Dispositifs permanents pour le suivi des forêts en Afrique Centrale : un état des lieux

Nicolas Picard

▶ **To cite this version:**

Nicolas Picard. Dispositifs permanents pour le suivi des forêts en Afrique Centrale : un état des lieux. 2007. cirad-00146347

HAL Id: cirad-00146347
https://hal.science/cirad-00146347

Preprint submitted on 14 May 2007

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

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

Dispositifs permanents pour le suivi des forêts en Afrique Centrale : un état des lieux

Nicolas Picard [a]

[a] *CIRAD, département Environnements et Sociétés, UPR Dynamique des forêts naturelles*

Mots-clé : Afrique centrale, Cameroun, Congo, dispositif forestier, dynamique forestière, Gabon, Guinée Équatoriale, parcelle permanente, RCA, RDC

Avant-propos

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une convention entre la Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC) et le Centre de Coopération Internationale en Recherche Argonomique pour le Développement (CIRAD), département Environnements et Sociétés. Elle est la première étape d'une étude visant à définir un protocole de mise en place de dispositifs permanents en forêt naturelle. Ce rapport sera donc suivi d'une proposition de manuel pour la mise en place et le suivi de dispositifs permanents.

Table des matières

1	Introduction	2
2	Concepts et collectes des informations	4
3	Résultats	6
4	Discussion	21
5	Conclusions	24
	Remerciements	25
	Annexes	34
A	Sites webs consultés pour la recherche bibliographique	34

∗. Coordonnées de l'auteur : N. Picard, Cirad, BP 4035, Libreville, Gabon. Tél.: (+241) 07 92 12 87

Adresse mél : `nicolas.picard@cirad.fr` (Nicolas Picard).

1 Introduction

La réforme des codes forestiers des États d'Afrique Centrale entreprise entre 1994 et 2002 a généralisé l'utilisation des plans d'aménagement pour la gestion des forêts du bassin du Congo (Karsenty, 2006). Ces plans d'aménagement visent à la gestion durable, concept qui dépasse celui de gestion soutenue en intégrant les fonctions écologiques et sociales de la forêt (FAO, 1992; Estève, 2001). La gestion durable peut être évaluée à l'aide de critères et indicateurs, dont la satisfaction ouvre la voie à la certification (OAB-OIBT, 2003; SGS Qualifor, 2005; TEREA, 2006).

La production soutenue de bois n'est pas une condition suffisante de la gestion durable, mais c'en est du moins une condition nécessaire. Elle suppose un équilibre entre les prélèvements d'une part et le renouvellement naturel de la ressource d'autre part. Les plans d'aménagement prévoient ainsi le volume exploitable en fonction de la possibilité de la forêt, c'est-à-dire le recrû en gros bois (arbres de diamètre supérieur au diamètre minimum d'aménagement) durant une rotation. Comme le précise l'indicateur 2.3.2 de gestion durable établi par l'OAB-OIBT (2003) : « la rotation et la possibilité sont clairement établies et sont compatibles avec une production soutenue. » La possibilité est estimée pour chacune des espèces commerciales et le volume exploitable, pour chacune de ces espèces, est généralement calculé comme un pourcentage (le taux de reconstitution du stock) de la possibilité. Le calcul de la possibilité nécessite de connaître d'une part l'état initial du peuplement, ce qui fait l'objet de l'inventaire forestier préalable, et d'autre part les paramètres de la dynamique forestière : croissance, recrutement, mortalité, aussi bien en conditions non perturbées qu'après perturbation (réaction du peuplement à une ouverture créée par l'exploitation). Comme l'exprime le sous-indicateur 2.3.2.2 de l'OAB-OIBT (2003) : « la rotation est basée sur les rythmes de croissance, les diamètres minima d'exploitabilité et les données issues de l'inventaire d'aménagement. »

Une des limites actuelles des plans d'aménagement est que le calcul de la possibilité est rarement réalisé au-delà d'une rotation (Doucet, 2003), alors qu'une production soutenue doit l'être à plus long terme. Comme le recommande le sous-indicateur 2.3.2.3 de l'OAB-OIBT (2003) : « le plan d'aménagement établit des perspectives au-delà de la première rotation. » Les raisons de cette absence de vision à long terme sont liées au déficit de connaissances sur la dynamique forestière. L'imprécision que l'on a sur les paramètres démographiques spécifiques induit déjà une forte imprécision sur l'estimation du taux de reconstitution du stock à l'échéance d'une rotation. Et l'imprécision ne fait

que croître avec la durée de la projection temporelle. Qui plus est, à moyen et long terme, l'exploitation induit un glissement de la composition spécifique qu'il est très difficile de prédire. Les processus sous-jacents sont ceux de la compétition inter-spécifique et surtout de la régénération, qui constitue bien souvent le talon d'Achille des prédictions.

Le calcul de la possibilité fait appel à des outils mathématiques tels que la formule de reconstitution du stock (Durrieu de Madron et al., 1998) ou les modèles de Usher (Buongiorno and Gilless, 2003). Le calage de ces modèles nécessite de connaître les caractéristiques démographiques, espèce par espèce : taux de recrutement, taux de mortalité, vitesses de croissance en diamètre. Or ces paramètres de la dynamique forestière restent insuffisamment connus. Faute de paramètres estimés localement, des données moyennes issues de la littérature sont fréquemment utilisées. Dans le meilleur des cas ces données moyennes sont spécifiques aux essences considérées, mais ce n'est pas même toujours le cas (taux de mortalité fixé à 1 %, par exemple). Surtout, il n'y a aucune garantie que les conditions locales dans lesquelles ces paramètres ont été estimés correspondent à celles du peuplement étudié. Des études basées sur des simulations à l'aide de modèles de dynamique forestière ont montré pourtant qu'une mauvaise estimation des paramètres de la dynamique forestière pouvait conduire à des biais importants dans l'estimation de la possibilité. Une meilleure estimation des paramètres de la dynamique forestière est donc nécessaire pour assurer une meilleure fiabilité du calcul de la possibilité, et par là même des plans d'aménagement.

La solution passe par la mise en place de dispositifs permanents dans lesquels les arbres sont suivis de manière individuelle à intervalles de temps réguliers (Strayer et al., 1986). La mise en place de dispositifs permanents possède du reste une assise légale dans le cadre des plans d'aménagement forestiers. Au Congo, le paragraphe 2.4.3.1 des *Directives nationales d'aménagement durable des forêts naturelles* de février 2004 mentionne la mise en place de placettes permanentes. Au Gabon, le décret n° 689/PR/MEFEPEPN du 24 août 2004 définissant les normes techniques d'aménagement et de gestion durable des forêts domaniales productives enregistrées prévoit la mise en place de dispositifs permanents « pour le suivi de la reconstitution et de la régénération du peuplement ainsi que pour l'amélioration de la précision des paramètres de l'aménagement » (articles 44 et 58).

La mise en place de nouveaux dispositifs permanents nécessite de connaître tout d'abord l'existant. C'est précisément l'objet de cette étude que de présenter un inventaire des dispositifs permanents existant en Afrique centrale pour le suivi de la dynamique des forêts naturelles tropicales.

2 Concepts et collectes des informations

2.1 Définitions

Réaliser un état des lieux des dispositifs permanents existant dans les forêts d'Afrique centrale nécessite d'abord que l'on précise la définition des termes. Le champ géographique de cette étude recouvre les six pays suivants : Cameroun, Congo, Gabon, Guinée Équatoriale, République Centrafricaine (RCA) et République Démocratique du Congo (RDC).

Par dispositif permanent, on entend tout dispositif forestier où les arbres sont marqués individuellement de façon durable, permettant ainsi de repasser et de re-mesurer des arbres identifiés. On prend en considération tous les dispositifs de ce type, quelle que soit leur vocation première, et même si la re-mesure des arbres n'a pas été envisagée lors de l'installation du dispositif. C'est le cas par exemple des dispositifs mis en place par Leal (2005*a*,*b*, 2006) pour inventorier la biodiversité, mais dans lesquels les arbres sont étiquetés et cartographiés.

Les dispositifs forestiers permanents peuvent être classés en trois catégories : les parcelles, les layons et les sentiers (figure 1). La parcelle est une zone délimitée en deux dimensions de la forêt dans laquelle les arbres sont inventoriés. Elle a le plus souvent une forme carrée ou rectangulaire, plus rarement circulaire (pour les parcelles de petite taille). Le layon est une zone définie par un axe unidimensionnel et une largeur h : tous les arbres situés à une distance inférieure à h de l'axe sont dans le layon. L'axe peut être rectiligne ou sinueux et est caractérisé le plus souvent par sa longueur l. La superficie du layon est alors $l \times h$ (en toute rigueur si l'axe est rectiligne, de façon approximative si l'axe est sinueux). La distinction entre parcelle et layon n'est pas toujours évidente : une parcelle très allongée et étroite peut être considérée comme un layon. Alder and Synnott (1992, § 3.3.1.4, p.23) fixent une limite entre parcelle et layon selon que le ratio de la longueur sur la largeur est ou non inférieur à 10. Pour finir, le sentier est un axe qui relie des arbres entre eux. Ce sont en fait les arbres cibles qui définissent le sentier. Le sentier a une longueur mais pas d'extension surfacique. Il est mieux caractérisé par le nombre d'arbres qu'il relie.

L'état des lieux s'intéresse aux forêts naturelles. Cela inclut les formations secondaires issues de perturbations passées, mais cela exclut les plantations.

Enfin, précisons que la notion de site d'étude s'avère assez ambiguë. Elle dépend de l'échelle à laquelle on regarde le site. Par exemple le programme MAB du Smithsonian Institute (SI/MAB) a installé cinq parcelles permanentes dans les Monts de Cristal au Gabon : trois à proximité du barrage de Tchimbélé et deux à proximité du barrage de Kinguélé. À l'échelle des Monts de Cristal,

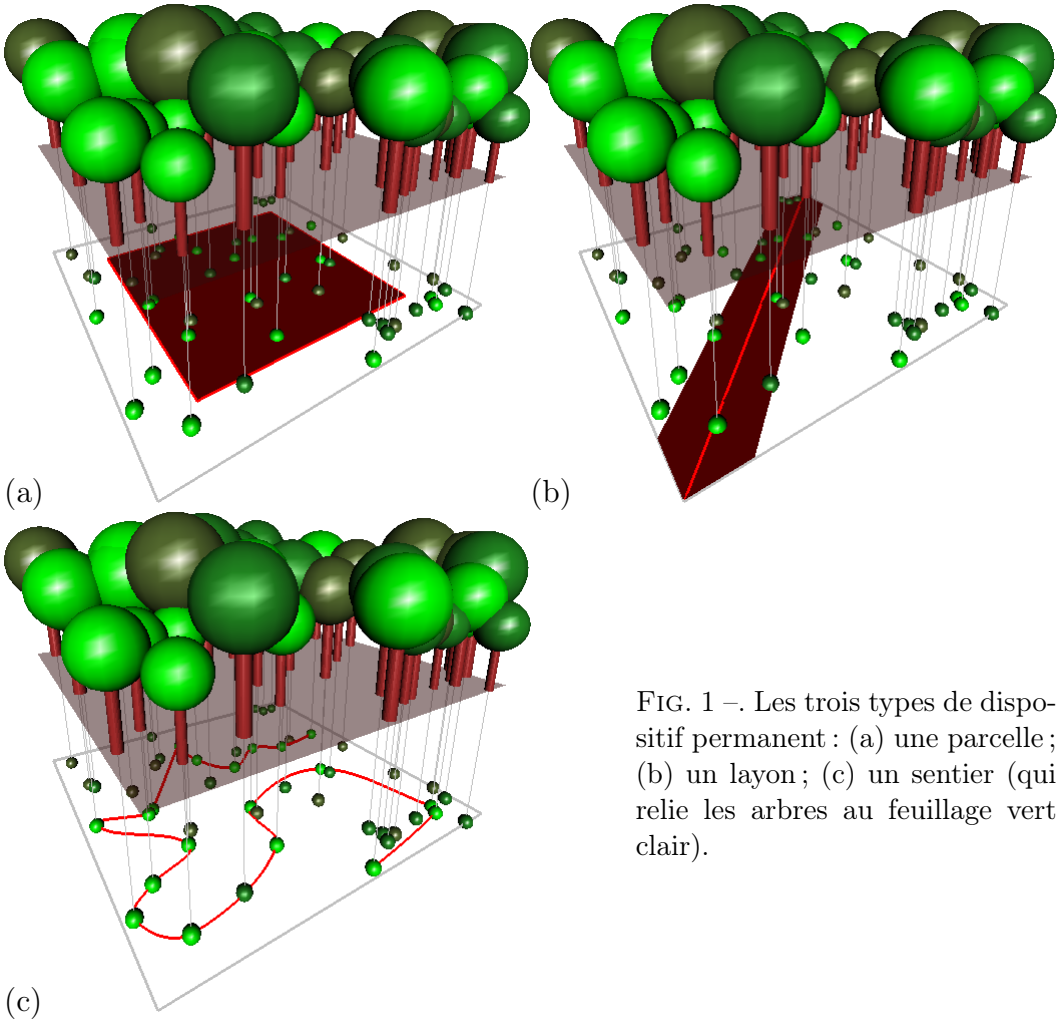

FIG. 1 –. Les trois types de dispositif permanent : (a) une parcelle ; (b) un layon ; (c) un sentier (qui relie les arbres au feuillage vert clair).

on pourra considérer qu'il y a deux sites. À l'échelle du bassin du Congo, on pourra considérer qu'il n'y a qu'un site : les Monts de Cristal. Dans la suite de ce document, nous parlerons de site d'étude par commodité, mais en considérant que le nombre de sites d'étude n'est pas un critère pertinent pour caractériser les dispositifs permanents dans une zone donnée. Étant donné que le rattachement d'une parcelle à un site dépend de l'extension donnée à ce site, un corollaire immédiat est que le nombre de parcelles par site n'est pas non plus un critère pertinent.

2.2 Collecte des données

Les informations sur les dispositifs existants ont été rassemblées de deux façons : d'une part à l'aide d'un questionnaire d'enquête diffusé par la COMIFAC auprès des acteurs institutionnels, professionnels de la filière bois et scientifiques impliqués dans la mise en place de dispositifs, et d'autre part à partir d'une recherche bibliographique. Le questionnaire utilisé est reproduit en an-

nexe B. Le questionnaire a été diffusé auprès de 64 personnes et 36 réponses ont été obtenues, soit un taux de réponse de 56 %. La recherche bibliographique a été menée de façon classique en interrogeant des fonds documentaires et des bases de données bibliographiques. Les catalogues et les sites web consultés sont mentionnés en annexe A.

3 Résultats

Soixante seize dipositifs permanents ont été recensés en Afrique centrale (voir le tableau 1 pour un récapitulatif), totalisant plus de 710 parcelles permanentes pour une superficie totale dépassant 1314 ha, plus de 59 layons pour une longueur totale dépassant 254 km, et plus de 8 sentiers pour un nombre d'arbres suivis dépassant les 3130 individus. Cet inventaire n'est très certainement pas exhaustif. Par ailleurs ces effectifs doivent être pondérés par la taille des dispositifs, le nombre de dispositifs variant en sens inverse de leur taille. Par exemple, si l'on s'en tient aux parcelles permanentes de superficie supérieure à 0,5 ha, l'effectif chute de 710 à 294 unités.

3.1 Vocation

On trouve principalement deux catégories de dispositifs : ceux destinés à l'étude de l'écologie et de la biodiversité des forêts, le plus souvent avec un enjeu de conservation, et ceux destinés à l'étude de la dynamique forestière en vue de préciser les paramètres de l'aménagement forestier, avec un enjeu de gestion durable et d'exploitation. Le statut des forêts dans lesquelles les dispositifs sont mis en place reflète assez bien leur vocation, même si la relation n'est pas univoque : zones protégées (réserves et parcs) pour les études de biodiversité, concessions forestières pour l'aménagement. 53 % des dispositifs ont ainsi été mis en place dans des zones protégées, 41 % dans des concessions (et 6 % autres).

Un certain nombre de dispositifs, en particulier les plus petits, ont été mis en place pour réaliser un inventaire de la biodiversité. Le suivi de la dynamique n'était pas le premier objectif affiché. Les critères de choix pour l'emplacement de ces sites étaient ainsi le degré de diversité spécifique et d'endémisme. Il est intéressant de noter toutefois que les arbres ont été étiquetés et numérotés sur ces dispositifs de manière à permettre, le cas échéant, de revenir sur ces dispositifs, ce qui en fait, de fait, des dispositifs permanents.

Il est intéressant également de noter que le discours de certains organismes de conservation a évolué et prend en compte à présent des préoccupations de

Tab. 1 –. *Liste des dispositifs permanents de suivi de la végétation forestière en Afrique centrale.*

No.	Site	Pays	Structure	Type	Long.	Lat.	Statut	Date	Δt	Re-mesures
1	Banyang Mbo	Cameroun	État camerounais	parcelle	9.50	5.33	réserve	2006	1	2007
2	Bouamir	Cameroun	ECOFAC	parcelle	12.82	3.18	réserve	2001		
3	Campo	Cameroun	SI / MAB	parcelle	9.82	2.37	réserve			
4	Dja	Cameroun	ECOFAC	layon	13.00	3.17	réserve	1993		1997, 2000, 2001, 2002
5	Dja	Cameroun	ECOFAC	layon	13.00	3.17	réserve	1998		
6	Dja	Cameroun	État camerounais	parcelle	13.00	3.17	réserve	2005	1	2006
7	Ebom	Cameroun	Tropenbos	layon	10.63	2.93	concession	1996	0.08	1996-98
8	Ebom	Cameroun	Tropenbos	parcelle	10.63	2.93	concession			
9	Ejagham	Cameroun	SI / MAB	parcelle	8.98	5.75	réserve			
10	Green Valley	Cameroun	SI / CTFS	parcelle	14.52	3.32	concession	2005	1	
11	GV SOTREF	Cameroun	SI / CTFS	parcelle	14.67	3.82	concession	2005	1	
12	Korup	Cameroun	SI / CTFS	parcelle	8.89	5.06	réserve	1997	5	
13	Lobeke	Cameroun	SI / CTFS	parcelle	15.74	2.16	réserve	2005	1	
14	Mindourou	Cameroun	Pallisco	sentier	13.39	3.55	concession	2004	1	
15	SEFAC	Cameroun	SI / CTFS	parcelle	15.94	2.75	concession	2006	1	
16	Takamanda	Cameroun	SI / MAB	parcelle	9.33	6.12	réserve			
17	Yabassi	Cameroun	TRC	parcelle	9.98	4.25	concession	2006	5	
18	Yabassi	Cameroun	TRC	sentier	9.96	4.49	concession	2006	5	
19	Bilala	Congo	GREFE	parcelle	12.20	−4.53	forêt domaniale	2005		
20	Kabo	Congo	WCS	parcelle	16.17	2.04	concession	2005		
21	Kabo	Congo	CIB	sentier	16.19	1.98	concession	2005	1	2006
22	Matoto	Congo	CIB	sentier	16.40	1.32	concession	2005	1	2006
23	Moboma	Congo	CIB	parcelle	16.73	1.14	concession	2005		2007
24	Mopo	Congo	CIB	parcelle	16.24	2.24	concession	2005		2007
25	Ngatongo	Congo	CIB	sentier	16.14	1.60	concession	2005	1	2006
26	Ngombé	Congo	IFO-Danzer	parcelle	16.15	1.43	concession	2005	3	
27	Ngouha 2	Congo	CPAL	parcelle	12.71	−2.94		1988	1	1990, 1991
28	Nouabalé-Ndoki	Congo	SI / MAB	parcelle	16.51	2.22	réserve	2004		
29	Nouabalé-Ndoki	Congo	WCS	parcelle	16.42	2.38	réserve	2005		
30	Odzala	Congo	ECOFAC	layon	14.70	1.00	réserve	1993		

À suivre page suivante...

Suite de la page précédente

No.	Taille	Nb.	Traitement	$D_{\min}$	Espèces	Mortalité	Type	Phéno.	D	Statut	Recrut.
1	1	5	aucun	10	non	non	non	non	oui	non	oui
2	0.75	4	aucun	0	non	non	non	non	oui	oui	non
3	1	3	aucun	10	non				oui	non	
4	5	9	aucun	10	non	oui	non	non	oui	non	non
5	5	9	aucun	10	non	oui			oui		
6	1	18	aucun	10	non	non	non	non	oui	non	oui
7	20.6		aucun		oui	non	non	oui	oui	oui	non
8		12	exploitation, éclaircie	10							
9	1	2	aucun	10	non				oui	non	
10	1	4	exploitation	2	non	oui			oui		oui
11	1	2	exploitation	2	non	oui			oui		oui
12	50	1	aucun	1	non	oui	non	non	oui	non	oui
13	1	1	aucun	2	non	oui			oui		oui
14	323	1	aucun	10	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non
15	1	4	exploitation	2	non	oui			oui		oui
16	1	10	aucun	10	non				oui	non	
17	1	6	exploitation	10	non	oui	non	non	oui	non	oui
18	174	1	exploitation	10	oui	oui	non	oui	oui	non	non
19	3	1	aucun	10	non	non	non	oui	oui	non	oui
20	1	10	exploitation	10	non	oui		oui	oui		
21	95	1	aucun	10	oui	oui	non	oui	oui	oui	non
22	655	1	aucun	10	oui	oui	non	oui	oui	oui	non
23	25	4	exploitation	40	oui	oui	oui	non	oui	non	non
24	25	6	exploitation	40	oui	oui	oui	non	oui	non	non
25	139	1	aucun	10	oui	oui	non	oui	oui	oui	non
26	9	8	exploitation	10	oui	oui	oui	non	oui	oui	oui
27	1	14	éclaircie	10	non				oui	oui	oui
28	1	5	aucun	10	non				oui	non	
29	1	10	aucun	10	non	oui		oui	oui		
30	5	10	aucun	10	non	oui			oui		

À suivre page suivante...

Suite de la page précédente

No.	Déterm.	Spat.	Marquage	Références
1	nom latin	oui	étiquette métal	B. Sonké
2	nom latin	oui	étiquette métal	Senterre (2005*a*,*b*)
3	nom latin	oui	étiquette métal	Sunderland et al. (1997)
4	nom latin	oui	étiquette métal	Lejoly (2000); Sonké (1998, 1999)
5		oui	étiquette métal	Lejoly (2000); Sonké (1998, 1999)
6	nom latin	oui	étiquette métal	B. Sonké
7	nom latin			Bibani Mbarga et al. (1999); Bibani Mbarga and Jonkers (2001)
8	nom latin			Bibani Mbarga et al. (1999); Bibani Mbarga and Jonkers (2001)
9	nom latin	oui	étiquette métal	Sunderland et al. (1997)
10	nom latin	oui	étiquette	Thomas and Chuyong (2006)
11	nom latin	oui	étiquette	Thomas and Chuyong (2006)
12	nom latin	oui	étiquette	Thomas et al. (2003); Songwe et al. (in press); Losos and Leigh (2004)
13	nom latin	oui	étiquette	Thomas and Chuyong (2006)
14	nom latin	oui	peinture	J.-L. Doucet
15	nom latin	oui	étiquette	Thomas and Chuyong (2006)
16	nom latin	oui	étiquette métal	Comiskey et al. (2003)
17	nom latin	oui	étiquette métal	J. Huleux
18	nom latin	oui	étiquette métal	J. Huleux
19	nom latin	non	peinture	J. Loumeto
20	nom latin	oui		J. Poulsen
21	nom latin	oui	peinture	O. Desmet
22	nom latin	oui	peinture	O. Desmet
23	nom latin	oui	peinture	O. Desmet
24	nom latin	oui	peinture	O. Desmet
25	nom latin	oui	peinture	O. Desmet
26	nom pilote	oui	peinture	IFO-Danzer
27	nom latin			Croisé and Fabbri (1991); Teillier (1994)
28	nom latin	oui	étiquette métal	Sunderland and Balinga (2005)
29	nom latin	oui		J. Poulsen
30	nom latin	oui	étiquette métal	Lejoly (2000)

À suivre page suivante...

Suite de la page précédente

No.	Site	Pays	Structure	Type	Long.	Lat.	Statut	Date	Δt	Re-mesures
31	Safari	Congo	WCS	parcelle	16.33	2.13	concession	2005		
32	Youbi	Congo	GREFE	parcelle	11.65	−4.17	forêt domaniale	2005		
33	Biliba	Gabon	CFA	sentier	11.92	0.23	concession	2000		2001,2003,2006
34	Doussala	Gabon	Tropenbos	parcelle	10.58	−2.60	concession	1985	1	1986
35	Ekobakoba	Gabon	Tropenbos	parcelle	13.10	0.38	concession	1985		
36	Franceville	Gabon	Rougier-Gabon	parcelle			concession	2000	3	
37	Gongué	Gabon	Leroy Gabon	parcelle	11.92	−0.78	concession	2002	2	
38	Haut-Abanga	Gabon	Rougier-Gabon	parcelle			concession	2000	3	
39	Ikobé	Gabon	MBG	parcelle	11.07	−1.25	réserve	2005		
40	Ivindo	Gabon	Rougier-Gabon	parcelle			concession	2000	3	
41	Kinguélé	Gabon	SI / MAB	parcelle	10.29	0.47	réserve			
42	Lastourville	Gabon	SBL	sentier	12.68	−0.81	concession	2004	1	2005
43	Lopé	Gabon	ECOFAC	layon	11.57	−0.20	réserve	1990	4	
44	Lopé	Gabon	SEGC	layon	11.57	−0.20	réserve	1983	4	
45	Lopé	Gabon	SEGC	layon	11.57	−0.20	réserve	1984	4	
46	Lopé	Gabon	WWF	layon	11.78	−0.89	réserve	1999		
47	Lopé	Gabon	ECOFAC	parcelle			réserve	1994	4	
48	Lopé	Gabon	Tropenbos	parcelle	11.50	−0.42	réserve	1985		
49	Lopé	Gabon		parcelle			réserve			
50	Mbégo	Gabon	SBL	sentier	12.46	−1.12	concession	2004	1	2005
51	Mont Kinguié	Gabon	MBG	parcelle	12.52	−0.10	réserve	2006		
52	Mont Mbilan	Gabon	MBG	parcelle	10.30	0.48	réserve	2005		
53	Monts de Cristal	Gabon	SI / CTFS	parcelle	10.28	0.47	réserve	2005	1	
54	Ndambi	Gabon	CEB	parcelle	13.23	−0.77	concession	2002		2005, 2006
55	Ndambi	Gabon	CEB	parcelle	13.23	−0.77	concession	2002		2005, 2006
56	Oveng	Gabon	Tropenbos	parcelle	11.37	0.73	concession	1985	1	1986
57	Oyan	Gabon	CTFT	parcelle	9.33	−0.33		1987	1	1988-1995
58	Tchimbélé	Gabon	SI / MAB	parcelle	10.41	0.62	réserve			
59	Waka	Gabon	SI / MAB	parcelle	11.12	−1.17	réserve			
60	Monte Alén	Guinée Éq.	ECOFAC	layon	10.19	1.62	réserve	1998		

À suivre page suivante...

Suite de la page précédente

No.	Taille	Nb.	Traitement	$D_{\min}$	Espèces	Mortalité	Type	Phéno.	D	Statut	Recrut.
31	1	10	exploitation	10	non	oui		oui	oui		
32	3	1	aucun	10	non	non	non	oui	oui	non	oui
33	460	1	aucun	10	oui	oui	oui	non	oui	oui	non
34	1	1	aucun	10	non	oui	oui	oui	oui	oui	
35	1	1	aucun	5	non			oui	oui	oui	
36	1	7	exploitation	10	non				oui		
37	0.5	40	exploitation	10	non	oui	oui	non	oui	oui	oui
38	1	7	exploitation	10	non				oui		
39	0.1	7	aucun	5	non	non	non	non	oui	non	non
40	1	7	exploitation	10	non				oui		
41	1	2	aucun	10	non				oui	non	
42	642	1	aucun	10	oui	oui	oui	non	oui	oui	non
43	5	5	aucun	10	non	oui			oui		
44	1.33	3	aucun	50	non	oui		oui	oui		
45	1	5	aucun	10	non	oui		oui	oui		
46	10	2	aucun	30	non	non	non	non	oui	non	non
47	0.08	100	aucun	5	non				oui	oui	
48	1	1	aucun	10	non			oui	oui	oui	
49	0.08	200	aucun	5	non				oui	oui	
50	642	1	aucun	10	oui	oui	oui	non	oui	oui	non
51	0.1	5	aucun	5	non	non	non	non	oui	non	non
52	0.1	7	aucun	5	non	non	non	non	oui	non	non
53	1	1	aucun	2	non	oui			oui		oui
54	1	2	aucun	10	non	oui	oui	non	oui	oui	oui
55	0.25	2	aucun	10	non	oui	oui	non	oui	oui	oui
56	1	1	aucun	10	non	oui	oui	oui	oui	oui	
57	1	30	éclaircie	10	non	oui	oui	non	oui	oui	oui
58	1	3	aucun	10	non				oui	non	
59	1	5	aucun	10	non				oui	non	
60	5	4	aucun	10	non	oui			oui		

À suivre page suivante...

Suite de la page précédente

No.	Déterm.	Spat.	Marquage	Références
31	nom latin	oui		J. Poulsen
32	nom latin	non	peinture	J. Loumeto
33	nom latin	non	peinture	J.-L. Doucet
34	nom latin	oui	étiquette métal	Reitsma (1988)
35	nom latin	oui	étiquette métal	Reitsma (1988)
36		oui		
37	nom pilote	oui	étiquette métal	M. Schwartzenberg
38		oui		Bayol (2002)
39	nom latin			Leal (2005*b*)
40		oui		
41	nom latin	oui	étiquette métal	Sunderland et al. (2004)
42	nom latin	oui	peinture	J.-L. Doucet
43	nom latin	oui	étiquette métal	Lejoly (2000); Nziengui (1999); White (1986)
44	nom latin	oui	étiquette métal	White (1996)
45	nom latin	oui	étiquette métal	White (1996); Williamson (1988)
46	nom latin	oui	étiquette métal	Doucet and Brugière (1999)
47	nom latin	oui	étiquette métal	White (1986)
48	nom latin	oui	étiquette métal	Reitsma (1988)
49	nom latin	oui	étiquette métal	Leal (2004)
50	nom latin	oui	peinture	J.-L. Doucet
51	nom latin			Leal (2006)
52	nom latin			Leal (2005*a*)
53	nom latin	oui	étiquette	Thomas and Chuyong (2006)
54	nom latin	non	peinture	J.-L. Doucet
55	nom latin	non	peinture	J.-L. Doucet
56	nom latin	oui	étiquette métal	Reitsma (1988)
57	nom latin	oui	peinture	Fuhr (1999); Fuhr et al. (1998*b*,*a*, 2001)
58	nom latin	oui	étiquette métal	Sunderland et al. (2004)
59	nom latin	oui	étiquette métal	Balinga (2006)
60	nom latin	oui	étiquette métal	Lejoly (2000); Reeth (1998)

À suivre page suivante...

Suite de la page précédente

No.	Site	Pays	Structure	Type	Long.	Lat.	Statut	Date	Δt	Re-mesures
61	Monte Alén	Guinée Éq.	ECOFAC	parcelle	10.19	1.62	réserve	2001		
62	Monte Bata	Guinée Éq.	CUREF	parcelle	9.91	1.88		2003		
63	Monte Mitra	Guinée Éq.	SI / MAB	parcelle	9.95	1.38	réserve			
64	Ndoté	Guinée Éq.	CUREF	parcelle	9.52	1.35	réserve	2003		
65	Obamicu	Guinée Éq.	CUREF	layon	11.04	1.22	réserve	1998		
66	Obamicu	Guinée Éq.	CUREF	parcelle	11.04	1.22	réserve	1998		
67	Boukoko-La Lolé	RCA	État centrafricain	parcelle	17.93	3.90	concession	1982	1	1982-2006
68	Dzanga Sangha	RCA	SI / MAB	parcelle	16.34	2.89	réserve	2006		
69	Eleme Ya Ngombe	RCA	projet Dzanga Sangha	parcelle	16.18	3.01	réserve	1999	4	2003, 2004
70	Ngotto	RCA	ECOFAC	layon	17.08	3.83	réserve	1993		
71	Edoro	RDC	SI / CTFS	parcelle	28.50	1.60	réserve	1994	5	2002
72	Epulu	RDC		parcelle	28.63	1.32	réserve	2000	1	2001
73	Ituri	RDC	SI / WCS	parcelle	29.15	0.80	concession	2006		
74	Lenda	RDC	SI / CTFS	parcelle	28.60	1.30	réserve	1994	5	2002
75	Luki	RDC	MAB-Congo	parcelle	13.15	−5.35	réserve	1948		$<$1960
76	Mandumbi	RDC		parcelle	29.25	0.75	concession	2000	1	2001

À suivre page suivante...

Suite de la page précédente

No.	Taille	Nb.	Traitement	$D_{\min}$	Espèces	Mortalité	Type	Phéno.	D	Statut	Recrut.
61	0.75	28	aucun	0	non	non	non	non	oui	oui	non
62	0.75	2	aucun	0	non	non	non	non	oui	oui	non
63	1	3	aucun	10	non				oui	non	
64	0.75	3	aucun	0	non	non	non	non	oui	oui	non
65	1	9	aucun	30	non	oui	oui	non	oui	non	non
66	0.16	9	aucun	10	non	oui	oui	non	oui	non	non
67	4	10	exploitation, éclaircie	10	non	oui	oui	non	oui	non	oui
68	1	5	aucun	10	non				oui	non	
69	100	1	aucun	10	oui	oui	non	non	oui	oui	oui
70	5	2	aucun	10	non	oui			oui		
71	10	2	aucun	1	non	oui		oui	oui		oui
72	0.01	22	aucun	10	non	non	non	non	oui	non	non
73	500	1	exploitation	30	oui			oui	oui	non	
74	10	2	aucun	1	non	oui		oui	oui		oui
75		20	exploitation, éclaircie					oui	oui		
76	0.01	32	aucun	10	non	non	non	non	oui	non	non

À suivre page suivante. . .

Suite de la page précédente

No.	Déterm.	Spat.	Marquage	Références
61	nom latin	oui	étiquette métal	Senterre (2005*a*,*b*)
62	nom latin	oui	étiquette métal	Senterre (2005*a*,*b*)
63	nom latin	oui	étiquette métal	Balinga et al. (2005)
64	nom latin	oui	étiquette métal	Senterre (2005*a*,*b*)
65	nom latin	oui	absent	Senterre (2005*a*,*b*); Senterre and Lejoly (2001)
66	nom latin	oui	absent	Senterre (2005*a*,*b*); Senterre and Lejoly (2001)
67	nom latin	oui	peinture	Bedel et al. (1998)
68	nom latin	oui	étiquette métal	Balinga et al. (2006)
69	nom latin	oui	étiquette métal	Hall et al. (2003); Hall (2003); Hall et al. (2004)
70	nom latin	oui	étiquette métal	Lejoly (2000); Yalibanda (1998)
71	nom latin	oui		Makana et al. (2004*b*,*a*); Makana and Thomas (2005); Losos and Leigh (2004)
72	nom latin	non	étiquette	Makana and Thomas (2006)
73	nom latin	oui	étiquette	Makana et al. (2006)
74	nom latin	oui		Makana et al. (2004*b*,*a*); Makana and Thomas (2005); Losos and Leigh (2004)
75				C. Lubini Ayingweu
76	nom latin	non	étiquette	Makana and Thomas (2006)

Notes sur les variables. Long. = longitude. Lat. = latitude. La longitude et la latitude sont données à titre indicatif et ne consistuent pas des coordonnées géographiques précises. Statut : réserve doit être compris au sens large comme une zone protégée (parc national, réserve, etc.) Date : il s'agit de la date du début d'installation du dispositif lorsque l'installation s'est étalée sur plusieurs années. Δt = pas de temps prévu entre deux re-mesures successives (en années). Re-mesures = dates des re-mesures effectivement réalisées. Taille = surface unitaire pour une parcelle (en ha), ou longueur pour un layon (en km), ou nombre d'arbres mesurés pour un sentier. Nb. = nombre de dispositifs. D_{min} = diamètre minimum des arbres inventoriées (en cm). Espèces = réponse à la question « Toutes les espèces sont-elles inventoriées ou bien seulement une sélection d'entre elles ? » (oui / non). Mortalité = réponse à la question « La mortalité est-elle suivie ? » (oui / non). Type = réponse à la question « Le type de mortalité (chablis, mort sur pied, dégât d'exploitation...) est-elle notée ? » (oui / non). Phéno. = réponse à la question « Y a-t-il un suivi de la phénologie ? » (oui / non). D = réponse à la question « Le diamètre (ou la circonférence) est-il mesuré ? » (oui / non). Statut = réponse à la question « Le statut de l'arbre (dominant, co-dominant, dominé, indice de Dawkins...) est-il noté ? » (oui / non). Recrut. = réponse à la question « Le recrutement est-il suivi ? » (oui / non). Déterm. = niveau de détermination botanique des arbres. Spat. = réponse à la question « Les arbres sont-ils spatialisés ? » (oui / non). Marquage = type de marquage des arbres.

gestion durable. Par exemple le CTFS (Center for Tropical Forest Science) du Smithsonian Insitute, qui chapeaute un réseau mondial de parcelles permanentes dans des aires protégées et dans des forêts tropicales non perturbées (Condit, 1998; Losos and Leigh, 2004), intègre à présent dans ses questions scientifiques des questions telles que : « Is timber exploitation sustainable in the long term? What logging practices or silvicultural interventions are needed to ensure the regeneration and sustainable harvest of exploited species (results of forest monitoring provide important information)? » (Thomas and Chuyong, 2006).

3.2 Distribution spatiale

Les figures 2 et 3 représentent la distribution spatiale des dispositifs permanents en Afrique centrale. On observe des déséquilibres spatiaux, la répartition spatiale des dispositifs étant agrégative. Ces déséquilibres s'expliquent en partie par la répartition même de la forêt. Par exemple au Congo, on observe une accumulation de dispositifs dans le nord du pays, le sud et le centre étant peu couverts, mais le centre du pays est constitué de plateaux non boisés. Le déséquilibre est le plus frappant en RDC, où une seule zone (région de l'Ituri) accumule la quasi-totalité des dispositifs. La zone qui connaît la plus forte densité de dispositifs est celle centrée sur le point triple frontalier du Cameroun, du Congo et de la RCA.

3.3 Historique

La figure 4 montre la distribution des dates d'installation des dispositifs. Cette représentation est très certainement biaisée dans la mesure où des dispositifs anciens sont tombés dans l'oubli. Par exemple, il existait des dispositifs permanents à Yangambi en RDC, dont nous n'avons pas eu écho avec le mode de collecte des informations utilisé. La figure 4 donne en tout cas, à quelques exceptions près comme le dispositif de Luki en RDC, un aperçu des dates d'installation des dispositifs aujourd'hui en activité.

Parmi les dispositifs toujours actifs aujourd'hui, les plus anciens (M'baïki en RCA, Lopé au Gabon) ont été installés au début des années 80. On dispose donc sur ces dispositifs d'un recul de 25 ans actuellement. Le dispositif de M'baïki a été installé par le CTFT en 1982 avec pour objectif de quantifier l'impact sur la dynamique forestière de l'exploitation et de traitements sylvicoles. Le dispositif le plus ancien à Lopé remonte à 1983 et a été mis en place par un zoologiste britannique, Mike Harrison, qui cherchait à étudier l'alimentation du colobus noir, *Colobus satanas* (White, 1996). Le dispositif de Harrison, qui a été régulièrement suivi depuis, offre aujourd'hui 25 ans de

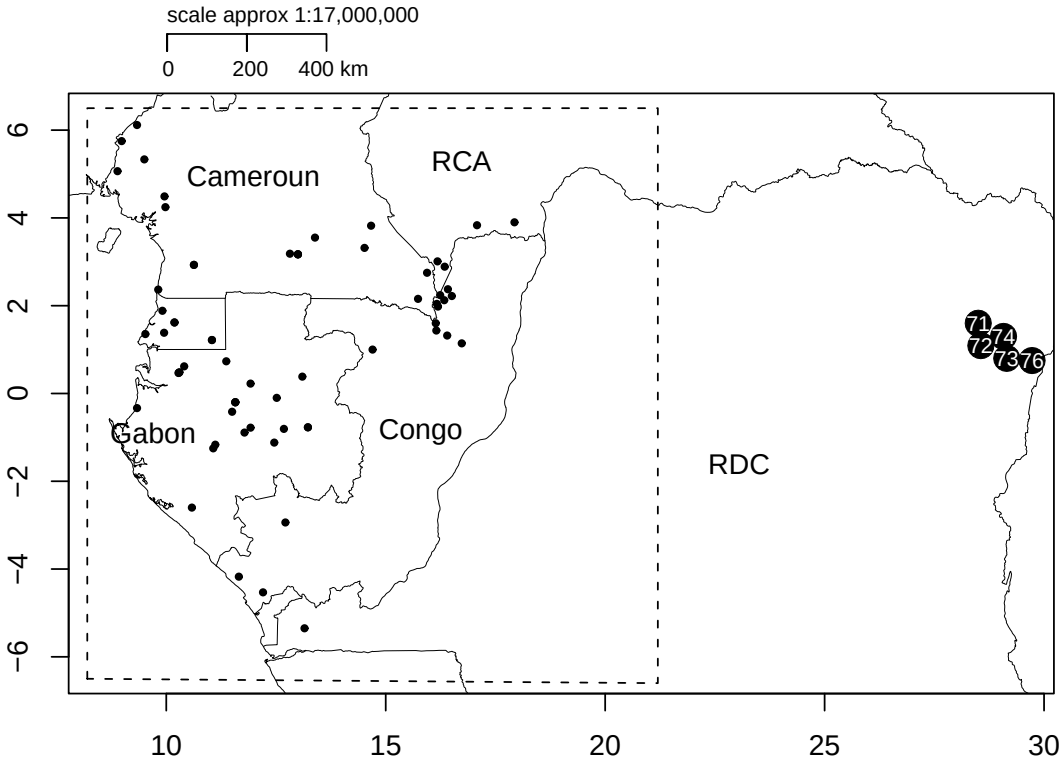

FIG. 2 –. Position des dispositifs permanents en Afrique centrale. Les numéros renvoient au tableau 1. La zone encadrée par un trait pointillé est représentée dans la figure 3. Les numéros ont le cas échéant été légèrement déplacés pour ne pas qu'ils se superposent.

recul sur la dynamique forestière, même si cela n'était pas sa finalité au départ. Ces deux exemples montrent la diversité des histoires des dispositifs, les aléas de leur maintien à long terme et souligne, s'il en était besoin, l'unicité du dispositif de M'baïki.

La figure 4 montre également une augmentation du nombre de dispositifs installés depuis 2000. Cette dynamique récente est due d'une part aux organismes de conservation (Smithsonian Institute, WCS...) qui ont multiplié ces dernières années le nombre de dispositifs permanents, et d'autre part aux entreprises forestières, qu'elles visent la certification ou qu'elles anticipent l'application des directives d'aménagement.

3.4 Taille

La taille des dispositifs s'avère extrêmement variable. On se focalisera dans ce paragraphe sur les parcelles, pour lesquelles on a le plus de répétitions. La surface des parcelles varie de 100 m^2 à 500 ha, avec une moyenne de 1,9 ha. Les parcelles installées dans les zones protégées, de surface moyenne égale à 0,68 ha, sont significativement plus petites que celles installées dans les

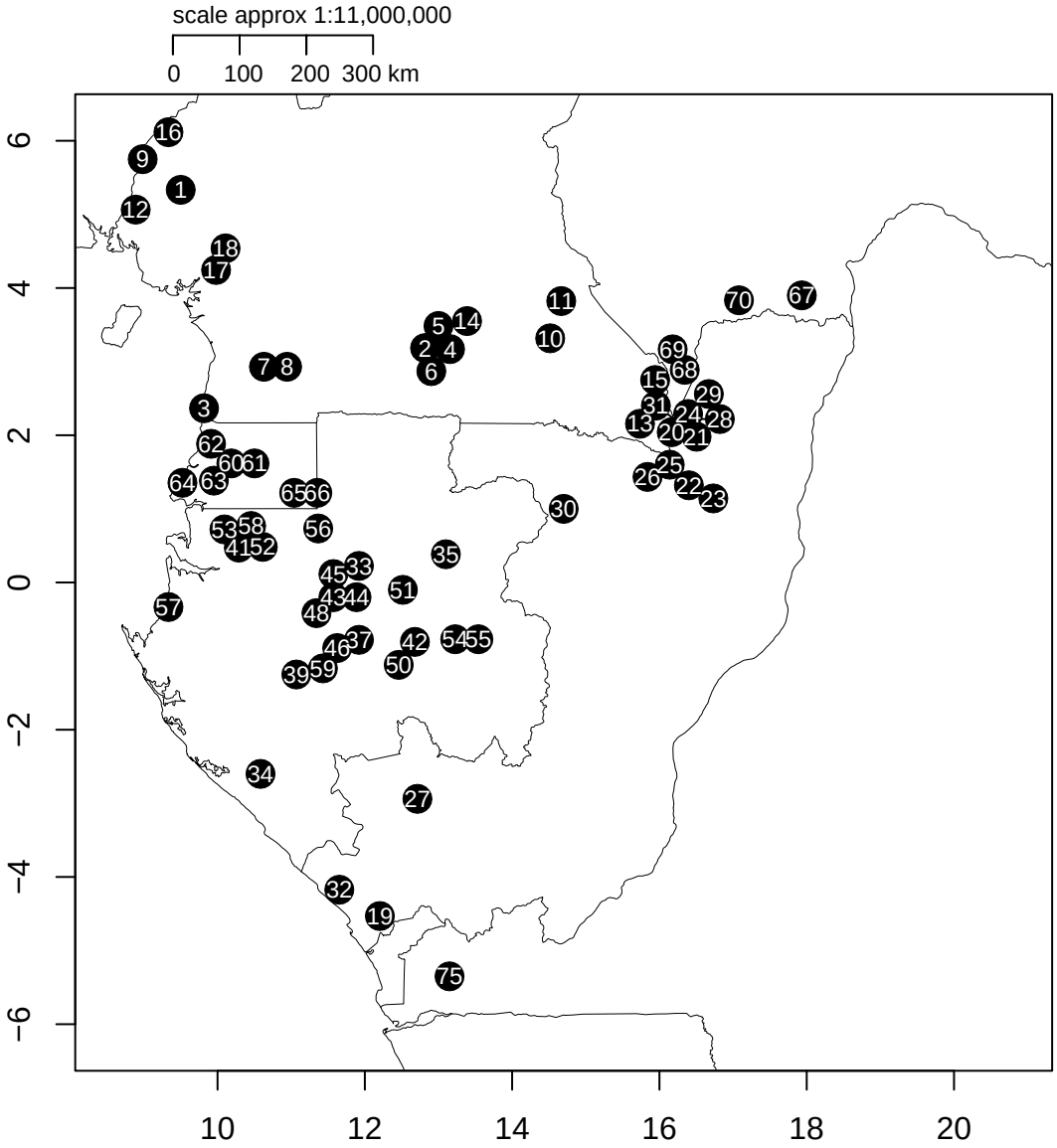

FIG. 3 –. Position des dispositifs permanents en Afrique centrale. Les numéros renvoient au tableau 1. Les numéros ont le cas échéant été légèrement déplacés pour ne pas qu'ils se superposent.

concessions, avec une surface moyenne de 5,7 ha (test de Wilcoxon-Mann-Whitney, $W = 54573$, p-value < 0.001).

La figure 5 illustre la relation, pour un site donné, entre la surface unitaire des parcelles et le nombre de parcelles installées. En coordonnées logarithmiques, le nombre de parcelles décroît de façon linéaire avec la surface unitaire des parcelles, ce qui correspond à une décroissance en fonction puissance en coordonnées décimales (avec un coefficient de puissance proche de $-0{,}33$). Cette relation est typique d'un compromis « SLOSS » (« single large or several small ») : plus les parcelles sont petites, plus on en installe (à coût total fixé, par exemple).

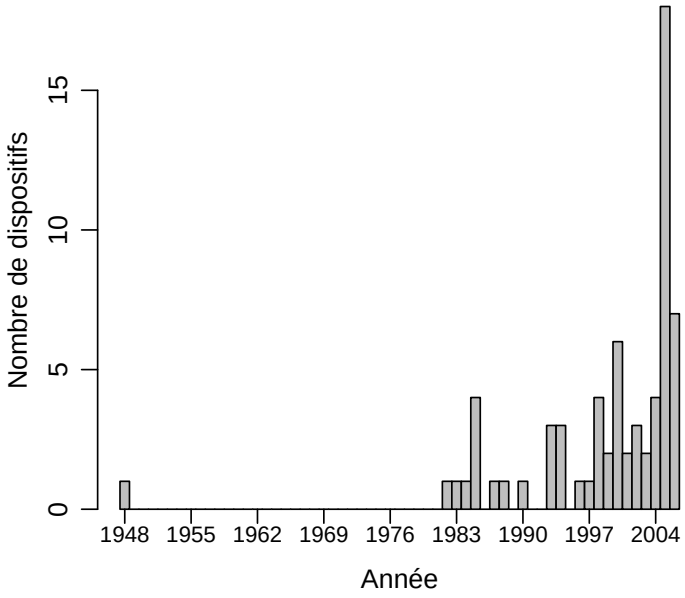

FIG. 4 –. Nombre de dispositifs installés par année.

La figure 6 montre l'histogramme des tailles des parcelles, tous sites confondus. Si les sites étaient uniformément répartis en fonction de la taille unitaire des parcelles, et compte-tenu du compromis SLOSS illustré par la figure 5, on s'attendrait à avoir une décroissance exponentielle de la proportion de parcelles en fonction de la surface unitaire. Il n'en est rien : l'histogramme présente un pic prononcé pour des surfaces unitaires comprises entre 0,5 et 2 ha. On peut en conclure que les dispositifs avec une taille unitaire de parcelle voisine de 1 ha sont les plus souvent adoptés.

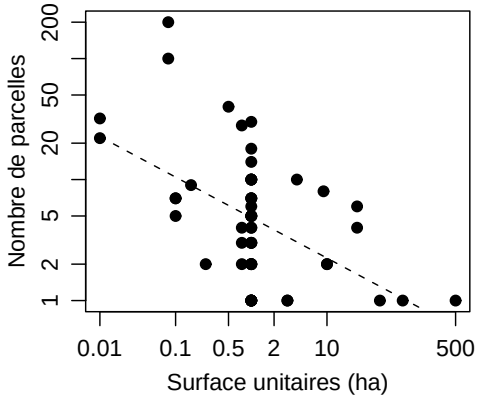

FIG. 5 –. Relation entre la surface unitaire des parcelles et le nombre de parcelles installées par site. Les deux axes sont en coordonnées logarithmiques.

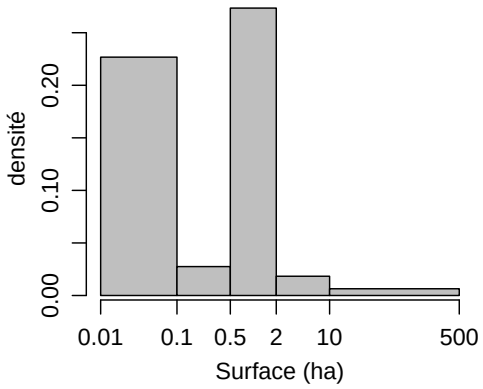

FIG. 6 –. Histogramme des tailles de parcelles. La surface d'un bâtonnet d'assise $[a,b]$ est égal à la proportion de parcelles ayant une surface comprise entre a et b. L'axe des abscisses est en coordonnées logarithmiques.

Cinq protocoles identifiés ont principalement été utilisés : quatre pour des parcelles, un pour les layons. En ce qui concerne les parcelles, le protocole du CIRAD-CTFT s'appuie sur des parcelles de 4–6 ha avec prise en compte de tous les arbres à partir de 10 cm de diamètre. Ce protocole n'a été mis en œuvre en Afrique centrale qu'à M'baïki, mais il a été appliqué ailleurs en Côte d'Ivoire (Maître, 1986), en Guyane française (Gourlet-Fleury et al., 2004), au Brésil (Higuchi et al., 1992) et en Indonésie (Bertault and Kadir, 1998).

Le protocole de Dallmeier (1992) est celui utilisé par le programme MAB du Smithsonian Institute (SI / MAB). Il repose sur des parcelles de 1 ha avec prise en compte de tous les arbres à partir de 10 cm de diamètre. Trente huit parcelles ont été installées en Afrique centrale selon ce protocole. De façon un peu surprenante, le CTFS, qui dépend également du Smithsonian Institute, utilise un protocole distinct, même s'il semblerait que le CTFS tende à rejoindre le protocole du SI / MAB dans ses dernières réalisations (Thomas and Chuyong, 2006). Le protocole du SI / CTFS est en l'occurrence celui de Condit et al. (1998). Il repose sur des parcelles de très grande taille (10–50 ha), avec un recensement de tous les arbres à partir de 1 cm de diamètre. Cinq parcelles ont été installées en Afrique centrale selon ce protocole.

Le protocole de Gentry (1992) est à l'opposé de celui de Condit et al. (1998) : il repose sur des parcelles de très petite taille (5 m $\times$ 200 m, soit 0,1 ha), dans lesquelles toutes les tiges à partir de 2,5 cm de diamètre sont recensées. Ce protocole a notamment été utilisé en Afrique centrale par Leal (2006) et Makana et al. (2006). C'est le protcole utilisé par le Missouri Botanical Garden.

Enfin, en ce qui concerne les layons, le protocole principal est celui défini par White and Edwards (2000), qui repose sur des layons longs de 5 km et larges de 5 m pour les arbres de diamètre $\geq$ 10 cm et de 50 m pour les arbres de diamètre $\geq$ 70 cm. Ce protocole a notamment été repris par ECOFAC (Lejoly et al., 1996; Lejoly, 2000).

Le diamètre minimum de recensement qui revient le plus souvent est 10 cm. Pour les grandes parcelles, ce diamètre est souvent relevé (typiquement à 30 ou 40 cm), l'exception notable étant les parcelles du CTFS où le diamètre minimum de recensement est de 1 cm. Dans certaines grandes parcelles, toutes les espèces ne sont pas recensées. Par exemple, sur la parcelle de 100 ha d'Eleme Ya Ngombe en RCA, seuls les espèces du genre *Entandrophragma* ont été recensées (Hall et al., 2004). Le relèvement du diamètre minimum de recensement et/ou le filtrage des espèces compense l'effort accru requis pour l'installation d'une parcelle de grande taille.

3.6 Mesures

Le type de mesures faites sur les parcelles permanentes s'avère assez semblable d'un dispositif à l'autre, sauf en ce qui concerne l'identification botanique. Dans tous les cas le diamètre des arbres a été mesuré et les tiges identifiées avec un numéro (peint sur le tronc ou imprimé sur une étiquette métallique clouée dans le tronc). La spatialisation des tiges est la règle pour les parcelles et les layons. Le suivi phénologique et la mesure du statut de l'arbre (dominant, co-dominant, dominé, code de Dawkins, etc.) sont effectués dans certains dispositifs et pas dans d'autres. Le suivi de la mortalité s'effectue de façon quasi-automatique dès qu'il y a re-mesure du dispositif. Les dispositifs pour lesquels le suivi de la mortalité n'est pas mentionné sont en fait des dispositifs récents, n'ayant pas encore fait l'objet d'une re-mesure (dispositifs permanents installés pour l'évaluation de la biodiversité, essentiellement). Il en est de même pour le recrutement, à cela près que les dispositifs de type sentier ne permettent pas de quantifier le recrutement.

L'identification botanique mérite une attention particulière. La quasi-totalité des dispositifs prétendent atteindre une détermination des espèces par leur nom scientifique, mais cela recouvre en fait des situations assez contrastées. Dans les parcelles installées à des fins d'évaluation de la biodiversité, l'effort réalisé pour la détermination botanique est assez considérable, avec dans certains cas prélèvement d'un specimen pour chaque arbre et constitution d'herbiers. C'est le cas par exemple pour les parcelles installées par le SI / MAB, où un grimpeur a même été utilisé pour aller chercher les feuilles de chaque arbre. Dans les parcelles installées à des fins d'aménagement, l'effort de détermination botanique est généralement plus restreint avec l'utilisation de noms pilotes dans un premier temps, et de tables de correspondance entre noms pilotes et noms scientifiques. Cette procédure peut être source d'erreurs de détermination pour les taxons les moins bien connus et ne résoud pas le problème de détermination lorsqu'un nom pilote englobe plusieurs espèces.

4 Discussion

4.1 Beaucoup de dispositifs mais peu de données de dynamique forestière

Le nombre de dispositifs permanents couvrant l'Afrique centrale peut paraître relativement élevé à première vue. Cet effectif cache en fait un certain nombre de lacunes. Tout d'abord, un grand nombre de ces dispositifs sont de petite (voire très petite) taille. Ces dispositifs de petite taille ont été installés pour étudier la biodiversité des forêts. Même si les standards des dispositifs perma-

nents (marquage, cartographie des arbres...) y ont été respectés, on voit mal comment ces dispositifs pourraient être exploités pour affiner les paramètres de la dynamique forestière nécessaires aux études d'aménagement. Sur ces dispositifs en effet, chaque espèce se trouve représentée par un petit nombre de tiges (souvent un seul individu), ce qui est rédhibitoire pour une estimation précise des caractéristiques démographiques des espèces.

Les dispositifs à vocation de conservation posent également le problème de leur représentativité, dans la mesure où leur emplacement est délibérément choisi dans des zones à fort degré de diversité spécifique et d'endémisme, qui ne sont souvent pas représentatives de la forêt commune. Qui plus est, ces dispositifs sont presque systématiquement installés dans des zones protégées (parc ou réserve) : l'impact de l'exploitation forestière ne pourra donc pas y être étudié, bien que ce point soit essentiel dans une perspective d'aménagement forestier.

En termes de distribution spatiale, les dispositifs sont répartis de façon hétérogène, avec une concentration de dispositifs en certains endroits et de grands vides ailleurs (notamment en RDC). La position des sites n'obéit pas à une logique de stratification en fonction de facteurs climatiques, édaphiques ou autres.

Enfin l'histoire des dispositifs permanents en Afrique centrale semble une histoire récente. Même en tenant compte du fait qu'il n'y a pas de mémoire des dispositifs anciens, les dispositifs aujourd'hui actifs ont pour la plupart moins de cinq ans et n'ont souvent pas encore fait l'objet d'une re-mesure. La conséquence immédiate est que la disponibilité en données de dynamique forestière est en réalité restreinte. Il est symptomatique, par exemple, que Eba'a Atyi (2000), pour construire un modèle matriciel de dynamique forestière pour le sud Cameroun, ait dû avoir recours à des données venant du Liberia ! Les principales données de dynamique forestière sont aujourd'hui celles produites par ECOFAC, celles du dispositif de M'baïki en RCA, auxquelles s'ajoutent les données issues d'études plus ponctuelles (à la Lopé au Gabon, notamment). Si on se focalise sur certaines essences, d'autres dispositifs présentent un intérêt, comme la parcelle d'Eleme Ya Ngombe en RCA pour les *Entandrophragma* ou les dispositifs d'Oyan au Gabon et de Ngouha 2 au Congo pour l'okoumé.

L'importance d'un protocole bien défini pour l'installation de parcelles permanentes ressort également de cette étude. L'existence d'un protocole identifié auquel on peut se référer garantit la construction d'un réseau de parcelles cohérent, permettant des comparaisons sans biais. La création d'un réseau de parcelles donne plus de visibilité et de poids à l'ensemble des parcelles que si elles étaient prises séparément. Les réseaux de dispositifs cohérents, se référant à un protocole identifié, qui ressortent de cette étude sont ceux mis en place par ECOFAC, par le programme MAB du Smithsonian Institute, et dans une moindre mesure par le CTFS. Le constat peut être fait que les organismes

de conservation ont de ce point de vue une démarche plus structurée que les exploitants et les administrations forestières (Oréade-Brèche, 2006).

4.2 Quel protocole ?

Depuis les méga-parcelles du CTFS (Condit et al., 1996, 2005) jursqu'au micro-parcelles de 1000 m^2 du Missouri Botanical Garden, il ne ressort pas de consensus sur la façon de mettre en place des dispositifs permanents. Selon Alder and Synnott (1992, § 3.3.1.5, p.23), les layons sont à proscrire en tant que dispositifs permanents, alors que pour Maître (1991, p.14) ils constituent au contraire les « dipositifs de recherche de seconde génération » devant succéder aux parcelles permanentes.

À ce stade, nous pouvons faire les remarques suivantes : les dispositifs de type layon sont *a priori* plus faciles à mettre en place dans la mesure ou leur délimitation est aisée, mais ces dispositifs interdisent des analyses comme les analyses spatiales ou le calcul d'indices de compétition dépendants des distances, à cause des effets de bordure. De plus ils posent la question du biais d'échantillonnage, dès lors que le layon suit des repères naturels (piste à éléphants, topographie...)

Les extrêmes de taille de parcelles ne semblent pas recommandés. Les parcelles trop petites impliquent un coût de délimitation trop important, dès lors qu'il faut les multiplier en un endroit donné pour atteindre un effectif suffisant par espèce. Les parcelles trop grandes ont un coût unitaire trop important. Relever le diamètre minimum de recensement ou filtrer les espèces dans ce cas n'est pas une solution si on s'intéresse à la dynamique globale du peuplement. La taille de référence qui semble ressortir pour les parcelles permanentes est du reste une taille intermédiaire de 1 ha.

La mise au point de protocoles de mise en place de dispositifs permanents continue de susciter des recherches. Par exemple Phillips et al. (2003*b*) ont comparé, à coût total constant, l'efficience des parcelles de 1 ha à celles des parcelles de 1000 m^2 de Gentry (1992) et sont arrivés à la conclusion que, du point de vue de l'estimation de la biodiversité, ces dernières sont plus efficientes. De nouvelles propositions de protocoles voient le jour. Ainsi Comiskey et al. (2003) ont combiné des parcelles de 1000 m^2 façon Gentry avec des parcelles permanentes de 1 ha. Senterre (2005*a*,*b*) a proposé un protocole basé sur un emboîtement de parcelles de différentes tailles fonction de la distribution en taille des individus recensés.

4.3 Ailleurs dans le monde

La diversité des dispositifs permanents que l'on trouve en Afrique centrale se retrouve ailleurs dans le monde. La plupart des protocoles utilisés en Afrique centrale ne sont du reste pas spécifique à cette partie du monde et ont été utilisés dans d'autres forêts tropicales. Le protocole du CIRAD-CTFT (Favrichon et al., 1997, 1998) a ainsi été utilisé en Afrique de l'ouest (Côte d'Ivoire, Maître, 1986), en Amazonie (Guyane française, Gourlet-Fleury et al., 2004 ; Brésil, Higuchi et al., 1992) et en Indonésie (Bertault and Kadir, 1998). Le CTFS du Smithsonian Institute gère un réseau de parcelles permanentes à l'échelle mondiale (Condit, 1995; Condit et al., 1996, 2005; Losos and Leigh, 2004), tandis que le protocole de Gentry (1992) mis en avant par le Missouri Botanical Garden a donné lieu également à la mise en place d'un réseau à l'échelle mondiale (Phillips and Miller, 2002).

Ailleurs en Afrique, un certain nombre de dipositifs existent. Outre les trois dispositifs de Côte d'Ivoire déjà mentionnés (Mopri, La Téné, Irobo ; Maître, 1986), des dispositifs significatifs ont été installés au Liberia (Parren and de Graaf, 1995), au Ghana (Swaine et al., 1987*a*; Alder, 1990), en Ouganda (Dawkins, 1958; Taylor et al., 1996), au Nigeria (Osho, 1991), etc. (Dawkins and Philip, 1998; Swaine et al., 1987*b*).

La nécessité de disposer de réseaux de dispositifs permanents à une échelle régionale, voire mondiale, se fait sentir lorsque l'on veut étudier des phénomènes se manifestant à cette échelle, tel que le changement climatique ou les relations entre dynamique et station. Ce type d'études se multiplie ces dernières années (Laurance et al., 2004; Lewis et al., 2004*a*,*b*; Malhi et al., 2004, 2006; Phillips and Gentry, 1994; Phillips and Sheil, 1997; Phillips et al., 1998, 2003*a*, 2004; Stephenson and van Mantgem, 2005), avec une sous-représentation de l'Afrique par rapport aux autres continents.

5 Conclusions

La mise en place de dispositifs permanents en Afrique centrale connaît une dynamique actuelle qu'il est intéressant d'accompagner, afin de s'assurer que ces dispositifs déboucheront effectivement sur des données fiables de dynamique forestière, qui font actuellement défaut. Si la stratégie de mise en place de dispositifs permanents est relativement claire du côté des organismes de conservation (choix des sites, protocoles de mise en place), on ne peut pas en dire autant du côté de l'aménagement forestier. Définir un protocole normalisé pour l'installation de dispositifs permanents dans le cadre de l'aménagement durable est d'autant plus important que cela assure la cohérence du réseau,

permet de faire des comparaisons sans biais, et donne plus de visibilité à l'ensemble.

En aval du protocole, un certain nombre de problèmes restent également à résoudre. Il y a des problèmes techniques, comme la gestion de la masse de données, qui peuvent être résolus par une formation adéquate du personnel impliqué. Il y a surtout la question de la pérennisation sur le long terme des dispositifs, qui prennent de plus en plus de valeur avec le temps. Cette question, intimement liée au financement des dispositifs permanents, est celle qui a été le plus souvent évoquée par les personnes interrogées. Trop souvent des dispositifs installés dans le cadre d'un projet de quelques années ne survivent pas à l'arrêt du financement du projet en question.

Enfin une question qui est un serpent de mer est celle de l'accès aux données issues des dispositifs permanents. Les données sont souvent perçues comme une composante stratégique contribuant à la sphère d'influence de celui qui les possède. Même lorsque la propriété par l'État des données récoltées sur son territoire est affirmée, les données ne sont pas toujours accessibles dans un format exploitable au niveau des administrations compétentes.

Remerciements

L'auteur tient à remercier vivement Mesdames et Messieurs Mathieu Auger-Schwartzenberg, Vincent Beligné, Bruno Bokoto de Semboli, Georges Claver Boundzanga, Alain Daumerie, Benoît Demarquez, Olivier Desmet, Maurice Diabangouya, Jean-Louis Doucet, Émilien Dubiez, Caroline Duhesme, Éric Forni, Jefferson Hall, Jacques Huleux, Félix Koubouana, Joël Loumeto, Constantin Lubini, José Madomi, Théodore Mbaro, Émile Mokoko, Robert Nasi, Crisantos Obama, Ingrid Parmentier, Alain Penelon, John Poulsen, Bruno Senterre, Bonaventure Sonké, Duncan Thomas, Jacqueline Van de Pol, Marc Vandenhaute et Lee White pour le temps qu'ils ont bien voulu consacrer au questionnaire et pour l'intérêt qu'ils ont porté à cette étude. Il tient à remercier Sylvie Gourlet-Fleury et Thierry Liabastre pour leur appui, entre autres pour la rédaction du questionnaire d'enquête et sa diffusion.

Références

Alder, D., 1990. GHAFOSIM: a projection system for natural forest growth and yield in Ghana. Manas LTD Systems Consultants and The Government of Ghana, Ministry of Lands and Natural Resources, Department of Forestry, Accra, Ghana. Consultancy report.

Alder, D., and Synnott, T.J., 1992. Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford, Oxford, UK. Tropical Forestry Papers 25.

Balinga, M., 2006. A vegetation assessment of the Waka national park, Gabon. Herbier National du Gabon, Limbe Botanic Garden, Missouri Botanical Garden, Wildlife Conservation Society, Forests Resources and People, Simthsonian Institution, Libreville, Gabon. CARPE Report. Available from `http://carpe.umd.edu/resources/Documents/`.

Balinga, M., Moses, S., and Fombod, E., 2006. A preliminary assessment of the vegetation of the Dzanga Sangha protected area complex, Central African Republic. WWF, Smithsonian Institution, Forest Resources and People, Bangui, République Centrafricaine. CARPE Report. Available from `http://carpe.umd.edu/resources/Documents/`.

Balinga, M.P.B., Issembe, Y.A., Sunderland, T.C.H., Nzabi, T., Obiang, D., and Nyangadouma, R., 2005. Quantitative vegetation assessment of the Monte Mitra forest using 1 hectare biodiversity plots (BDP's). *In* A biodiversity assessment of the Monte Mitra forest, Monte Alen National Park, Equatorial Guinea. *Edited by* T.C.H. Sunderland. Bata, Equatorial Guinea, pp. 57–69. Available from `http://carpe.umd.edu/resources/Documents/`.

Bayol, N., 2002. Étude de cas dŠaménagement forestier exemplaire en Afrique centrale : la concession forestière sous aménagement durable (CFAD) du Haut-Abanga, Gabon. Service de la mise en valeur des ressources forestières, Division des ressources forestières, FAO, Rome, Italie. Document de travail en aménagement forestier FM/15F.

Bedel, F., Durrieu de Madron, L., Dupuy, B., Favrichon, V., Maître, H.F., Bar-Hen, A., and Narboni, P. 1998. Dynamique de croissance dans les peuplements exploités et éclaircis de forêt dense africaine : dispositif de M'Baïki en République Centrafricaine (1982-1995). CIRAD-Forêt, Montpellier, France.

Bertault, J.G., and Kadir, K. (Editors), 1998. Silvicultural Research in a Lowland Mixed Dipterocarp Forest of East Kalimantan - The Contribution of STREK Project. CIRAD-Forêt, Montpellier, France and Ministry of Forestry Research and Development Agency (FORDA), Jakarta, Indonesia and P.T. Inhutani 1, Jakarta, Indonesia.

Bibani Mbarga, R., and Jonkers, W.B.J., 2001. Silvicultural monitoring in permanent sample plots in Ebom forest, Southern Cameroon. *In* Sustainable management of African rain forest. Part II: Symposium. *Edited by* W.B.J. Jonkers, B. Foahom, and P. Schmidt. Tropenbos International. Available from `www.tropenbos.org/files/cameroon/seminar/seminar-bibani.pdf`. Proceedings of the symposium conducted November 1999, in Kribi, Cameroon.

Bibani Mbarga, R., Jonkers, W.B.J., and Essama Etoundi, J., 1999. Phénologie de 86 essences productrices de bois d'œuvre de la forêt dense humide sempervirente du Sud-Cameroun – Résultats préliminaires. *In*

La gestion des forêts denses africaines aujourd'hui : actes du séminaire Forafri de Libreville, Gabon. *Edited by* R. Nasi, I. Amsallem, and S. Drouineau. CIRAD-Forêt, Montpellier, France, p. 16. Available from http://www.tropenbos.org/files/FORAFRI-bibani.pdf.

Buongiorno, J., and Gilless, J.K. 2003. Decision Methods for Forest Resource Management. Academic Press, Amsterdam, The Netherlands.

Comiskey, J.A., Sunderland, T.C.H., and Sunderland-Groves, J.L. (Editors), 2003. Takamanda: the biodiversity of an African rainforest, no. 8 in SI/MAB Series. Smithsonian Institution, Washington DC, USA. Available from http://nationalzoo.si.edu/ConservationAndScience/MAB/conservation/centralafrica/takamanda.cfm.

Condit, R. 1995. Research in large, long-term tropical forest plots. Trends in Ecology and Evolution **10**(1): 18–22.

Condit, R. 1998. Tropical Forest Census Plots: Methods and Results from Barro Colorado Island, Panama and a Comparison with Other Plots. Springer-Verlag, Berlin.

Condit, R., Ashton, P., Balslev, H., Brokaw, N., Bunyavejchewin, S., Chuyong, G., Co, L., Dattaraja, H.S., Davies, S., Esufali, S., Ewango, C.E.N., Foster, R., Gunatilleke, N., Gunatilleke, S., Hernandez, C., Hubbell, S., John, R., Kenfack, D., Kiratiprayoon, S., Hall, P., Hart, T., Itoh, A., LaFrankie, J.V., Liengola, I., Lagunzad, D., Loo de Lao, S., Losos, E., Magård, E., Makana, J., Manokaran, N., Navarrete, H., Mohammed Nur, S., Okhubo, T., Pérez, R., Samper, C., Hua Seng, L., Sukumar, R., Svenning, J.C., Tan, S., Thomas, D., Thompson, J., Vallejo, M.I., Villa Muñoz, G., Valencia, R., Yamakura, T., and Zimmerman, J.K. 2005. Tropical tree α-diversity: Results from a worldwide network of large plots. Biologiske Skrifter **55**: 565–582.

Condit, R., Hubbell, S.P., Lafrankie, J.V., Sukumar, R., Manokaran, N., Foster, R.B., and Ashton, P.S. 1996. Species-area and species-individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. Journal of Ecology **84**(4): 549–562.

Condit, R., Sukumar, R., Hubbell, S.P., and Foster, R.B. 1998. Predicting population trends from size distributions: a direct test in a tropical tree community. The American Naturalist **152**(4): 495–509.

Croisé, L., and Fabbri, B., 1991. Les tâches naturelles d'okoumé au Congo (massif du Chaillu), dispositif d'étude et évolution selon des interventions sylvicoles simples, résultats préliminaires. CIRAD-CTFT, Nogent-sur-Marne, France. Rapport technique.

Dallmeier, F. 1992. Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas. Methods for establishment and inventory of permanent plots. UNESCO, Paris.

Dawkins, H.C., 1958. The management of the natural tropical high forest with special reference to Uganda. University of Oxford, Imperial Forestry Institute, Oxford, UK. Institute Paper 34.

Dawkins, H.C., and Philip, M.S. 1998. Tropical Moist Forest Silviculture and Management: A History of Success and Failure. CAB International, Wallingford.

Doucet, J.L., 2003. L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon. Thèse de doctorat, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique.

Doucet, J.L., and Brugière, D., 1999. Étude de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon : méthode et implications pour la gestion forestière. *In* La gestion des forêts denses africaines aujourd'hui : actes du séminaire Forafri de Libreville, Gabon. *Edited by* R. Nasi, I. Amsallem, and S. Drouineau. CIRAD-Forêt, Montpellier, France, p. 16.

Durrieu de Madron, L., Forni, E., Karsenty, A., Loffeier, E., and Pierre, J.M. 1998. Le projet d'aménagement pilote intégré de Dimako, Cameroun, 1992-1996. CIRAD-Forêt, Montpellier, France.

Eba'a Atyi, R., 2000. TROPFOMS: a decision support model for sustainable management of South-Cameroon's rain forests. Ph.D. thesis, Wageningen University, Wageningen, the Netherlands. Also published as Tropenbos-Cameroon Series 2. The Tropenbos-Cameroon Programme, Kribi, Cameroon.

Estève, J., 2001. Étude sur le plan pratique d'aménagement des forêts naturelles de production tropicales africaines : application au cas de l'Afrique centrale. Premier volet : production forestière. ATIBT, Paris. Tech. Rep. Available from `http://www.atibt.com/pdf`.

FAO. 1992. Numéro spécial "Développment durable". Unasylva **169**.

Favrichon, V., Damio, T., Doumbia, F., Dupuy, B., Higuchi, N., Kokasi Kadir, K., Maître, H., Nguyen-Thé, N., Petrucci, Y., and Sist, P. 1997. Réaction de peuplements forestiers tropicaux à des interventions sylvicoles. Bois et Forêts des Tropiques **254**(4): 5–24.

Favrichon, V., Gourlet-Fleury, S., Dessard, H., and Bar-Hen, A. 1998. Parcelles permanentes de recherche en forêt dense tropicale humide. Éléments pour une méthodologie d'analyse de données. CIRAD, Montpellier, France.

Fuhr, M., 1999. Structure et dynamique de la forêt côtière du Gabon. Implications pour une succession secondaire dérivant de la forêt monodominante à okoumé (*Aucoumea klaineana* Pierre). Thèse de doctorat, Université Montpellier 2, Montpellier, France.

Fuhr, M., Delègue, A.M., Nasi, R., and Minkoué, J.M. 1998*a*. Dynamique et croissance de l'okoumé en zone côtière du Gabon. CIRAD-Forêt, Montpellier, France.

Fuhr, M., Nasi, R., and Delègue, A.M. 2001. Vegetation structure, floristic composition and growth characteristics of *Aucoumea klaineana* Pierre stands as influenced by stand age and thinning. Forest Ecology and Management **140**(2-3): 117–132.

Fuhr, M., Nasi, R., and Minkoué, J.M. 1998*b*. Les peuplements d'okoumés éclaircis au Gabon. Bois et Forêts des Tropiques **256**: 5–20.

Gentry, A.H. 1992. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. Oikos **63**: 19–28.

Gourlet-Fleury, S., Guehl, J.M., and Laroussinie, O. (Editors), 2004. Ecology and Management of a Neotropical Rainforest. Lessons Drawn from Paracou, a Long-Term Experimental Research Site in French Guiana. Elsevier, Paris.

Hall, J.S., 2003. The role of habitat specialization in the regeneration of *Entandrophragma spp.*: implications for the maintenance of species diversity and forest management in Central Africa. Ph.D. thesis, Yale University, New Haven, CT.

Hall, J.S., Harris, D.J., Medjibe, V., and Ashton, P.M.S. 2003. The effects of selective logging on forest structure and tree species composition in a Central African forest: implications for management of conservation areas. Forest Ecology and Management **183**(1-3): 249–264.

Hall, J.S., McKenna, J.J., Ashton, P.M.S., and Gregoire, T.G. 2004. Habitat characterizations underestimate the role of edaphic factors controlling the distribution of *Entandrophragma*. Ecology **85**(8): 2171–2183.

Higuchi, N., Veloso de Freitas, J., and Coïc, A., 1992. Experimental forest management on a sustainable yield basis at ZF2 (Manaus, Amazonas, Brazil). INPA-CPST, Manaus, Brazil. Tech. Rep.

Karsenty, A., 2006. L'impact des réformes dans le secteur forestier en Afrique Centrale. *In* Exploitation et gestion durable des forêts en Afrique Centrale. *Edited by* R. Nasi, J.C. Nguinguiri, and D. Ezzine de Blas. L'Harmattan, Paris, France, pp. 25–60.

Laurance, W.F., Oliveira, A.A., Laurance, S.G., Condit, R., Nascimento, H.E.M., Sanchez-Thorin, A.C., Lovejoy, T.E., Andrade, A., D'Angelo, S., Ribeiro, J.E., and Dick, C.W. 2004. Pervasive alteration of tree communities in undisturbed Amazonian forests. Nature **428**(6979): 171–175.

Leal, M.E., 2004. The African rain forest during the Last Glacial Maximum, an archipelago of forests in a sea of grass. Ph.D. thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.

Leal, M.E., 2005*a*. The biodiversity of Mont Mbilan: Preliminary results and observations. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO, USA. Tech. Rep.

Leal, M.E., 2005*b*. The biodiversity of NE Waka: Preliminary results and observations. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO, USA. Tech. Rep.

Leal, M.E., 2006. The biodiversity of Mont Kinguié: Preliminary results and observations. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO, USA. Tech. Rep.

Lejoly, J., 2000. Les recherches sur la biodiversité végétale dans les 6 sites du programme Ecofac entre 1997 et 2000. Groupement AGRECO-GEIE, Bruxelles, Belgique. Rapport final de synthèse, Programme conservation et utilisation rationnelle des écosystèmes forestiers en Afrique centrale (Ecofac), deuxième phase.

Lejoly, J., Sonké, B., and Van Essche, K., 1996. Utilisation de la méthode du transect en vue de lŠétude de la biodiversité dans la réserve de faune

du Dja (Cameroun). *In* The biodiversity of African plants. Proceedings of the XIVth AETFAT Congress, 22-27 August 1994, Wageningen, The Netherlands. *Edited by* L.J.G. van der Maesen, X.M. van der Burgt, and J.M. van Medenbach de Rooy. Kluwer Academic Publishing, pp. 150–154.

Lewis, S.L., Malhi, Y., and Phillips, O.L. 2004*a*. Fingerprinting the impacts of global change on tropical forests. Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B **359**(1443): 437–462.

Lewis, S.L., Phillips, O.L., Baker, T.R., Lloyd, J., Malhi, Y., Almeida, S., Higuchi, N., Laurance, W.F., Neill, D.A., Silva, J.N.M., Terborgh, J., Torres Lezama, A., Vásquez Martinez, R., Brown, S., Chave, J., Kuebler, C., Núñez Vargas, P., and Vinceti, B. 2004*b*. Concerted changes in tropical forest structure and dynamics: evidence from 50 South American long-term plots. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B **359**(1443): 421–436.

Losos, E.C., and Leigh, E.G.J. (Editors), 2004. Tropical Forest Diversity and Dynamism: Findings from a Large-Scale Plot Network. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.

Maître, H.F. 1986. Dynamique et production des peuplements naturels de forêt dense humide en Afrique. Bois et Forêts des Tropiques **213**: 3–12.

Maître, H.F., 1991. Recherches sur la dynamique des peuplements arborés en vue de définir une sylviculture assurant la conservation et la production durables de l'écosystème forestier tropical humide. CIRAD-CTFT, Nogent-sur-Marne, France. Rapport technique.

Makana, J.R., Hart, T.B., Ewango, C., Liengola, I., Hart, J.A., and Condit, R., 2004*a*. Ituri Forest Dynamics Plots, DRC. *In* Tropical Forest Diversity and Dynamism: Findings from a Large-Scale Network. *Edited by* E. Losos and E.J. Leigh. University of Chicago Press, Chicago, USA, pp. 492–505.

Makana, J.R., Hart, T.B., Hibbs, D.E., and Condit, R., 2004*b*. Forest structure and diversity in the Ituri Forest Dynamics Plots. *In* Tropical Forest Diversity and Dynamism: Findings from a Large-Scale Network. *Edited by* E. Losos and E.J. Leigh. University of Chicago Press, Chicago, USA, pp. 159–174.

Makana, J.R., Madidi, J., and Bikumbu, H., 2006. Pre-harvest forestry and botanical inventories in ENRA logging concession in the Ituri Forest Landscape, northeastern Congo Basin rainforest (Democratic Republic of Congo). Center for Tropical Forest Science and Wildlife Conservation Society. CARPE Report.

Makana, J.R., and Thomas, S.C. 2005. Effects of light gaps and litter removal on the seedling performance of six African timber species. Biotropica **37**(2): 227–237.

Makana, J.R., and Thomas, S.C. 2006. Impacts of selective logging and agricultural clearing on forest structure, floristic composition and diversity, and timber tree regeneration in the Ituri Forest, Democratic Republic of Congo. Biodiversity and Conservation **15**(4): 1375–1397.

Malhi, Y., Baker, T.R., Phillips, O.L., Almeida, S., Alvarez, E., Arroyo, L., Chave, J., Czimczik, C.I., Di Fiore, A., Higuchi, N., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Mercado Montoya, L.M., Monteagudo, A., Neill, D.A., Núñez Vargas, P., Patiño, S., Pitman, N.C.A., Quesada, C.A., Salomão, R., Silva, J.N.M., Torres Lezama, A., Vásquez Martínez, R., Terborgh, J., Vinceti, B., and Lloyd, J. 2004. The above-ground coarse wood productivity of 104 Neotropical forest plots. Global Change Biology **10**(5): 563–591.

Malhi, Y., Wood, D., Baker, T.R., Wright, J., Phillips, O.L., Cochrane, T., Meir, P., Chave, J., Almeida, S., Arroyo, L., Higuchi, N., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Monteagudo, A., Neill, D.A., Núñez Vargas, P., Pitman, N.C.A., Quesada, C.A., Salomão, R., Silva, J.N.M., Lezama, A.T., Terborgh, J., Vásquez Martínez, R., and Vinceti, B. 2006. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. Global Change Biology **12**(7): 1107–1138.

Nziengui, B., 1999. Croissance et mortalité des arbres en forêt tropicale humide. étude comparative à partir de deux transects botaniques dans deux sites de végétation à la réserve de faune de la Lopé (Gabon) : forêt mature, forêt à Marantaceae. Projet ECOFAC. Tech. Rep.

OAB-OIBT, 2003. Principes, critères et indicateurs OAB-OIBT de la gestion durable des forêts tropicales naturelles d'Afrique. Organisation africaine du bois (OAB), Libreville, Gabon et Organisation internationale des bois tropicaux (OIBT), Yokohama, Japon. Série Développement de politiques OIBT 14. Available from `http://www.itto.or.jp/live/Live_Server/155/ps14f.pdf`.

Oréade-Brèche, 2006. Étude bilan-évaluation du projet FFEM d'appui à l'aménagement forestier durable au Gabon. Ministère de l'Économie Forestière, des Eaux, de la Pêche, Chargé de l'Environnement et de la Protection de la Nature, Libreville, Gabon. Rapport final.

Osho, J.S.A. 1991. Matrix model for tree population projection in a tropical rain forest of south-western Nigeria. Ecological Modelling **59**(3-4): 247–255.

Parren, M.P.E., and de Graaf, N.R. 1995. The Quest for Natural Forest Management in Ghana, Côte d'Ivoire and Liberia. Tropenbos, Wageningen, The Netherlands.

Phillips, O., and Miller, J. 2002. Global Patterns of Plant Diversity: Alwyn H. Gentry's Forest Transect Data Set. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, Missouri, USA.

Phillips, O., and Sheil, D. 1997. Forest turnover, diversity and CO_2. Trends in Ecology and Evolution **12**(10): 404.

Phillips, O.L., Baker, T.R., Arroyo, L., Higuchi, N., Killeen, T.J., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Lloyd, J., Malhi, Y., Monteagudo, A., Neill, D.A., Núñez Vargas, P., Silva, J.N.M., Terborgh, J., Vásquez Martínez, R., Alexiades, M., Almeida, S., Brown, S., Chave, J., Comiskey, J.A., Czimczik, C.I., Di Fiore, A., Erwin, T., Kuebler, C., Laurance, S.G., Nascimento,

H.E.M., Olivier, J., Palacios, W., Patiño, S., Pitman, N.C.A., Quesada, C.A., Saldias, M., Lezama, A.T., and Vinceti, B. 2004. Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976-2001. Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B **359**(1443): 381–407.

Phillips, O.L., and Gentry, A.H. 1994. Increasing turnover through time in tropical forests. Science **263**: 954–958.

Phillips, O.L., Malhi, Y., Higuchi, N., Laurance, W.F., Núñez, P.V., Vásquez, R.M., Laurance, S.G., Ferreira, L.V., Stern, M., Brown, S., and Grace, J. 1998. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. Science **282**(5388): 439–442.

Phillips, O.L., Núñez Vargas, P., Monteagudo, A.L., Peña Cruz, A., Chuspe Zans, M.E., Galiano Sánchez, W., Yli-Halla, M., and Rose, S. 2003*a*. Habitat association among Amazonian tree species: a landscape-scale approach. Journal of Ecology **91**(5): 757–775.

Phillips, O.L., Vásquez Martínez, R., Núñez Vargas, P., Monteagudo, A.L., Chuspe Zans, M.E., Galiano Sánchez, W., Peña Cruz, A., Timaná, M., Yli-halla, M., and Rose, S. 2003*b*. Efficient plot-based floristic assessment of tropical forests. Journal of Tropical Ecology **19**(6): 629–645.

Reeth, V., 1998. Étude complémentaire de la biodiversité végétale du parc national de Monte Alén (Guinée équatoriale) (y compris inventaire du couloir vers Monte Mitra et quelques éléments sur la dynamique des ligneux). Rapport de la mission effectuée au parc national de Monte Alén de décembre 1997 à mars 1998. Agreco-CTFT, Bruxelles, Belgique. Rapport du projet Ecofac (Conservation et utilisation rationnelle des écosystèmes forestiers en Afrique Centrale).

Reitsma, J.M. 1988. Végétation forestière du Gabon. Tropenbos, Wageningen, The Netherlands.

Senterre, B. 2005*a*. Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale. Acta Botanica Gallica **152**(3): 409–419.

Senterre, B., 2005*b*. Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, Bruxelles, Belgique. Available from `http://www.ulb.ac.be/sciences/bota/composfr04.htm`.

Senterre, B., and Lejoly, J. 2001. Trees diversity in the Nsork rain forest (Rio Muni, Equatorial Guinea). Acta Botanica Gallica **148**(3): 227–235.

SGS Qualifor, 2005. Norme générique adaptée au contexte de la République du Congo. SGS Qualifor, Gestion forestière, Midrand, South Africa. Tech. Rep.

Songwe, N., Thomas, D., Chuyong, G., Kenfack, D., Losos, E., and Condit., R., in press. Korup forest dynamics plot, Cameroon. *In* Forest Diversity and Dynamism: Findings from a Network of Large-Scale Tropical Forest Plots. University of Chicago Press, Chicago, USA.

Sonké, B., 1998. Études floristiques et structurales des forêts de la réserve de faune du Dja (Cameroun). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique.

Sonké, B., 1999. Accroissement et mortalité des arbres en forêts denses tropicales : cas de la réserve de faune du Dja (Cameroun). *In* La gestion des forêts denses africaines aujourd'hui : actes du séminaire Forafri de Libreville, Gabon. *Edited by* R. Nasi, I. Amsallem, and S. Drouineau. CIRAD-Forêt, Montpellier, France, p. 21.

Stephenson, N.L., and van Mantgem, P.J. 2005. Forest turnover rates follow global and regional patterns of productivity. Ecology Letters **8**(5): 524–531.

Strayer, D., Glitzenstein, J.S., Jones, C.G., Kolasa, J., Likens, G.E., McDonnell, M.J., Parker, G.G., and Pickett, S.T.A., 1986. Longterm ecological studies: an illustrated account of their design, operation, and importance to ecology. Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York, USA. Occasional Publication 2. Available from `http://www.ecostudies.org/searchpubs.asp`.

Sunderland, T., and Balinga, M., 2005. Évaluation préliminaire de la végétation du parc national de noubalé-ndoki et de sa zone tampon, Congo. Herbier National du Gabon, Limbe Botanical & Zoological Gardens, Wildlife Conservation Society, Forests Resources and People, Smithsonian Institute, Brazzaville, Congo. CARPE Report.

Sunderland, T., Walters, G., and Issembe, Y., 2004. A preliminary vegetation assessment of the Mbé national park, Monts de Cristal, Gabon. Herbier National du Gabon, Limbe Botanical & Zoological Gardens, Missouri Botanical Garden, Forests Resources and People, Smithsonian National Zoological Park, Libreville, Gabon. CARPE Report.

Sunderland, T.C.H., Ros, C.J., Comiskey, J.A., and Njiamnshi, A., 1997. The vegetation of the Campo faunal reserve and Ejagham forest reserve, Cameroon. Smithsonian Institution, SI/MAB, Washington DC, USA. International Cooperative Biodiversity Group (ICBG), Associate Program I Report.

Swaine, M.D., Hall, J.B., and Alexander, I.J. 1987*a*. Tree population dynamics at Kade, Ghana (1968-1982). Journal of Tropical Ecology **3**: 331–345.

Swaine, M.D., Lieberman, D., and Putz, F.E. 1987*b*. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. Journal of Tropical Ecology **3**(4): 359–369.

Taylor, D.M., Hamilton, A.C., Whyatt, J.D., Mucunguzi, P., and Bukenya-Ziraba, R. 1996. Stand dynamics in Mpanga research forest reserve, Uganda, 1968-1993. Journal of Tropical Ecology **12**(4): 583–597.

Teillier, L., 1994. Le Centre Pilote d'Afforestation en Limba de N'Gouha 2, République du Congo. Synthèse des recherches forestières réalisées de 1981 à 1994. CIRAD-Forêt, Nogent-sur-Marne, France. Rapport technique.

TEREA, 2006. Gabonese scheme of forestry certification. Gabonese Association of the Pan African Forestry Certification System (PAFC-Gabon), Libre-

ville, Gabon. Tech. Rep. Available from http://www.pefc.org/internet/html/members_schemes/4_1120_59/5_1246_1118/5_1123_1386.htm.

Thomas, D., and Chuyong, G., 2006. The establishment of long-term forest monitoring plots in Southeast Cameroon. Center for Tropical Forest Science, Smithsonian Tropical Research Institute, Washington DC, USA. CARPE Report.

Thomas, D.W., Kenfack, D., Chuyong, G.B., Moses, S.N., Losos, E., Condit, R., and Songwe, N., 2003. Tree species of southwestern Cameroon: tree distribution maps, diameter tables, and species documentation of the 50-hectare Korup forest dynamics plot. Center for Tropical Forest Science of the Smithsonian Tropical Research Institute and Bioresources Development and Conservation Programme- Cameroon, Wasington DC, USA. Tech. Rep.

White, F. 1986. La végétation de l'Afrique. Orstom / Unesco, Paris, France.

White, L., and Edwards, A. 2000. Conservation Research in the African Rain Forests: A Technical Handbook. Wildlife Conservation Society, New York.

White, L.J.T., 1996. Étude de la végétation - Rapport final. AGRECO / CTFT, Libreville, Gabon. Projet ECOFAC - Composante Gabon.

Williamson, E.A., 1988. Behavioural ecology of western lowland gorillas in Gabon. Ph.D. thesis, University of Stirling, Stirling, Scotland.

Yalibanda, Y., 1998. Dynamique des ligneux dans la forêt de Ngotto (RCA). Agreco-GEIE, Bruxelles, Belgique. Rapport du projet Ecofac (Conservation et utilisation rationnelle des écosystèmes forestiers en Afrique Centrale).

Annexes

A Sites webs consultés pour la recherche bibliographique

- Agritrop : catalogue bibliographique du Cirad (http://loris-bdd.cirad.fr/loris/jsp/)
- CARPE — Programme régional pour l'environnement en Afrique centrale (http://carpe.umd.edu/)
- CIFOR — Center for International Forestry Research (http://www.cifor.cgiar.org/)
- CTFS — Center for Tropical Forest Science of the Smithsonian Tropical Research Institute (http://www.ctfs.si.edu/)
- ECOFAC : conservation et utilisation rationnelle des Écosystèmes Forestiers d'Afrique Centrale (http://www.ecofac.org/)
- FAO — organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (http://www.fao.org/publishing/index_fr.htm)
- FORAFRI : appui à la recherche forestière et à la valorisation des connaissances scientifiques (http://www.forafri.org/)

– Missouri Botanical Garden (http://www.mobot.org/)
– PEFAC : portail environnement et forêt en Afrique centrale du projet FORINFO (http://www.pefac.com/)
– Plein Textes : ressources documentaires en ligne de l'IRD (http://horizon.documentation.ird.fr/)
– RIDDAC — Réseau d'Information pour le Développement Durable en Afrique Centrale (http://www.riddac.org/)
– ScienceDirect : base de données bibliographiques en ligne (http://www.sciencedirect.com/)
– Smithsonian Institution: programme Monitoring and Assessment of Biodiversity — MAB (anciennement : Man and the Biosphere Program) (http://www.si.edu/simab)
– Tropenbos : catalogue des publications (http://www.tropenbos.org/)
– WCS — Wildlife Conservation Society : publications scientifiques (http://www.wcs.org/wcspubs/)
– WWF — World Wildlife Fund : catalogue des publications (http://www.panda.org/news_facts/publications/index.cfm)
– WRI — World Resources Institute : publications (http://www.wri.org/pubs/)

La recherche bibliographique dans les fonds documentaires et les catalogues a été réalisée à partir de combinaisons des mots-clés suivants (ainsi que leur traduction en anglais) : dispositif, expérimental, forestier, parcelle, placette, placeau, permanent(e), Afrique centrale, Cameroun, Congo, Gabon, Guinée Équatoriale, RCA, RDC, Zaïre.

B Questionnaire d'enquête

Remplir une fiche par site où des parcelles (ou des layons) ont été installées.

B.1 Identification de la structure responsable du site

Pays :

Organisme :

Nom du responsable ou de la personne ayant rempli le questionnaire :

Adresse e-mail du responsable :

B.2 Identification du site

(si possible joindre un plan avec localisation des parcelles ou des layons)

Nom du site :

Localisation (coordonnées géographiques ou/et distance à une ville voisine) :

Statut du site (concession forestière, aire protégée, autre...) :

Si concession forestière, identité du concessionnaire :

Gestionnaire du site :

Date(s) d'implantation des parcelles (ou des layons) :

Objectif poursuivi lors de l'implantation des parcelles ou des layons (impact de l'exploitation, suivi de la dynamique forestière, inventaire botanique, autre...) :

B.3 Caractéristiques des parcelles ou des layons

(si protocole[1] et/ou traitement différent[2] d'une parcelle à l'autre, ou d'un layon à l'autre, remplir une fiche par protocole ou traitement)

Nombre de parcelles ou de layons :

Si parcelle : forme des parcelles (carrée, rectangulaire, autre...) :

surface unitaire :

Si layon : longueur ou nombre d'arbres mesurés :

Description du traitement (si exploitation ou éclaircie, préciser diamètre minimum et effectif des arbres éliminés) :

Date d'exécution du traitement :

État initial du peuplement dans lequel les parcelles ont été mises en place :

1. Exemple : parcelles de taille différente, layons de taille différente, objectifs poursuivis différents
2. Exemple : exploitation bois d'œuvre, ou exploitation de produits forestiers non ligneux, ou parcelle protégée...

B.4 Descriptif du protocole de suivi des arbres

Utilisez-vous un protocole écrit comme référence ? Si oui, lequel :

Caractéristiques des arbres suivis (diamètre minimum, toutes espèces ou sélection d'espèces) :

Identification du statut des arbres : vivant ou mort (éventuellement type de mort : mort sur pied, mort par chablis) :

Pour les arbres morts, cause de la mort (exploitation, dégât d'exploitation, mort naturelle...) :

Pour les arbres vivants, mesures effectuées (circonférence, hauteur, taille du houppier, code de Dawkins, autre...) :

Identification des arbres recrutés :

Niveau de détermination botanique (noms vernaculaires ou commerciaux, noms latins) :

Si noms latins, estimation de la proportion d'arbres déterminés à l'espèce :

Spatialisation des arbres au sein des parcelles ou le long des layons (oui / non) :

Modalités de marquage des arbres (peinture sur le niveau de mesure, numéro de l'arbre à la peinture, numéro de l'arbre sur étiquette...) :

Stratégie de mesure quand présence de déformation(s) des troncs (contreforts, blessures, cannelures) : remontée de mesure ? Codification particulière ?

Dates des campagnes de mesure effectuées à ce jour :

B.5 Gestion des données

Mode de collecte des données sur le terrain (informatisé ou non) :

Si informatisé, avec quel matériel ?

Logiciel utilisé pour la gestion des données : tableur (Excel...), SGBD (Access...), SIG (ArcView...) :

Quel usage faites-vous de ces données :

B.6 Problèmes rencontrés

Dans la gestion du site :

Dans la gestion des données :

Dans l'utilisation des données :

Date et signature du responsable du questionnaire :