec une probabilité constante de sélection, ce qui signifie que les grands individus, plus rares, sont sous-échantillonnés car ils contribuent de manière disproportionnée aux quantités totales présentes.

Échantillonnage avec liste – On établit une liste de tous les individus avec leur taille. On calcule la taille cumulée, c'est-à-dire que la somme des tailles de tous les individus plus petits doit être mise dans un tableau, et ce, pour chacun des individus. Des nombres sont assignés aux individus en fonction de la taille cumulative (voir l'exemple). La probabilité de sélection est donnée par la taille ou la somme des tailles cumulée.

<i>Individu</i>	<i>Taille</i>	<i>Taille cumulative</i>	<i>Nombres</i>
1	2	2	1-2
2	5	7	3-7
3	10	17	8-17
4	15	32	18-32

Si le nombre aléatoire tiré est 5, alors c'est l'individu 2 qui est sélectionné, si c'est le 20, alors c'est l'individu 4 qui est sélectionné. Les individus les plus grands ont une probabilité plus élevée d'être choisis car il y a plus de nombres qui leur sont assignés.

Échantillonnage 3P – Développé pour estimer le volume de bois d'œuvre dans une vente de bois. On réalise une évaluation visuelle de l'arbre, on sélectionne l'échantillon avec une *probabilité proportionnelle* à la taille *prévue* de l'arbre. On utilise des règles de sélection pour déterminer quels arbres doivent être échantillonnés. Cela demande que chaque arbre de la zone étudiée soit visité. On estime le volume maximum d'un arbre dans le peuplement.

A chaque arbre :

Si l'arbre est plus gros que la taille maximum estimée, alors on estime son volume et on le mesure.

Si non on utilise la table des nombres aléatoires pour déterminer si l'arbre doit être échantillonné.

Si le nombre aléatoire est inférieur à la taille estimée, on mesure l'arbre

Si non on passe à l'arbre suivant.

On utilise les données pour estimer le volume total du peuplement.

Échantillonnage d'intersection linéaire – On échantillonne les individus qui touchent ou coupent une ligne – plus ils sont gros, plus la probabilité qu'ils touchent la ligne est élevée. Développé à l'origine pour estimer la quantité de matériel reposant au sol, comme par exemple, déchets ou bois de feu. A également été suggéré pour échantillonner des lianes et a été utilisé pour les traces d'animaux.

En plus de ces conceptions basiques, il est également possible d'utiliser plus ou moins chacune d'entre elles, dans un plan d'échantillonnage plus large qui peut être utilisé pour atteindre l'efficacité de l'échantillonnage ou pour s'assurer que toutes les sous-populations sont correctement échantillonnées. Ces plans sont :

Échantillonnage stratifié - diviser la population en sous-populations.

- Pré-stratification - diviser la population en sections qui sont généralement moins variables et donc qui peuvent conduire à des économies en terme de nombre total de placettes nécessaires. Aide également à s'assurer que les petites sous-populations sont échantillonnées de manière adéquate. La stratification est généralement bénéfique et peut réduire les erreurs de 5 à 20 % comparativement à des mesures indépendantes du peuplement total.
- Post-stratification - utiliser des placettes pour faire des groupes similaires de placettes, de façon à améliorer la prévision des estimations globales (non strictement correct sur le plan statistique, sauf si l'échantillonnage est aléatoire).

Il convient de noter qu'ainsi, plus ou moins, chaque plan peut être stratifié : stratifié aléatoire, stratifié systématique, etc. Les strates peuvent être décidées par cartographie ou être systématiques, par exemple, en divisant une zone en blocs de 10x10 km.

L'échantillonnage multi-étages

On échantillonne une série de placettes intégrées, généralement des placettes plus petites, situées au sein d'une plus grande. Par exemple, des zones de 1x1 km peuvent être sélectionnées pour cartographier l'utilisation des terres, au sein desquelles une placette de 1 ha peut être choisie au hasard, et un arbre sur cinq dans la placette de 1 ha peut avoir 10 % de ses branches échantillonnées pour ses fruits.

- Souvent utilisé dans le cas d'un inventaire extensif car un plan simple donnerait trop de placettes.
- Le plan d'échantillonnage à chaque niveau peut être différent et le niveau le plus haut utilise souvent la télédétection.
- Si les sous-placettes sont sélectionnées systématiquement, alors ces plans d'échantillonnage deviennent effectivement des placettes en groupes.
- Il vaut mieux d'utiliser un échantillonnage multi-étages que réaliser un échantillonnage à faible intensité car au moins on a de bonnes données au sein des unités d'échantillonnage les plus grandes.

Échantillonnage double

Une sélection *indépendante* de deux échantillons différents est choisie dans la même population d'individus, avec pour objectif de mesurer différentes caractéristiques dans chacun des échantillons. Il y a souvent au moins un caractère en commun qui peut être utilisé dans des modèles de type régression, permettant de prévoir un autre caractère plus difficile à mesurer à partir d'un plus facile.

Par exemple, en utilisant un échantillon petit et indépendant d'arbres pour lesquels le rendement des fruits est mesuré, cette information peut être utilisée pour extrapoler les rendements de fruits à partir d'un échantillon plus grand d'arbres dont on mesure seulement le diamètre. Choisir les plans les plus efficaces pour chaque type/échelle d'échantillonnage. Les deux inventaires sont liés en utilisant un rapport ou des estimateurs de régression.

b) Plans d'échantillonnage récents

Échantillonnage adaptatif

Type général de méthodes dans lesquelles le nombre de placettes échantillonnées dépend de l'occurrence et du nombre d'individus rencontrés durant l'échantillonnage.

Caractéristiques :

- + Stratégie d'échantillonnage efficace (précise et rentable) et non biaisée, pour des populations rares, en bouquet, ou distribuées de façon non homogène ;
- + Augmente le nombre des observations pour un effort d'échantillonnage donné (par rapport à l'EAS²) ;
- + Localise et incorpore les lieux riches en une espèce ;
- On ne connaît pas le nombre/coût de l'échantillonnage au début de l'exercice ;
- Des calculs spéciaux de moyenne et de variance sont nécessaires.

Échantillonnage adaptatif par groupe - Méthode pour localiser et enregistrer la taille et la composition des bouquets dans des populations hétérogènes. Commence avec un échantillonnage de faible intensité et, quand les individus intéressants sont localisés, des échantillons sont rajoutés jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'individu à échantillonner. Cela forme un groupe de placettes. Est particulièrement utile là où la distribution est en bouquet dans une large zone, permettant qu'un maximum d'individus soit échantillonné pour un minimum d'effort d'échantillonnage. Un inconvénient est que les placettes additionnelles peuvent être perturbées par l'échantillonnage de départ. Le principe est que les données issues des placettes soient incorporées, ainsi le bouquet dans son ensemble devient une unité d'échantillonnage et ce n'est donc pas gênant si des placettes se touchent. Le problème, c'est qu'on ignore combien de temps et quel prix seront nécessaires à l'inventaire tant que celui-ci n'est pas achevé.

Des variantes qui peuvent convenir dans différentes situations sont :

Échantillonnage initial aléatoire simple. Ajouter des placettes (habituellement adjacentes des placettes "occupées" selon un schéma déterminé, recommandé pour la configuration en croix), chaque fois qu'elles contiennent plus qu'un nombre seuil d'individus (règle de la somme). On arrête d'ajouter lorsque les nouvelles placettes ne satisfont pas à la règle de la somme.	+ Forme des groupes de placettes échantillons qui grandissent jusqu'à un maximum local et incluent complètement les agglomérations d'individus
Échantillonnage initial en bande (les groupes de placettes grandissent latéralement une fois que l'espèce est découverte)	+ Bon pour couvrir de grandes zones
Échantillonnage initial systématique (avec des points de départ aléatoires)	+ Très efficace pour des populations rares et disséminées
Règle d'addition des statistiques ordinaires (une règle d'addition utilise le rang des échantillons. P. ex., si une nouvelle placette a une densité > à la 4 ^{ème} des placettes les plus denses, alors la placette est ajoutée)	+ Population de densité inconnue pour laquelle une règle d'addition ne peut pas être déterminée - L'informatique est plus nécessaire
Stratifié : (1) Les groupes non autorisés à traverser les limites de strates (2) Les groupes autorisés à traverser les limites de strates	+ Permet l'utilisation d'une information antérieure (1) L'indépendance des strates est maintenue (2) Plus efficace mais nécessite un calcul spécial de la moyenne
Ajusté dans le cas d'une détection difficile : (1) Détectabilité constante (2) Détectabilité variable	+ Bon pour les organismes mobiles ou cachés - Utilise des calculs de moyenne et de variance non standards

² EAS – échantillonnage aléatoire simple

Localisation adaptative - Conceptions adaptatives en deux étapes. Traiter d'abord l'échantillon initial d'une manière conventionnelle. Ensuite on distribue l'ensemble suivant de placettes selon la densité des arbres cibles dans le premier ensemble de placettes. Cette méthode permet de connaître à l'avance le nombre final de placettes. Les approches incluent :

<p>Taille des échantillons basées sur des observations initiales dans chaque strate :</p> <p>Etape 1: Zone divisée en strates et un EAS utilisé dans chaque strate (ou autre système de localisation)</p> <p>Etape 2: Plus de placettes ajoutées en utilisant un EAS (en proportion avec le nombre de placettes par strate qui est utilisé pour la règle d'addition ou pour minimiser la variance finale estimée)</p>	<p>+ Maximise la valeur des études pilotes</p> <p>+ Permet la collecte de données additionnelles dans des zones connues pour avoir une forte densité de population sans compromettre la conception</p> <p>+ Les coûts sont plus faciles à maîtriser</p> <p>- Nécessite deux passages sur la zone d'étude</p> <p>- Petit biais négatif dans les estimations de l'échantillon total groupé</p>
<p>Taille de l'échantillon basée sur des observations réalisées à partir de données antérieures (EAS séquentiel des strates; allocation des placettes aux strates suivantes en se basant sur la règle d'addition et sur les observations des strates précédentes)</p>	<p>+ Nécessite seulement un passage</p> <p>+ Bon pour l'échantillonnage de gradients environnementaux à grande échelle, p. ex. pentes montagneuses où l'espèce cible peut être inféodée à certaines zones d'altitude</p> <p>+ Application de calculs traditionnels d'EAS stratifié</p>

Échantillonnage subjectif - Échantillonnage par séries ordonnées. Technique nouvelle qui est en fait non biaisée et efficace. Elle ordonne les placettes disposées en groupes à différents endroits selon la valeur moyenne de la grandeur mesurée (p. ex. la taille). Par exemple, trois placettes peuvent être situées dans chacun des trois lieux d'échantillonnage. Dans chacun de ces lieux, les trois placettes sont ordonnées selon la densité de l'espèce ressource (élevée, moyenne, faible). Sur le premier lieu, la placette de densité élevée est mesurée, sur le second, celle de densité moyenne et sur le troisième, celle de densité faible. La moyenne des trois placettes mesurées est utilisée pour calculer les estimations de la population globale. Cette technique est utile là où il y a une forte variation locale, elle évite les biais et peut potentiellement utiliser le savoir local. Elle nécessite des développements plus approfondis pour être utilisée avec les PFNL.

Caractéristiques :

- + Donne des estimations non biaisées et une meilleure précision que l'EAS pour une même taille d'échantillon
- + Marche mieux pour des populations avec une forte variabilité locale et peut être ajustée pour correspondre au niveau de variabilité locale
- + Permet l'incorporation d'une connaissance subjective
- Nécessite une comparaison visuelle des ensembles de placettes pour les ordonner, ceux-ci doivent donc être proches l'un de l'autre
- Le coût de localisation des placettes doit être bas comparé au coût de l'énumération

Échantillonnage dirigé par transect. Une conception non biaisée en deux étapes pour une étude par transect utilisant une information antérieure de haute résolution.

Etape 1: De larges bandes sont disposées comme unités primaires et divisées par une grille en cellules, de dimension adaptée à l'information antérieure disponible, par exemple, la télédétection. Etape 2: Une section d'étude par bande est sélectionnée au hasard pour les sous-échantillons. Les cellules de la grille qui se trouvent le long de la section sont sélectionnées avec des probabilités proportionnelles à leur covariance. La stratégie pour sélectionner les cellules peut varier. L'inventaire est réalisé le long des lignes sélectionnées, en utilisant une méthode basée sur les sections, comme l'échantillonnage sur transect linéaire, l'échantillonnage par bandes, l'échantillonnage par intersection de ligne, etc.

Caractéristiques :

- + Peut utiliser *a priori* des données de haute résolution, come des pixels classés à partir de l'interprétation de la télédétection
- + Meilleure alternative à l'échantillonnage par section de gradients, etc., car la sélection de la ligne est basée sur une probabilité, et non sur la subjectivité
- + Bon pour des populations dispersées
- Nécessite une grande quantité d'information antérieure détaillée

Références complémentaires

- Brown, J.A. Unknown. The application of adaptive cluster sampling to ecological studies. pp. 86-97. In: *Statistics in Ecology and Environmental Monitoring*. Otago Conference Series No. 2. Fletcher, D.J. & Manly, B.F.J. (eds). University of Otago Press, Dunedin, New Zealand.
- Cochran, W.G. 1977. *Sampling techniques*. Third edition. Wiley. 428 pp.
- Halls, L.K. & Dell, T.R. 1966. Trial of ranked-set sampling for forage yields. *Forest Science* 12 (1): 22-26.
- McIntyre, G.A. 1952. A method for unbiased selective sampling, using ranked sets. *Australian Journal of Agricultural Research* 3: 385-390.
- Muttlak, H.A. & McDonald, L.L. 1990. Ranked set sampling with size-biased probability of selection. *Biometrics* 46: 435-445.
- Patil, G.P., Sinha, A.K. & Taillie, C. 1994. Ranked set sampling. pp. 167-200. In: *Environmental Statistics*. Handbook of Statistics Vol. 12. Patil, G.P. & Rao, C.R. (eds). Elsevier Science. 927 pp.
- Seber, G.A.F. & Thompson, S.K. 1994. Environmental adaptive sampling. pp. 201-220. In: *Environmental Statistics*. Handbook of Statistics Vol. 12. Patil, G.P. & Rao, C.R. (eds). Elsevier Science. 927 pp.
- Shiver, B.D. & Borders, B.E. 1996. *Sampling techniques for forest resource inventory*. Wiley. 356 pp.
- Ståhl, G., Ringvall, A. & Lämås, T. 2000. Guided transect sampling for assessing sparse populations. *Forest Science* 46: 108-115.
- Thompson, S.K. 1991. Stratified adaptive cluster sampling. *Biometrika* 78 (2): 389-397.
- Thompson, S.K. 1992. *Sampling*. John Wiley & Sons. 343 pp.
- Thompson, S.K. 1997. Spatial sampling. pp. 161-172. In: *Precision agriculture: spatial and temporal variability of environmental quality*. Ciba Foundation Symposium 210. Wiley. 251 pp.
- Thompson, S.K. & Seber, G.A.F. 1994. Detectability in conventional and adaptive sampling. *Biometrics* 50: 712-724.




Annexe 5. Institutions et sites Web utiles

La présente revue d'études a été réalisée grâce au matériel fourni par toute une série d'institutions ressources. Ces institutions sont disponibles pour compléter les connaissances du lecteur et certaines d'entre elles ont des sites Web utiles.

Institution	Site Web
AERDD, University of Reading	www.rdg.ac.uk/AERDD/
Afrirattan	www.africanrattanresearch.fsnet.co.uk
Birdlife International	www.birdlife.net
Viande de brousse Crisis Taskforce	www.bushmeat.org
CABI Online Publishing	www.cabi.org/Bookshop/Readingroom/
CARPE – Central African Regional Programme	http://carpe.umd.edu/
Centro Agronomic Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)	www.catie.ac.cr/research/research.asp
Centre for International Forestry Research (CIFOR) - <i>Criteria and Indicators</i>	www.cifor.cgiar.org/ www.cifor.cgiar.org/acm/methods/candi.html
Conservation International	www.conservation.org/
Department for International Development (DFID), United Kingdom	www.dfid.gov.uk/
Department of Forestry, University of Aberdeen	www.abdn.ac.uk/~for257/forestry.hti
European Forest Institute - <i>Certification information service</i>	www.efi.fi www.efi.fi/cis
European Tropical Forest Research Network (ETFRN) – <i>PFNL workshop report</i>	www.tropenbos.nl www.etfrn.org/etfrn
Falls Brook Centre, Canada (Certification of NTFPs)	www.web.net/~fbcja/certmark/ntfp
FAO	www.fao.org
Institute for Culture and Ecology - NTFP programme	www.ifcae.org/ntfp
Institute of Ecology and Resource Management, University of Edinburgh	www.ierm.ed.ac.uk
Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) - <i>inventory</i>	www.inbio.ac.cr/en www.inbio.ac.cr/en/inv/invent.html
International Institute for Environment and Development (IIED), London	www.iied.org
International Union of Forest Research Organisations (IUFRO)	http://iufro.boku.ac.at/
IUCN, Sustainable Use Initiative	www.iucn.org/themes/sui/
Natural Resources Institute (NRI)	www.nri.org
New York Botanical Garden - <i>herbaria information</i>	www.nybg.org www.nybg.org/bsci/ih/
Overseas Development Institute (ODI)	www.odi.org.uk/fpeg/rdfn
Oxford Forestry Institute (OFI)	www.plants.ox.ac.uk/ofi
ProFound: Advisers in Development - <i>NTFP information</i>	www.thisisprofound.com/ www.ntfp.org
Royal Botanic Gardens, Kew	www.rbgekew.org.uk/
Royal Botanic Gardens, Edinburgh	www.rbge.org.uk/
School of Agriculture and Forest Sciences, University of Wales	www.safs.bangor.ac.uk
Statistical Advisory Centre, University of Reading	www.rdg.ac.uk/ssc
Tropenbos, NTFP Programme, University of Wageningen, the Netherlands	www.tropenbos.nl/
Tropical Forest Forum (United Kingdom)	www.nri.org/TFF/forumfra.htm
University of St. Andrews, RUWPA <i>Downloadable DISTANCE software</i>	www.ruwpa.st-and.ac.uk www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance
USGS Biodiversity monitoring program <i>Downloadable MONITOR software</i>	www.mp1-pwrc.usgs.gov/powcase/index.html
UNEP World Conservation Monitoring Centre	www.unep-wcmc.org
UNESCO, People and Plants Initiative	www.rbgekew.org.uk/peopleplants
Wildlife Conservation Society	www.wcs.org

PRODUITS FORESTIERS NON LIGNEUX

1. Flavours and fragrances of plant origin, 1995
2. Gum naval stores: turpentine and rosin from pine resin, 1995
3. Report of the International Expert Consultation on Non-Wood Forest Products, 1995
4. Natural colourants and dyestuffs, 1995
5. Edible nuts, 1995
6. Gums, resins and latexes of plant origin, 1995
7. Non-wood forest products for rural income and sustainable forestry, 1995
8. Trade restrictions affecting international trade in non-wood forest products, 1995
9. Domestication and commercialization of non-timber forest products in agroforestry systems, 1996
10. Tropical palms, 1998
11. Medicinal plants for forest conservation and health care, 1997
12. Non-wood forest products from conifers, 1998
13. Évaluation des ressources en produits forestiers non ligneux - Expérience et principes de biométrie, 2001 (A / E)



Cette publication a pour objet de constituer un matériel de référence pour les praticiens qui traitent des inventaires en produits forestiers non ligneux (PFNL). À travers un examen et une analyse d'expériences, elle fournit une vue d'ensemble de la biométrie pour la conception des inventaires de PFNL dans les domaines suivants: une description d'une large gamme d'approches utilisées et développées à ce jour et leur pertinence biométrique; et une sélection appropriée de méthodes biométriques pour quantifier les ressources dans différentes situations et pour différents produits.

ISBN 92-5-204614-3

ISSN 1020-9727



9 789252 046141

TC/M/Y1457F/1/11.01/1500