



RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DÉVELOPPEMENT DURABLE
DIRECTION DES INVENTAIRES ET AMÉNAGEMENT FORESTIERS (DIAF)



GUIDE OPÉRATIONNEL

Série : Plan d'Aménagement Forestier – N°2

Prévision et Planification des récoltes sur la série de production ligneuse

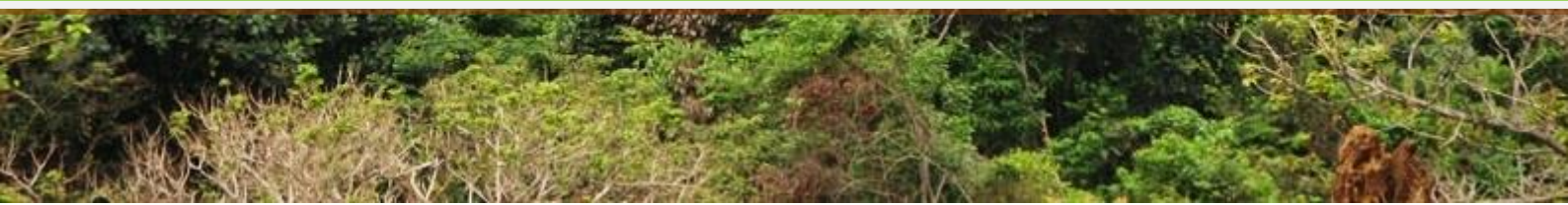


Table des matières

INTRODUCTION	3
1. RAPPEL DES PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENT DE LA SERIE DE PRODUCTION	4
2. PARAMÈTRES DE CALCUL DE LA POSSIBILITE	6
2.1. ACCROISSEMENTS ANNUELS MOYENS.....	6
2.2. MORTALITÉ NATURELLE.....	7
2.3. TAUX DE DÉGÂTS D'EXPLOITATION.....	7
3. FIXATION DES PARAMÈTRES D'AMÉNAGEMENT	8
3.1. ESSENCES INTERDITES D'EXPLOITATION.....	8
3.2. ESSENCES AMÉNAGÉES.....	8
3.2.1. <i>Liste des essences aménagées</i>	<i>8</i>
3.2.2. <i>Liste des essences retenues pour le calcul du découpage en BAQ</i>	<i>9</i>
3.3. LISTE DES ESSENCES NON AMÉNAGÉES.....	9
3.4. CHOIX DE LA DURÉE DE ROTATION	10
3.5. INDICE DE RECONSTITUTION ET FIXATION DES DIAMÈTRES MINIMA D'EXPLOITABILITÉ SOUS AMÉNAGEMENT (DMA)	10
4. MODELISATION DE LA DYNAMIQUE DES PEUPEMENTS	14
4.1. CHOIX DU MODÈLE.....	14
4.2. CALCUL DES INDICES DE RECONSTITUTION PAR ESSENCE	15
4.2.1. <i>Calcul avec la formule simplifiée.....</i>	<i>15</i>
4.2.2. <i>Calcul avec le modèle matriciel.....</i>	<i>16</i>
4.3. CALCUL DES INDICES DE RECONSTITUTION PAR GROUPE D'ESSENCES	18
5. CALCUL DE LA POSSIBILITE ANNUELLE DE COUPE	19
5.1. PRINCIPES DE CALCUL DE LA POSSIBILITÉ FORESTIÈRE	19
5.2. CALCUL DYNAMIQUE DE LA POSSIBILITÉ FORESTIÈRE	20
ANNEXES	23
ANNEXE 1. ILLUSTRATION DU CALCUL DE L'INDICE DE RECONSTITUTION PAR LA FORMULE SIMPLIFIÉE	24
ANNEXE 2. ILLUSTRATION D'UNE REMONTÉE DES DME ET FIXATION DES DMA	26
ANNEXE 3. MODÈLE MATRICIEL DE USHER UTILISÉ POUR LE CALCUL DE L'INDICE DE RECONSTITUTION	28
ANNEXE 4. ILLUSTRATION DU CALCUL DE L'INDICE DE RECONSTITUTION AVEC LE MODÈLE MATRICIEL.....	32
ANNEXE 5. EXEMPLE DE DÉVELOPPEMENT SOUS MS EXCEL DU MODÈLE MATRICIEL	37
ANNEXE 6. PRINCIPE DE CALCUL DE LA POSSIBILITÉ FORESTIÈRE	38



Liste des figures

Figure 1 : Processus d'aménagement de la série de production ligneuse d'une concession / SSA	5
Figure 2 : Décisions d'aménagement adaptées aux groupes d'essences définis par le Plan d'Aménagement	10
Figure 3 : Illustration simplifiée de la signification de l'indice de reconstitution (ATIBT, 2006).....	11
Figure 4 : Illustration des effectifs pris en compte dans le calcul de l'indice de reconstitution avec la formule simplifiée	16
Figure 5 : Illustration de la dynamique d'un peuplement avec le modèle matriciel	17
Figure 6 : Schématisation du calcul de la possibilité totale de la série de production	20
Figure 7 : Illustration du principe du calcul dynamique de la possibilité (pour une essence i donnée) en appliquant l'option simplifiée	22

Liste des tableaux

Tableau 1 : Modèle de tableau à respecter fixant la liste des essences interdites d'exploitation	8
Tableau 2 : Modèle de tableau à suivre présentant les indices de reconstitution par essence et par groupes d'essences aménagées en fonction du diamètre d'exploitation	12
Tableau 3 : Modèle de tableau à suivre présentant les indices de reconstitution par essence et par groupes d'essences aménagées en fonction du taux de prélèvement (uniquement dans le cadre du modèle matriciel)	12
Tableau 4 : Hypothèses de calcul selon modèle retenu	14



INTRODUCTION

Ce document est l'un des Guides Opérationnels décrivant les procédures techniques à mettre en œuvre dans le cadre de l'aménagement des forêts de production permanentes de la République Démocratique du Congo. Ce guide explique :

- Le mode de fixation des paramètres d'aménagement ;
- Les modèles de dynamique des peuplements forestiers à employer en aménagement ;
- Le mode de calcul de la possibilité forestière.

Le but est d'estimer le prélèvement possible sans entamer le capital et ce tout en maintenant les différentes fonctions de la forêt. Pour atteindre ce but, la dynamique des peuplements inventoriés est modélisée en fonction des interventions sylvicoles pratiquées (exploitation forestière notamment).

Les règles sylvicoles du Plan d'Aménagement sont fixées sur base de ces modélisations :

- Listes des essences « objectifs » (réparties en groupes d'essences) ;
- Durée de la rotation ;
- Diamètre Minimum d'Exploitabilité sous Aménagement (DMA) de chacune des essences aménagées.

D'autres mesures sylvicoles pourront être proposées pour répondre à des problématiques spécifiques :

- Restriction (ou autorisation) locale ou interdiction d'exploitation (par exemple pour une essence socialement importante ou faiblement représentée) ;
- Limitation des prélèvements pour une essence de manière à garantir une reconstitution suffisante ;
- Mesures en faveur de la régénération ;
- Mesures de protection de tiges d'avenir ou d'arbres semenciers.



1. RAPPEL DES PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENT DE LA SERIE DE PRODUCTION

Ces principes découlent des prescriptions fixées par la réglementation en vigueur en République Démocratique du Congo qui portent sur les procédures d'élaboration, d'approbation, et de mise en œuvre des plans d'aménagement des concessions forestières de production des bois d'œuvre de la République Démocratique du Congo :

1. La Possibilité Annuelle de Coupe (PAC) correspond à la possibilité forestière calculée à l'échelle d'une AAC. Il s'agit du volume maximum annuellement exploitable, tout en assurant une pérennité de la ressource ligneuse, tant en qualité qu'en quantité ;
2. **Les essences à inclure obligatoirement** dans le calcul de la **possibilité forestière** sont celles des **classes I, II et III** du **Guide Opérationnel portant sur la Liste des essences forestières de la République Démocratique du Congo** ;
3. **Les paramètres fixés pour l'aménagement de la série de production sont :**
 - Le choix des essences à aménager, réparties en groupes d'essences en fonction de leur potentiel commercial et industriel ;
 - La durée de la rotation, fixée à 25 ans minimum ;
 - La fixation des Diamètres Minima d'Exploitabilité sous Aménagement (DMA).

Ces paramètres sont fixés en fonction des indices de reconstitution des effectifs exploités ou exploitables (cf. § 4.2). Ces indices sont calculés sur la base d'hypothèses de dynamique forestière faisant intervenir :

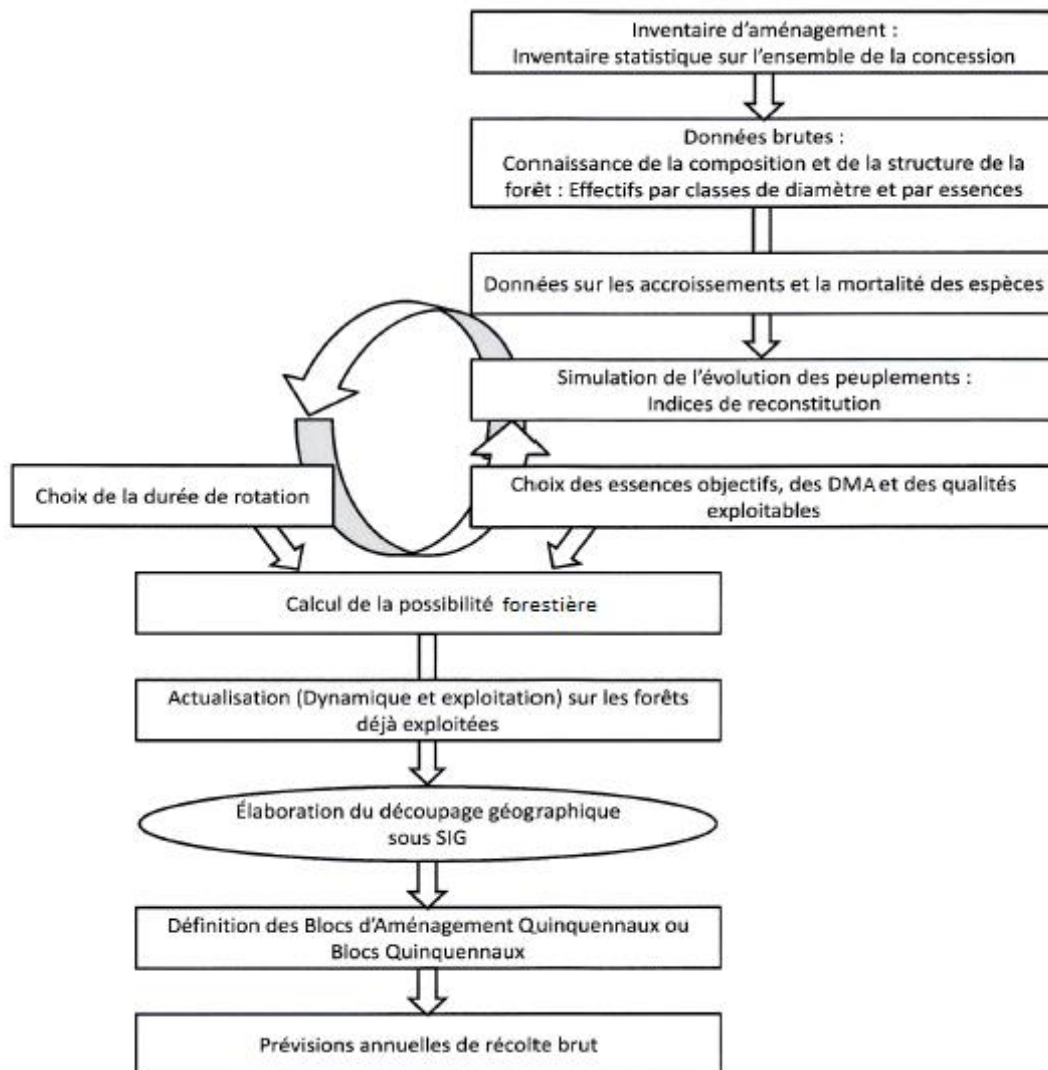
- Les accroissements en diamètre des essences ;
 - Le taux de mortalité naturelle ;
 - Les dégâts (mortalité) causés par les activités d'exploitation sur le peuplement résiduel.
4. **La rotation** est l'espace de temps (fixé à 25 ans minimum) entre deux passages en coupe prévus sur une même superficie au sein d'une forêt aménagée. Elle est calculée de manière à ce que les populations d'arbres exploitables aient suffisamment de temps pour se reconstituer. Elle peut être portée à plus de 25 ans tout en restant un multiple de 5.
 5. **Les accroissements en diamètre** utilisés par défaut par essence sont fixés dans le **Guide Opérationnel portant sur la Liste des essences forestières de la République Démocratique du Congo**. Toutefois, des accroissements différents peuvent être utilisés dans le Plan d'Aménagement Forestier s'ils sont justifiés par des résultats d'études régionales ou locales.
 6. **Le Diamètre Minimum d'Exploitabilité sous Aménagement (DMA)** des essences aménagées est le diamètre calculé et fixé dans le Plan d'Aménagement Forestier en dessous duquel une essence ne peut être abattue lors de la mise en œuvre du Plan d'Aménagement Forestier. En attendant des études approuvées par l'Administration Forestière, en aucun cas ce DMA ne peut être inférieur au Diamètre Minimum d'Exploitabilité (DME) fixé dans le **Guide Opérationnel portant sur la Liste des essences**



forestières de la République Démocratique du Congo. Les DMA doivent être fixés pour chaque essence de façon à ce que son indice de reconstitution réponde au minimum fixé au **§ 3.5.**

Le processus d'aménagement de la série de production ligneuse peut être illustré par la Figure suivante :

Figure 1 : Processus d'aménagement de la série de production ligneuse d'une concession / SSA



2. PARAMETRES DE CALCUL DE LA POSSIBILITE

Les données sur la dynamique des peuplements forestiers sont indispensables pour calculer les indices de reconstitution et pour estimer des prévisions de récolte à moyen terme. Les données de dynamique à utiliser sont :

- Les accroissements annuels moyens en diamètre des essences ;
- Le taux de mortalité naturelle ;
- Le taux de dégâts d'exploitation ;

Les paramètres de calcul pourront être tirés¹ des :

- Normes fixées par l'Administration Forestière ;
- Résultats obtenus par la recherche en Afrique Centrale ;
- Etudes réalisées dans le cadre de la préparation du Plan d'Aménagement Forestier de la concession / SSA.

2.1. Accroissements annuels moyens

Les études pouvant permettre d'obtenir des valeurs locales d'accroissement sont :

- Les études de cernes ;
- Les mesures d'accroissement diamétrique effectuées sur des placettes permanentes (mesures effectuées sur plusieurs années).

Les accroissements annuels moyens en application sont fixés par défaut dans le **Guide Opérationnel portant sur la Liste des essences forestières de la République Démocratique du Congo**.

Toutefois, des accroissements différents peuvent être utilisés s'ils sont justifiés. Notamment, pourront servir de référence : la synthèse bibliographique des résultats issus des dispositifs de recherche en Afrique Centrale (CIRAD, 2011²), les résultats issus du dispositif de Yangambi en RDC (Vangu-Lutete, 1974 pour l'Afromosia³) ou les résultats issus du dispositif implanté dans 3 concessions forestières de la Province du Bandundu (Menga Munkolo, 2011 pour le Wenge⁴).

¹ Les sources utilisées devront être citées

² PICARD N., GOURLET-FLEURY S., 2011. Optimisation des hypothèses et paramètres d'aménagement. Projet d'aménagement des petits permis forestiers gabonais (PAPPFG). Rapport technique de mission, avril-juin 2011 RT 1106 NP&SGF, CIRAD, Libreville, Gabon

³ Vangu-Lutete C., 1974. *Accroissement en circonférence de l'Afromosia elata Harms (Syn. Pericopsis elata Harms) dans une forêt naturelle de Yangambi*. Thèse de doctorat : Université Nationale du Zaïre (Yangambi, DRC).

⁴ Menga Munkolo P., 2011. *Ecologie des peuplements naturels de Millettia laurentii De Wild. (Wenge) dans la région du lac Mai-Ndombe, en RDC. Implication pour la gestion d'une espèce exploitée*. Thèse de doctorat en Ecologie forestière. Université de Kinshasa.



2.2. Mortalité naturelle

L'évaluation in situ de la mortalité naturelle sur des placettes permanentes est généralement longue et les données sont rarement disponibles lors de la préparation du Plan d'Aménagement Forestier.

Les références bibliographiques disponibles sur le sujet proviennent notamment du Gabon :

- Sur les placettes installées par J.M. REITSMA, le taux de mortalité naturelle sur une période de 2 ans a été de 1,2 à 1,3% ;
- Sur les placettes de la station de recherche de la M'passa (Makokou), A. HLADIK a calculé sur sept ans des mortalités de 0,92 et 1,15% ;
- Sur 2 transects à la Lopé, B. NZIENGUI et L. WHITE trouvent des mortalités de 1,84 et 1,32% / an sur 9 ans, pour l'ensemble des tiges. Cependant, l'Okoumé est moins touché par la mortalité naturelle (0,44 et 0,67%). Les essences couramment commercialisées abondantes dans l'échantillon ont également une mortalité faible et inférieure à 1%.

Il est généralement admis que le taux de mortalité annuelle en forêt dense équatoriale est voisin de 1%. Cela signifie que l'on considère que, pendant une année donnée, sur 100 tiges vivantes en début d'année, une tige meurt de façon naturelle. Cette valeur est celle qui a été adoptée pour la grande majorité des Plans d'Aménagement Forestier préparés ces dernières années en Afrique Centrale.

Le taux de mortalité naturelle, pour l'ensemble des essences et des classes de diamètre, à appliquer par défaut pour l'élaboration des Plans d'Aménagement Forestiers en RDC est de 1%.

2.3. Taux de dégâts d'exploitation

Les dégâts d'exploitation estiment la mortalité occasionnée par les différentes opérations forestières sur le peuplement résiduel après exploitation (l'ouverture de routes et parcs à grumes venant en tête).

Ils sont variables en fonction des classes de diamètre, les petits arbres subissant plus de dégâts lors de l'exploitation que les grands. Selon les études réalisées dans certains pays de la sous région, ces dégâts sont évalués à un taux variant de 7 à 10% de mortalité parmi les tiges du peuplement résiduel (synthèse faite par le projet API de Dimako).

En l'absence de données de la recherche dans ce domaine, le taux de dégâts d'exploitation à appliquer par défaut pour l'élaboration des Plans d'Aménagement Forestiers en RDC est fixé par défaut à 7%.

La pertinence de ce choix peut se justifier en employant un abaque modélisant l'évolution du taux de dégât en fonction de la densité de tiges exploitées (Durrieu de Madron, 2010⁵).

⁵ Durrieu de Madron L. et al., 2000. Dégâts d'exploitation et de débardage en fonction de l'intensité d'exploitation en forêt dense humide d'Afrique centrale. Bois et forêts des tropiques n°264.



3. FIXATION DES PARAMETRES D'AMENAGEMENT

3.1. Essences interdites d'exploitation

Sont exclues de l'exploitation (essences interdites d'exploitation) sur la période de mise en œuvre du Plan d'Aménagement Forestier :

- Les essences à protéger selon la réglementation en vigueur en RDC et qui feront l'objet des prescriptions particulières dans le Plan d'Aménagement Forestier ;
- Toutes les essences dont la densité sur la série de production ligneuse est inférieure à 0,020 tige à l'hectare pour les tiges de plus de 10 cm de DHP (soit moins de 2 tiges pour 100 ha).

La liste des essences interdites d'exploitation sur la concession / SSA sera présentée dans un tableau synthèse.

Tableau 1 : Modèle de tableau à respecter fixant la liste des essences interdites d'exploitation

Essences	Noms scientifiques	Densité (tiges/ha) Tiges ≥ 10 cm
Moabi	<i>Baillonella toxisperma</i>	0,004
Doussié pachyloba	<i>Afzelia pachyloba</i>	0,001
Doussié bipindensis	<i>Afzelia bipindensis</i>	0,013
Makoré	<i>Tieghemella heckelii</i>	0,008

3.2. Essences aménagées

3.2.1. Liste des essences aménagées

Toute essence sur laquelle porte une décision d'aménagement est une essence aménagée. Cette liste est constituée de toutes les essences susceptibles d'être exploitées sur la durée de la rotation. Elle doit être suffisamment large pour garantir la diversification de la production et une meilleure utilisation de la forêt.

L'ensemble des essences appartenant aux **classes I, II et III**, hors essences interdites d'exploitation (cf. §. 3.1) du **Guide Opérationnel portant sur la Liste des essences forestières de la République Démocratique du Congo** doivent obligatoirement être aménagées.

Les essences aménagées seront réparties en plusieurs groupes, en fonction de leur intérêt industriel et commercial connu à plus ou moins long terme. La composition de ces groupes d'essences est laissée à l'appréciation du concessionnaire.

A titre indicatif, les essences aménagées pourraient se répartir de la manière suivante :

- Groupe 1 : Essences couramment exploitées ;
- Groupe 2 : Essences valorisables à court terme ;
- Groupe 3 : Essences valorisables à long terme.



Les essences qui ne seraient pas retenues dans la liste des essences aménagées (cf. § 3.3) pourront être intégrées à cette liste au cours de la mise en œuvre du Plan d'Aménagement Forestier, après validation de l'Administration Forestière. Au préalable, leurs paramètres d'aménagement devront être fixés de façon à répondre aux objectifs de reconstitution.

3.2.2. Liste des essences retenues pour le calcul du découpage en BAQ

Le calcul de la possibilité doit porter sur l'ensemble des essences aménagées.

Néanmoins, parmi ces essences, un groupe plus restreint sera défini pour le découpage en Blocs d'Aménagement Quinquennaux (BAQ) équivolumés. Ce groupe restreint sera constitué **au minimum** par :

- Les essences couramment exploitées définies par le concessionnaire (cf. § 3.2.1) ;
- Les essences de la **classe I** du **Guide Opérationnel portant sur la Liste des essences forestières de la République Démocratique du Congo**.

Ce principe permet de garantir au concessionnaire une récolte régulière et équilibrée dans le temps en s'appuyant sur des volumes réellement mobilisables tout en garantissant la pérennisation des peuplements forestiers.

La **Figure 2** illustre les décisions d'aménagement à adapter en fonction de chaque groupe d'essences.

3.3. Liste des essences non aménagées

Ce groupe sera constitué par l'ensemble des essences qui ne seront pas retenues dans la liste des essences aménagées et interdites d'exploitation.

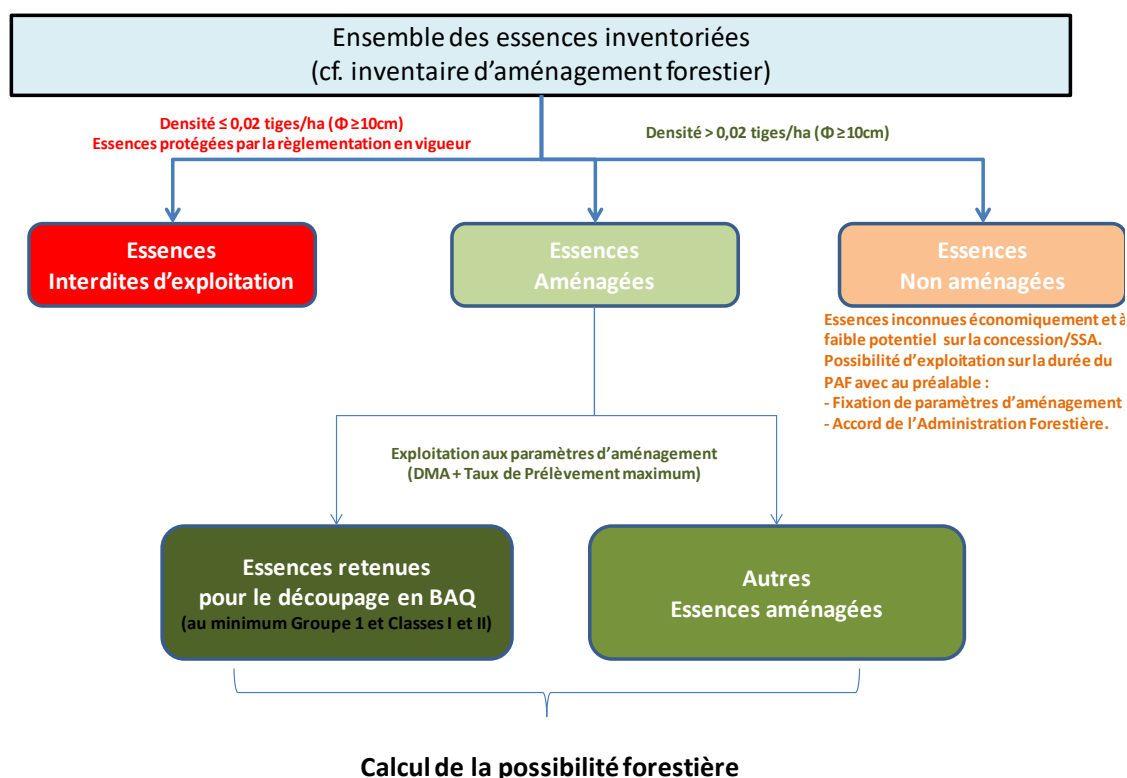
Il s'agira d'essences inconnues d'un point de vue économique / commercial et présentant un faible potentiel de production sur la concession / SSA.

Ces essences pourront toutefois faire l'objet d'une valorisation au cours de la mise en œuvre du Plan d'Aménagement Forestier. Elles seront alors intégrées à la liste des essences aménagées (cf. § 3.2) après :

1. Fixation de leur paramètre d'aménagement (DMA et Taux de prélèvement maximum) de façon à répondre aux objectifs de reconstitution ;
2. Et validation de l'Administration Forestière (Direction des Inventaires et Aménagement Forestiers).



Figure 2 : Décisions d'aménagement adaptées aux groupes d'essences définis par le Plan d'Aménagement



3.4. Choix de la durée de rotation

La rotation minimale est fixée à 25 ans. Elle peut être portée à plus de 25 ans tout en respectant un multiple de 5. La durée de rotation choisie, combinée aux autres paramètres d'aménagement, doit permettre d'atteindre un niveau de reconstitution conforme aux exigences réglementaires (cf. § 3.5).

L'augmentation de la durée de rotation diminue certes les surfaces passant annuellement en production mais pourrait permettre de limiter les contraintes en terme d'exploitation d'une essence (DMA et taux de prélèvement).

Seul le concessionnaire, compte tenu de sa stratégie économique, sera à même de juger du meilleur scénario d'aménagement à retenir. Le choix de la durée de rotation retenue devra être justifié.

3.5. Indice de reconstitution et Fixation des Diamètres Minima d'Exploitabilité sous Aménagement (DMA)

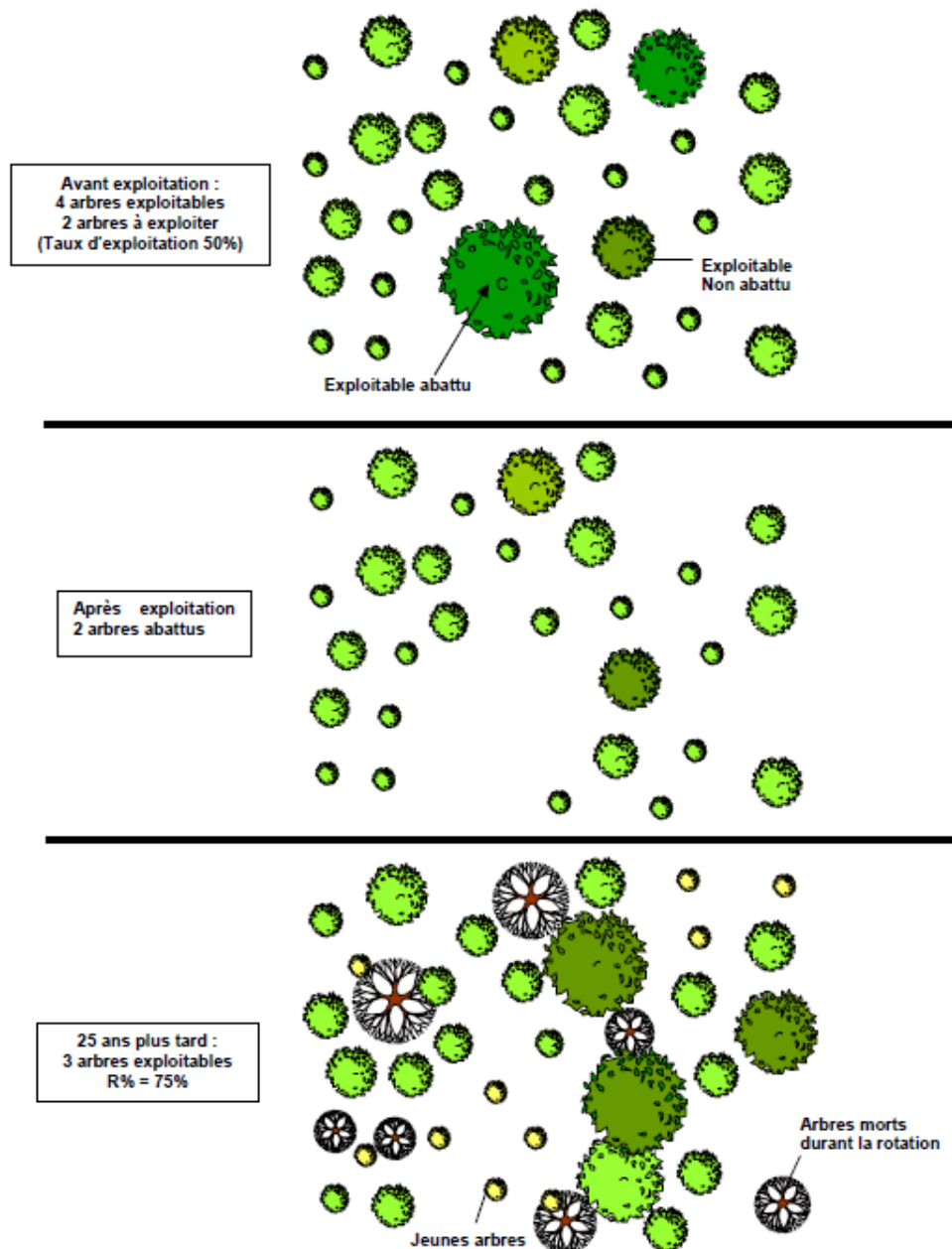
Pour assurer une gestion durable du peuplement exploité, il est indispensable de s'assurer d'une reconstitution satisfaisante de la forêt. La reconstitution des peuplements forestiers et de leur potentiel exploitable est appréciée, par essence et groupes d'essences aménagées, par l'**indice de reconstitution**. Cet indice, parfois couplé à d'autres paramètres (structure diamétrique,



écologie de l'espèce...) détermine le diamètre à partir duquel son prélèvement maintient un nombre de pieds suffisant pour les récoltes futures.

La figure suivante illustre, de manière simplifiée, ce que représente la signification de l'indice de reconstitution.

Figure 3 : Illustration simplifiée de la signification de l'indice de reconstitution (ATIBT, 2006⁶)



⁶ ATIBT, 2006. Module 10. Principe d'établissement d'un plan d'aménagement. Module réalisé par FRM, avec la participation financière du FFEM et la collaboration du CIRAD, Nature+, ENEF, ONFi et TERA.



Les indices de reconstitution seront calculés conformément au § 4.2 et présentés dans le Plan d'Aménagement Forestier (cf. Tableau ci-dessous) par essence et par groupe d'essences aménagées, sur la durée de rotation retenue, au DMA et taux de prélèvement maximum fixés (uniquement dans le cas où l'aménagiste opte pour l'emploi d'un modèle matriciel).

Tableau 2 : Modèle de tableau à suivre présentant les indices de reconstitution par essence et par groupes d'essences aménagées en fonction du diamètre d'exploitation

Essences	DME (cm)	Taux Prélèv.	Classe de diamètre (cm)								DMA retenu (cm)
			50	60	70	80	90	100	110	120	
Groupe 1 : « XXX »											
Essence i			XX%								
...											
Indice de reconstitution du Groupe 1, au DMA retenu et le taux de prélèvement estimé											XX%
Groupe 2 : « XXX »											
Essence i											
...											
Indice de reconstitution du Groupe 2, au DMA retenu et le taux de prélèvement estimé											XX%
...											

Tableau 3 : Modèle de tableau à suivre présentant les indices de reconstitution par essence et par groupes d'essences aménagées en fonction du taux de prélèvement (uniquement dans le cadre du modèle matriciel)

Essences	DMA (cm)	Taux Prélèv.	Taux de prélèvement (%)								Taux Prélèv. maximum
			100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	
Groupe 1 : « XXX »											
Essence i			XX%								
...											
Indice de reconstitution du Groupe 1, au DMA et en application du taux de prélèvement maximum par essence											XX%
Groupe 2 : « XXX »											
Essence i											
...											
Indice de reconstitution du Groupe 2, au DMA et en application du taux de prélèvement maximum par essence											XX%



Essences	DMA (cm)	Taux Prélèv.	Taux de prélèvement (%)							Taux Prélèv. maximum	
			100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%		30%
...											

Cette forme de présentation des résultats permet de visualiser l'évolution des valeurs de l'indice de reconstitution en fonction du diamètre d'exploitation et du taux de prélèvement maximum fixé.

L'indice de reconstitution minimal à atteindre obligatoirement⁷, pour la durée de rotation, le DMA et le taux de prélèvement maximum (uniquement dans le cadre du modèle matriciel) fixés, est de :

- **30% pour chaque essence aménagée prise individuellement⁸ ;**
- **50% pour chaque groupe d'essences aménagées.**

⁷ Conformément à l'article 15 de l'Arrêté n°034/CAB/MIN/EDD/03/03/BLN/2015 du 03/07/2015

⁸ Dans le cadre de l'Avis de Commerce Non Préjudiciable (ACNP) pour les quotas d'exportation d'Afrormosia, les concessionnaires désireux de mettre en exportation leur production de cette essence (ou une partie de leur production) devront respecter les règles mises en place pour la reconstitution de cette essence.



4. MODELISATION DE LA DYNAMIQUE DES PEUPLEMENTS

La modélisation de la dynamique des peuplements forestiers permet d'établir des simulations de l'évolution prévisible de ces derniers en réaction à une mise en exploitation. Dans le cadre de l'aménagement de la série de production ligneuse, cette modélisation est utilisée à deux niveaux :

- Dans le calcul de l'indice de reconstitution, pour estimer le potentiel exploitable reconstitué à l'issue de la rotation ;

Dans le calcul de la possibilité forestière des peuplements ayant été récemment perturbés par une exploitation forestière, pour estimer l'évolution des volumes initialement inventoriés entre l'année d'exploitation et le passage en coupe programmé par le Plan d'Aménagement Forestier.

4.1. Choix du modèle

Deux modèles peuvent être employés pour calculer les indices de reconstitution d'une essence :

- Une formule simplifiée de calcul de l'indice de reconstitution, avec retrait de toutes les tiges de DME + 40 cm. Ce retrait des plus grosses tiges n'est possible qu'en première rotation, c'est-à-dire avant que la concession / SSA n'ait été entièrement parcourue en exploitation ;
- Un modèle matriciel tenant compte du niveau de prélèvement.

Le choix entre les deux modèles est laissé à l'appréciation de l'aménagiste. Cependant, il n'est pas possible de cumuler les 2 hypothèses de calcul, chacune étant inhérente au modèle retenu (cf. illustration par le Tableau suivant).

Tableau 4 : Hypothèses de calcul selon modèle retenu

Choix du modèle	Choix des hypothèses de calcul		Remontée maximale des DME
	Retrait des tiges de DME+40 cm	Prise en compte du taux de prélèvement	
Formule simplifiée (1 ^{ère} rotation)	Obligatoire	Interdit	DME+30cm
Formule simplifiée (2 ^{ème} rotation)	Interdit	Possible	Pas de restriction
Modèle matriciel (toute rotation)	Interdit	Possible	Pas de restriction

Avec la formule simplifiée, si une essence ne se reconstitue pas suffisamment même en remontant son DME de 3 classes de diamètre alors une analyse complémentaire devra être menée (examen de la structure diamétrique, densité...) pour estimer si elle peut être exploitée



ou interdite d'exploitation. Si l'essence est autorisée à l'exploitation, son DMA sera fixé à une valeur maximale de DME + 30 cm.

4.2. Calcul des indices de reconstitution par essence

L'indice de reconstitution est le rapport entre les effectifs exploités ou exploitables (selon le modèle choisi) en deuxième exploitation et ceux exploités ou exploitables (selon le modèle choisi) en première exploitation. Dans ce cas, l'hypothèse est faite qu'une première exploitation a lieu immédiatement après l'inventaire d'aménagement.

Les indices de reconstitution obtenus ne chiffrent pas la reconstitution réelle entre la dernière exploitation et la prochaine, mais permettent d'apprécier le renouvellement de la ressource entre une exploitation qui a lieu à la date de l'inventaire d'aménagement et une exploitation effectuée une rotation plus tard (cf. **Figure 4**).

Le calcul de l'indice de reconstitution se base sur les résultats de l'inventaire d'aménagement (distribution des effectifs par classe de diamètre et par essence de la série de production ligneuse) et sur une modélisation de l'évolution des peuplements forestiers.

Pour chaque essence aménagée, l'indice de reconstitution minimal à atteindre est de 30 %

4.2.1. Calcul avec la formule simplifiée

Dans ce cas, l'indice de reconstitution est le rapport entre les effectifs exploités en deuxième exploitation et ceux, de diamètre inférieur à DME+40 cm, exploités en première exploitation.

La formule à appliquer pour le calcul des indices de reconstitution est inspirée de la formule dite « API-Dimako » (Durrieu de Madron et al, 1997⁹) et se présente sous la forme suivante :

$$\% \text{ Re} = \frac{[N_o.(1 - \Delta)].(1 - \alpha)^T}{N_p} . 100$$

- %Re : indice de reconstitution du nombre de tiges initialement exploitées ;
- No : effectifs des classes de diamètre en dessous du DMA qui auront un DHP supérieur au DMA après une rotation. Le diamètre inférieur (Di) des arbres à considérer est calculé comme suit :

$$D_i = DME - (T \times AAM)$$

AAM étant l'accroissement annuel moyen adopté pour l'essence considérée. Pour calculer ces effectifs, on tient compte du fait que les arbres sont uniformément répartis dans les classes de diamètre d'amplitude 10 cm. Soit Di coïncide avec la borne d'une classe de diamètre, auquel cas tous les effectifs de la classe sont pris en compte, soit Di ne coïncide pas avec une borne, auquel cas il faut évaluer la part des effectifs concernés au prorata de l'intervalle entre Di et le diamètre supérieur de la classe (cf. exemple donné en **Annexe 1**).

⁹ Durrieu de Madron L, Forni E., 1997. Aménagement forestier dans l'Est du Cameroun. Bois et Forêts des Tropiques n° 254.

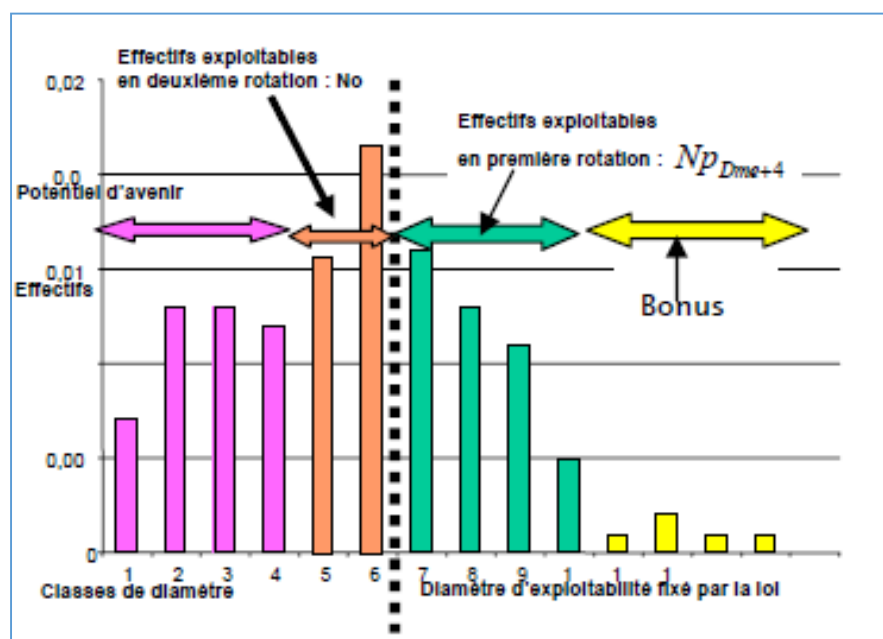


- N_p : effectif total des tiges comprises entre le DME et le DME+40 cm ;
- α : taux de mortalité ;
- Δ : taux de dégâts dû à l'exploitation ;
- T : rotation.

Les calculs sont effectués pour diverses options de valeur de DMA et de durée de rotation jusqu'à atteindre le niveau de reconstitution minimal réglementaire par essence et par groupe d'essence aménagées (cf. § 3.5).

L'Annexe 1 illustre le calcul de l'indice de reconstitution au DME par la formule simplifiée tandis que l'Annexe 2 illustre le mécanisme de remontée des DME et la fixation des DMA.

Figure 4 : Illustration des effectifs pris en compte dans le calcul de l'indice de reconstitution avec la formule simplifiée



4.2.2. Calcul avec le modèle matriciel

La simulation de la dynamique forestière peut aussi être décrite par un modèle matriciel de Usher appliqué par pas de temps de 5 ans. L'avantage de ce modèle, quoique plus complexe d'utilisation, est d'offrir plus d'options de modélisation de la dynamique, notamment par la prise en compte d'accroissements différenciés selon la classe de diamètre.

Les principes de calcul diffèrent de ceux de la formule simplifiée dans la mesure où :

- L'ensemble des classes de diamètre sont pris en compte dans le calcul de l'indice de reconstitution ;
- La modélisation des effectifs exploités après une rotation introduit un paramètre supplémentaire, à savoir le taux de prélèvement, pour tenir compte du fait que l'ensemble de tiges exploitables ne sera pas systématiquement prélevé.



L'estimation des taux de prélèvement peut s'appuyer sur les qualités des tiges inventoriées lors de l'inventaire d'aménagement.

Afin de garantir une reconstitution satisfaisante, le taux de prélèvement d'une essence pourra être plafonné (taux de prélèvement maximum fixé par le Plan d'Aménagement).

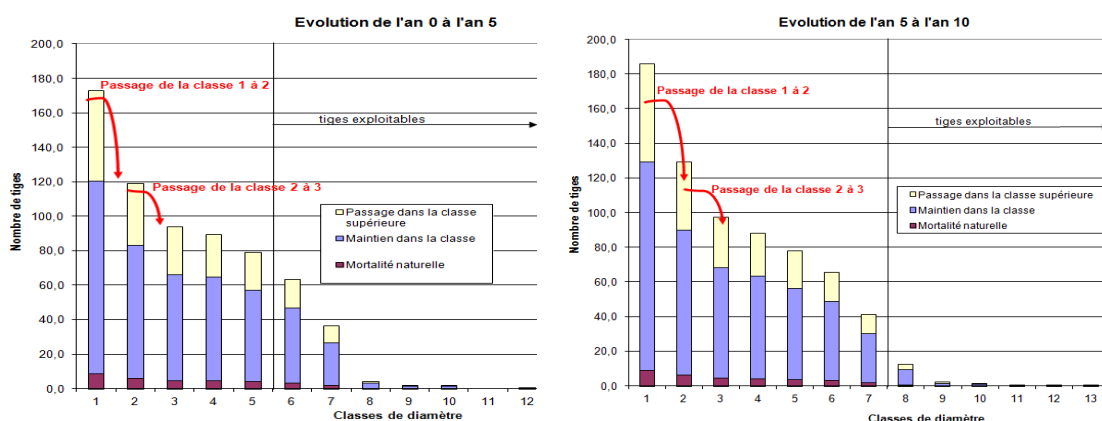
L'Annexe 3 détaille le modèle matriciel, intégrant les matrices suivantes :

- Matrice N(0) du peuplement à l'année 0 : matrice linéaire contenant les effectifs inventoriés par classe de diamètre ;
- Matrice D de modélisation de l'exploitation tenant compte du prélèvement et des dégâts d'exploitation ;
- Matrice P donnant les probabilités qu'un arbre présent dans la classe i à l'année t et restant en vie se retrouve dans la classe j à l'année t+5. Elle est déduite des valeurs d'accroissements par classes de diamètre ;
- Matrice S de survie, contenant la probabilité qu'un arbre présent dans la classe i l'année t soit toujours en vie l'année t+5. Elle est déduite des taux de mortalité.

La matrice de la population 5 ans après l'exploitation est : $N(5) = N(0) \times D \times S \times P$.

L'Annexe 4 illustre un exemple de calcul de l'indice de reconstitution avec ce modèle matriciel de Usher et **L'Annexe 5** illustre un exemple de développement sous MS Excel du modèle matriciel.

Figure 5 : Illustration de la dynamique d'un peuplement avec le modèle matriciel



Dans le cas où une essence n'atteint pas le minimum requis de 30% d'indice de reconstitution, la fixation de ses paramètres d'aménagement se fera :

1. Par la fixation d'un DMA issu de l'augmentation de son DME d'au moins une classe de diamètre ;
2. Par la fixation d'un taux de prélèvement maximum.



4.3. Calcul des indices de reconstitution par groupe d'essences

L'indice de reconstitution d'un groupe d'essences est obtenu en calculant la moyenne pondérée des taux de reconstitution de chaque essence composant le groupe (indices de reconstitution obtenus après application des paramètres d'aménagement).

La formule à appliquer pour le calcul des indices de reconstitution par groupe d'essences aménagées se présente sous la forme suivante :

$$\%R_{pop} = \frac{\sum_i \%R_i N_{oi}}{\sum_i N_{oi}}$$

Avec :

%R_{pop} : indice de reconstitution d'un groupe d'essences aménagées

%R_i : indice de reconstitution de l'essence i composant le groupe d'essences aménagées

N_{oi} : effectif initial des tiges exploitable de l'essence i composant le groupe d'essences aménagées

Pour chaque groupe d'essences aménagées, l'indice de reconstitution minimal à atteindre est de 50 %.

Dans le cas où un groupe d'essences aménagées n'atteint pas le minimum requis de 50% d'indice de reconstitution, les paramètres d'aménagement du ou des essences composant ce groupe dont les indices de reconstitution sont les plus faibles devront être revus (augmentation du DMA et/ou réduction du prélèvement) de façon à atteindre ce minimum requis.



5. CALCUL DE LA POSSIBILITE ANNUELLE DE COUPE

5.1. Principes de calcul de la possibilité forestière

La possibilité forestière est le volume brut exploitable au dessus du DMA des essences aménagées sur l'ensemble de la série de production ligneuse. La Possibilité Annuelle de Coupe (PAC) est l'équivalent, calculé à l'échelle d'une AAC.

Le calcul de la PAC se base sur la table des stocks (volume par hectare) par essence aménagée et par classe de diamètre. Pour se faire, les volumes de tous les arbres de diamètre inférieur au DMA retenu seront retirés.

Le calcul des possibilités découle directement des paramètres d'aménagement qui sont fixés, en l'occurrence DMA et taux de prélèvement maximum (si celui a été plafonné dans le cas de l'utilisation du modèle matriciel pour le calcul de l'indice de reconstitution).

En fonction de l'historique d'exploitation, trois cas de figure peuvent se présenter :

- Cas n°1 : superficies non parcourues par l'exploitation avant le passage en coupe programmé par le plan d'aménagement. Les possibilités sont directement données par compilation des données d'inventaire d'aménagement. En effet, on considère que les peuplements sont stables entre le moment de leur passage en inventaire et celui de leur mise en exploitation ;
- Cas n°2 : superficies parcourues par l'exploitation après le passage de l'inventaire d'aménagement. Le calcul des possibilités doit tenir compte des effectifs abattus (tiges exploitées et tiges détruites en cours d'exploitation) qui doivent être retirés du stock disponible. Cette actualisation se fera (i) sur base des données de suivi de l'exploitation ou (ii) par modélisation de la table de peuplement (effectif par classe de diamètre) en appliquant des taux de prélèvement et des dégâts d'exploitation ;
- Cas n°3 : superficies parcourues par l'exploitation (avant ou après l'inventaire d'aménagement). **Les possibilités sont évaluées selon un calcul dynamique.** Ce calcul se base sur le stock initial **inventorié au cours de l'inventaire d'aménagement ou le stock actualisé post-inventaire** (cf. cas 2). Ce calcul intègre la dynamique des peuplements forestiers entre la date de l'inventaire (ou la date moyenne de l'exploitation post-inventaire dans le cas 2) et la date moyenne de passage en exploitation du bloc quinquennal fixée par le Plan d'Aménagement (arrondi au multiple de 5 inférieur). Il serait effectivement inexact de considérer ces forêts comme stables, la dynamique des forêts exploitées étant à la base même de la notion de rendement soutenu.

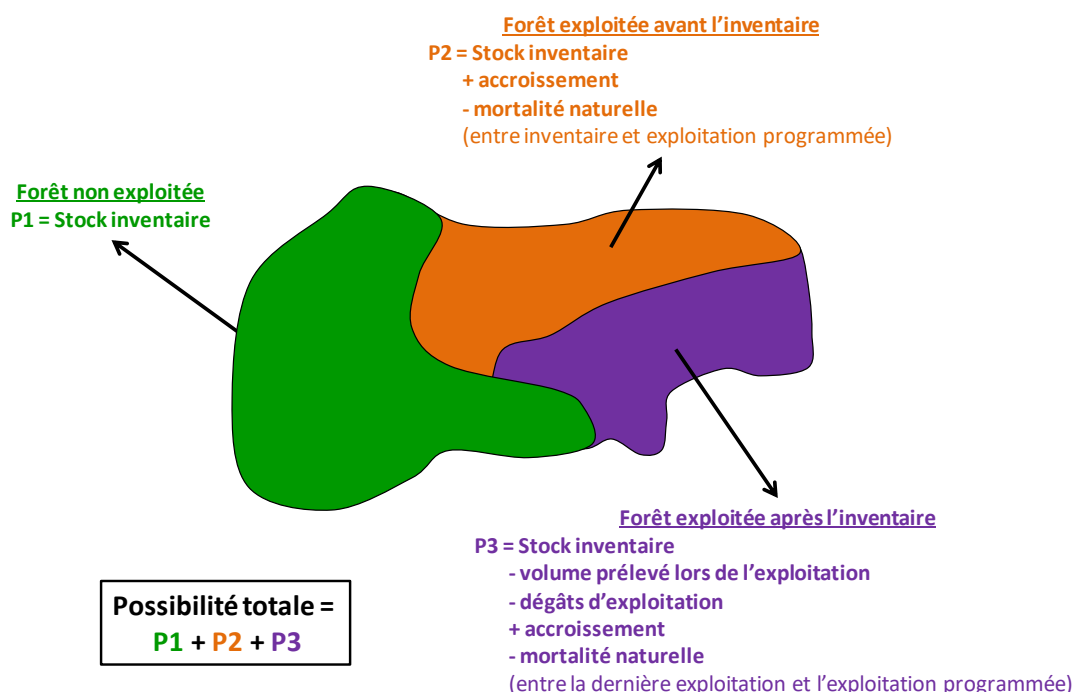
Les possibilités sont évaluées séparément pour ces trois types de superficies puis additionnés afin d'obtenir la possibilité totale de la série de production (cf. **Figure 6**).

Toutes les possibilités, données par le Plan d'Aménagement Forestier doivent être des **possibilités brutes**, les possibilités nettes pouvant être mentionnées à titre indicatif.

Le principe de calcul de la possibilité forestière est joint en **Annexe 6**.



Figure 6 : Schématisation du calcul de la possibilité totale de la série de production



La possibilité annuelle et la possibilité quinquennale sont ensuite déduites de la possibilité totale de la série de production ligneuse.

$$PossAn = \frac{PossTot}{Rot} \quad \text{Et} \quad PossQ = \frac{PossTot}{Rot} \times 5$$

Avec :

PossTot : possibilité totale ; PossQ : possibilité quinquennale ; PossAn : possibilité annuelle ;
Rot : durée de la rotation (en années).

5.2. Calcul dynamique de la possibilité forestière

L'évolution des peuplements exploités doit être modélisée de manière à prendre en compte la dynamique forestière résultant de la perturbation engendrée par l'exploitation. Comme pour le calcul de l'indice de reconstitution, le choix de modélisation, entre la formule simplifiée et le modèle matriciel, sera laissé au concessionnaire. **Si la formule simplifiée est utilisée alors l'ensemble des tiges exploitables doit être pris en compte.**

Dans les deux cas, les paramètres liés à l'exploitation (taux de dégâts et taux de prélèvement) ne seront pas pris en compte (modélisation du peuplement avant son passage en exploitation).



Les possibilités seront alors évaluées à partir de la table de peuplement par application des tarifs de cubage.

L'accroissement en volume des peuplements exploités sera uniquement calculé pour les essences ayant été significativement exploitées et ne le sera pas pour les autres essences.

Cette modélisation peut se faire de deux façons :

- Au niveau de chaque BAQ : application du modèle de calcul dynamique sur le peuplement sur la(les) zone(s) ayant fait l'objet d'une exploitation récente ;
- Au niveau de la concession / SSA : calcul pour chaque essence exploitée, dans zone ayant fait l'objet d'une exploitation récente, d'un accroissement moyen annuel en volume à partir des effectifs inventoriés dans cette zone. Cette valeur d'accroissement sera ensuite appliquée dans chaque BAQ soumis à une dynamique. Cette option est détaillée ci-dessous et illustrée par la **Figure 7**.

Option simplifiée du calcul de la dynamique

L'accroissement moyen annuel en volume sera calculé avec la formule suivante pour chaque essence : $X\% = [V(t)/V(0)]^{1/t} - 1$

Avec :

- V(t), Possibilité (m³/ha) à l'année t (t étant la durée moyenne entre la date d'inventaire et la date de passage programmé en exploitation par le Plan d'Aménagement ;
- V(0), Possibilité (m³/ha) à l'année 0 (le cas échéant, volumes actualisés si une exploitation est intervenue après l'inventaire d'aménagement, cf. cas n°2).

Par exemple, pour une forêt dont les BAQ 1, 2 et 3 ont été totalement parcourus par une exploitation récente, la possibilité, pour une essence donnée, sera calculée de la manière suivante :

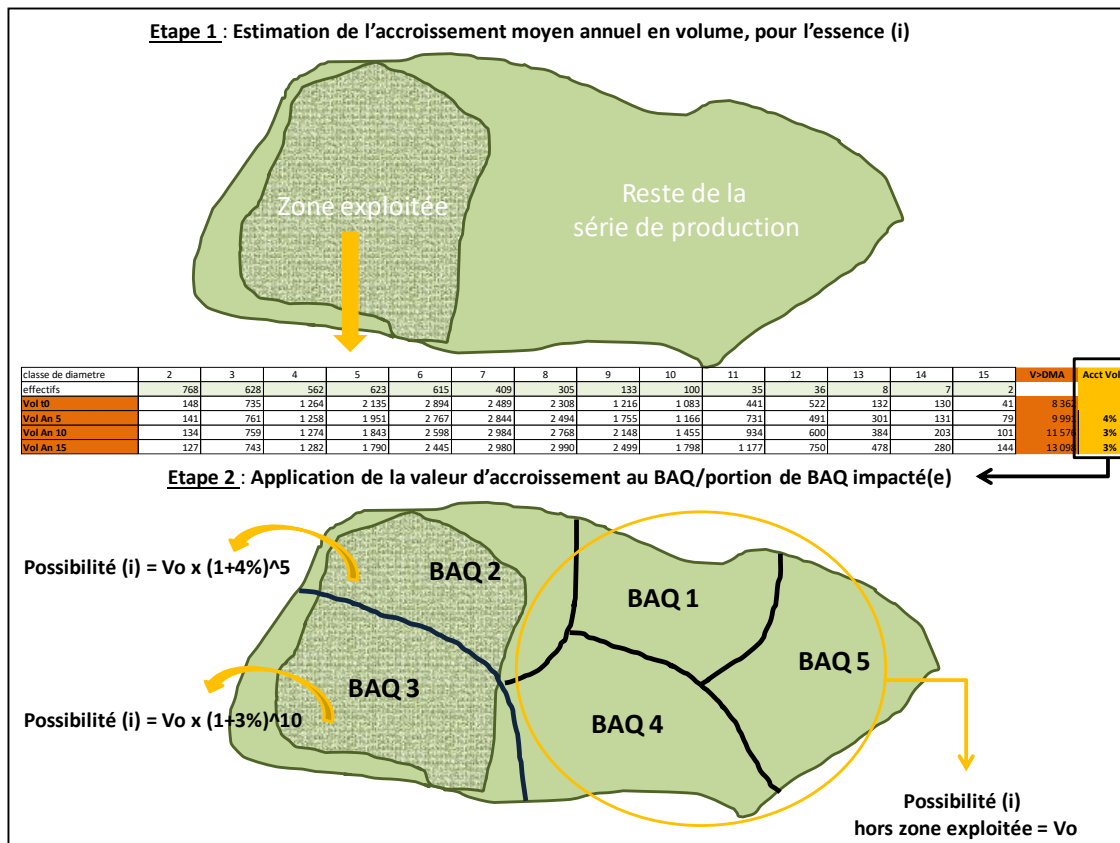
Essence i	BAQ1	BAQ2	BAQ3	BAQ4	BAQ5
Durée d'application de la dynamique	0 an	5 ans	10 ans	Pas de dynamique (non exploité)	
Possibilité avec prise en compte de la dynamique	V = Vo	V = Vo x (1+X%) ⁵	V = Vo x (1+X%) ¹⁰	V = Vo	V = Vo

Précaution : L'utilisation systématique des modèles de croissance n'est pas encore aujourd'hui entièrement satisfaisante, en raison de l'incertitude sur certaines hypothèses de dynamique. L'application d'un taux de mortalité standard pour toutes les essences et toutes les classes de diamètre peut conduire à des dynamiques artificiellement trop fortes de l'exploitation, notamment sur des espèces ayant des effectifs importants dans les classes de diamètre immédiatement inférieures au DMA. Pour éviter une telle surestimation des volumes, l'accroissement entre le volume inventorié et le volume estimé au moment de l'exploitation



pourra être au plus, pour chaque essence, de 3,5%/an sur la période 0-5 ans et de 2,5%/an sur les autres périodes¹⁰.

Figure 7 : Illustration du principe du calcul dynamique de la possibilité (pour une essence i donnée) en appliquant l'option simplifiée



¹⁰ Ces seuils ont été proposés au Congo pour l'aménagement des forêts du Sud



ANNEXES

Annexe 1 : Illustration du calcul de l'indice de reconstitution avec la formule simplifiée.

Annexe 2 : Illustration du principe de remontée de DME et de fixation du DMA

Annexe 3 : Modèle matriciel de Usher utilisé pour le calcul de l'indice de reconstitution

Annexe 4 : Illustration du calcul de l'indice de reconstitution avec le modèle matriciel

Annexe 5 : Exemple de développement sous MS Excel du modèle matriciel

Annexe 6 : Principe de calcul de la possibilité forestière



Annexe 1. Illustration du calcul de l'indice de reconstitution par la formule simplifiée

Soit à calculer les indices de reconstitution des quatre essences suivantes:

- Tali (DME = 50 cm ; AAM = 0,4 cm)
- Abura (DME = 60 cm; AAM = 0,5 cm)
- Kosipo (DME = 80 cm; AAM = 0,9 cm)
- Afrormosia (DME = 100 cm; AAM = 0,4 cm).

La distribution de leurs effectifs par classe de diamètre pour la série de production est donnée dans le tableau 1 ci-après :

Essence	Tali	Abura	Kosipo	Afrormosia
20 - 30	14	2.002	59	380
30 - 40	5	1.825	52	378
40 - 50	16	1.642	50	690
50 - 60	16	798	40	725
60 - 70	25	1.033	67	575
70 - 80	15	214	59	454
80 - 90	22	168	68	680
90 - 100	696	109	55	407
100 - 110	494	109	28	1.183
110 - 120	299	0	19	763
120 - 130	121	0	6.403	212
130 - 140	285	0	4.051	104
140 - 150	90	0	2.156	104
150 et +	0	0	4.180	0

➤ Etape 1 : Détermination des effectifs exploitables en première rotation (Np)

Np est obtenu pour chaque essence en additionnant les effectifs des classes de diamètre allant du DME à DME + 40 cm. Les classes concernées sont en vert dans le tableau.

- Tali : $Np = 16 + 25 + 15 + 22 = 78$
- Abura : $Np = 1033 + 214 + 168 + 109 = 1\ 524$
- Kosipo : $Np = 68 + 55 + 28 + 19 = 170$
- Afrormosia : $Np = 1183 + 763 + 212 + 104 = 2\ 263$

➤ Etape 2 : Fixation de la rotation

Dans cet exemple, nous allons travailler avec une rotation qui a été fixée au seuil minimum c'est-à-dire 25 ans.

➤ Etape 3 : Calcul du diamètre inférieur des arbres qui auront un DHP supérieur au DME après la première rotation (Di)

Ce diamètre est calculé par la formule suivante :

$$D_i = DME - (T \times AAM)$$



- **Tali** : $Di = 50 - (25 \times 0,4) = 40 \text{ cm}$
- **Abura** : $Di = 60 - (25 \times 0,5) = 47,5 \text{ cm}$
- **Kosipo** : $Di = 80 - (25 \times 0,9) = 57,5 \text{ cm}$
- **Afrormosia** : $Di = 100 - (25 \times 0,4) = 90 \text{ cm}$

➤ **Etape 4 : Calcul des effectifs des classes de diamètre en dessous du DME qui auront un DHP supérieur au DME après une rotation (No)**

- Dans ce calcul, on tiendra compte du fait que les arbres sont uniformément répartis dans les classes de diamètre d'amplitude 10 cm. On repère ainsi la classe à laquelle se situe le Di calculé. No sera obtenu en additionnant les effectifs des arbres compris entre Di et le DME.
- Si Di coïncide avec la borne d'une classe de diamètre, tous les effectifs de cette classe et ceux des classes comprises entre elle et la classe du DME sont additionnés.
- Si par contre le Di ne coïncide pas avec la borne d'une classe de diamètre précise (pas multiple de 10), il faut diviser les effectifs de cette classe par 10 afin d'obtenir les effectifs par unité de diamètre à l'intérieur de la classe. Le nombre obtenu sera ensuite multiplié par le facteur $(10 - u)$ où « u » représente le nombre d'unités de Di avec sa partie décimale. (Exemple pour $Di = 53,7$; $u = 3,7$)

- **Tali** : $No = \text{effectif classe } 40 - 50 = 16$
- **Abura** : $No = [(\text{effectif classe } 40 - 50)/10] \times (10 - 7,5) + \text{effectif classe } 50-60 = [(1642/10) \times 2,5] + 798 = 1209$
- **Kosipo** : $No = [(\text{effectif classe } 50 - 60)/10] \times (10 - 7,5) + \text{effectif classe } 60-70 + \text{effectif classe } 70-80 = [(40/10) \times 2,5] + 67 + 59 = 136$
- **Afrormosia** : $No = \text{effectif classe } 90 - 100 = 407$

➤ **Etape 5 : Calcul de l'indice de reconstitution**

Les différents indices sont calculés par application numérique de la formule simplifiée avec tous les paramètres fixés.

- **Tali** : $\% Re = 14,11\%$
- **Abura** : $\% Re = 54,58\%$
- **Kosipo** : $\% Re = 55,03\%$
- **Afrormosia** : $\% Re = 12,38\%$



Annexe 2. Illustration d'une Remontée des DME et fixation des DMA

Sur la base des DME fixés par l'administration, les indices de reconstitution de nos quatre essences ont été calculés pour notre exemple (cf. annexe 1). Les résultats obtenus sont ci-dessous listés.

- **Tali** : % Re = 14,11%
- **Abura** : % Re = 54,58%
- **Kosipo** : % Re = 55,03%
- **Afrormosia** : % Re = 12,38%

On constate donc que pour le Abura et le Kosipo, le minimum de 50% est atteint donc pour ces essences leur DMA seront équivalents au DME.

- **Abura** : DMA = 60 cm et % Re correspondant = 54,58%
- **Kosipo** : DMA = 80 cm et % Re correspondant = 55,03%

Mais, pour le Tali et l'Afrormosia, ce taux n'est pas atteint. Il faut alors procéder à la première remontée des DME.

► Première remontée des DME

- - **Tali** : DMA 1 = DME + 10 cm = 50 + 10 = 60 cm et AAM = 0,4 cm
- - **Afrormosia** : DMA 1 = DME + 10 cm = 100 + 10 = 110 cm et AAM = 0,4 cm.

On reprend le calcul de Np (cette fois, les effectifs au DME ne sont pas pris en compte)

- **Tali** : **Np = 25 + 15 + 22 = 62**
- **Afrormosia** : **Np = 763 + 212 + 104 = 1079**

On reprend également le calcul de Di (cette fois, à partir du DME+10 cm et non pas du DME)

- **Tali** : **Di = 60 – (25 x 0,4) = 50 cm**
- **Afrormosia** : **Di = 110 – (25 x 0,4) = 100 cm**

On reprend le calcul de No

- **Tali** : **No = effectif classe 50 – 60 = 16**
- **Afrormosia** : **No = effectif classe 100 – 110 = 1183**

On calcul alors %Re

- **Tali** : **% Re = 18,67%**
- **Afrormosia** : **% Re = 73,36%**

On constate alors que l'Afrormosia dans cet exemple sera exploité à un DMA égale à 110 cm qui nous a permis d'obtenir une reconstitution supérieure ou égale à 50%. Mais pour le Tali, ce minimum exigé n'est toujours pas atteint. On procède alors à la deuxième remontée de DME.

► Deuxième remontée des DME

- - **Tali** : DMA 2 = DMEU + 20 cm = 50 + 20 = 70 cm et AAM = 0,4 cm



On reprend le calcul de Np (cette fois, en excluant les effectifs contenus entre DME et DME+20 cm)

- **Tali** : $N_p = 15 + 22 = 37$

On reprend également le calcul de Di (à partir de DME+20 cm)

- **Tali** : $D_i = 70 - (25 \times 0,4) = 60 \text{ cm}$

On reprend le calcul de No

- **Tali** : $N_o = \text{effectif classe } 60 - 70 = 25$

On calcul alors %Re

- **Tali** : $\% \text{ Re} = 46,48\%$

Jusque là, le minimum de 50% exigé n'est toujours pas atteint. On procède alors à la troisième remontée de DME.

► Troisième remontée des DME

- **Tali** : $DMA\ 3 = DME + 30 \text{ cm} = 50 + 30 = 80 \text{ cm}$ et $AAM = 0,4 \text{ cm}$

On reprend le calcul de Np (qui ne contiendra donc que les effectifs de la classe DME+30 cm)

- **Tali** : $N_p = 22$

On reprend également le calcul de Di (à partir de DME+30 cm)

- **Tali** : $DBorne\ inf = 80 - (25 \times 0,4) = 70 \text{ cm}$

On reprend le calcul de No

- **Tali** : $N_o = \text{effectif classe } 70 - 70 = 15$

On calcul alors %Re

- **Tali** : $\% \text{ Re} = 46,90\%$

Jusque là le Tali a des problèmes de reconstitution car le minimum exigé n'est toujours pas atteint. Il faut alors coupler cette analyse à celle de sa structure diamétrique pour voir si elle se reconstitue bien et si elle a une bonne densité. Dans ce cas, on peut la laisser exploiter au DME et dans le cas contraire, c'est une essence qui doit être interdite à l'exploitation.

► DMA retenus par essence

Essence	DME	%Re1	DMA	%Re2
Tali	50	14,11	Interdit d'exploitation	
Abura	60	54,58	60	54,58
Kosipo	80	55,03	80	55,03
Afrormosia	100	12,38	110	73,36



Annexe 3. Modèle matriciel de Usher utilisé pour le calcul de l'indice de reconstitution

Il s'agit d'un modèle matriciel appliqué sur des pas de temps multiples de 5 ans avec :

⇒ Matrice N_t du peuplement à l'année t : matrice linéaire contenant les effectifs par classes de diamètre

$N_t = (n_1(t), n_2(t), \dots, n_{16}(t))$, $n_1(t)$ étant l'effectif de la Classe 1 à l'année t

Pour l'année 0, les effectifs $n_1(0)$ à $n_{16}(0)$ sont donnés par les résultats d'inventaire et l'effectif exploitable à l'année 0 est $E_0 = [n_7(0) + n_8(0) + \dots + n_{16}(0)] \times$ coefficient de prélèvement, dans le cas d'un DME de 70 cm.

⇒ Matrice diagonale D de modélisation de l'exploitation, du type :

$$\begin{pmatrix}
 1-d & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 1-d & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 1-d & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \dots & 1-p \\
 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 1-p \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 1-p
 \end{pmatrix}$$

avec $d = 7\%$, pourcentage des tiges résiduelles détruites par l'exploitation et $p =$ coefficient de prélèvement, pourcentage des tiges abattues parmi toutes les tiges de DHP supérieur au DME

Après exploitation, le peuplement est décrit par la matrice $N(0)_e = N(0) \times D$

⇒ Matrice $P =$ matrice de dimensions $(16 ; 16)$ donnant les probabilités $p_{ij}(t)$ qu'un arbre présent dans la Classe i l'année t et restant en vie se retrouve dans la Classe j à l'année $t+5$.



On a alors la matrice P suivante (avec des valeurs d'accroissements variables par classe de diamètre, allant de 0.6 cm à 0.8 cm/an) :

$$\begin{pmatrix}
 0,7 & 0,3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0,65 & 0,35 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0,55 & 0,45 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0,55 & 0,45 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0,575 & 0,425 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,575 & 0,425 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,6 & 0,4 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,6 & 0,4 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,6 & 0,4 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,6 & \dots & 0 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0,4 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1
 \end{pmatrix}$$

⇒ Matrice diagonale S de survie, contenant les probabilités si un arbre présent dans la Classe i l'année t soit toujours en vie l'année t+5. Avec une mortalité annuelle de 1%, et donc un taux de survie quinquennal de $(1-1\%)^5 = 0.951$, cela donne :

$$\begin{pmatrix}
 0,951 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0,951 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0,951 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0,951 & \dots & 0 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0,951
 \end{pmatrix}$$

⇒ Finalement, la matrice de la population 5 ans après exploitation est :

$$N(5) = N(0) \times D \times S \times P$$

⇒ Puis ensuite :

$$N(10) = N(5) \times S \times P$$

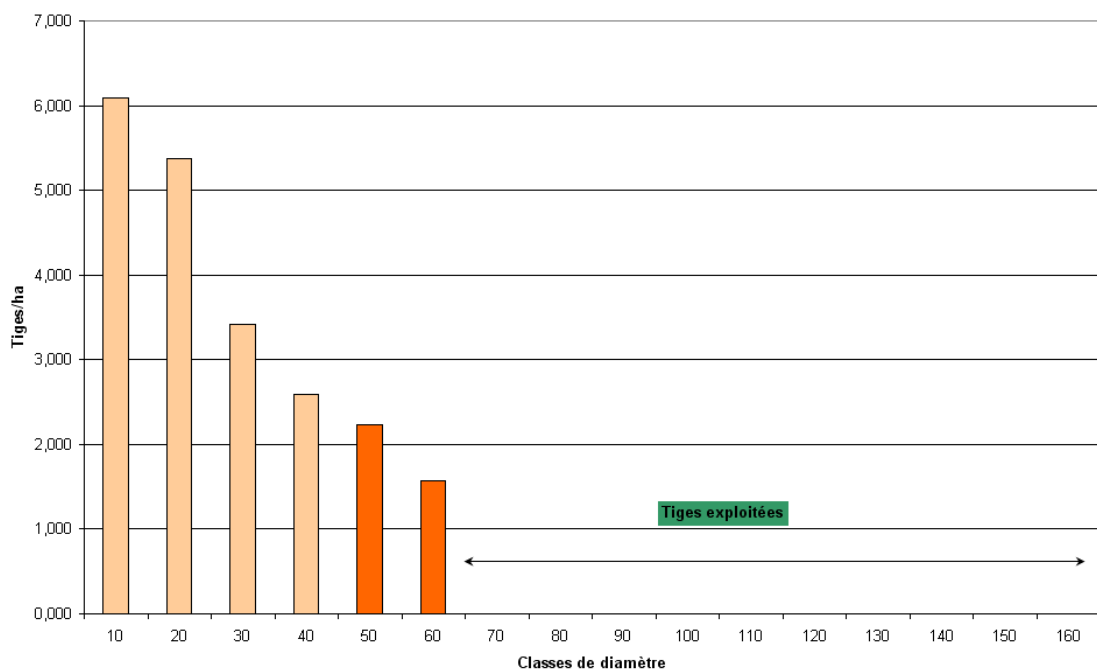
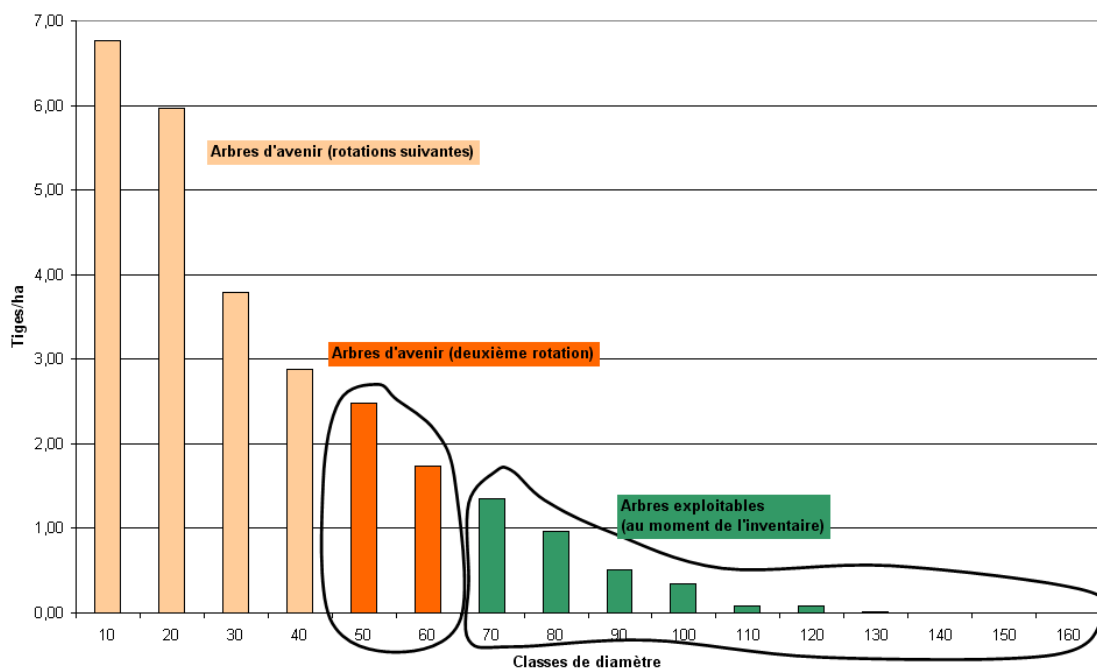
Et ainsi de suite.

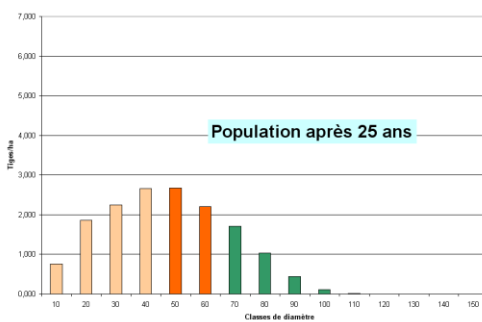
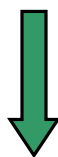
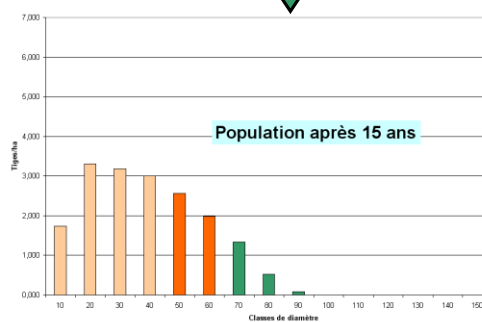
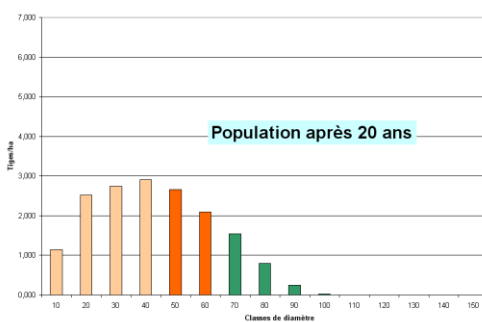
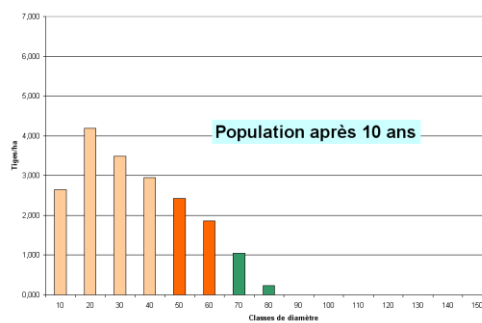
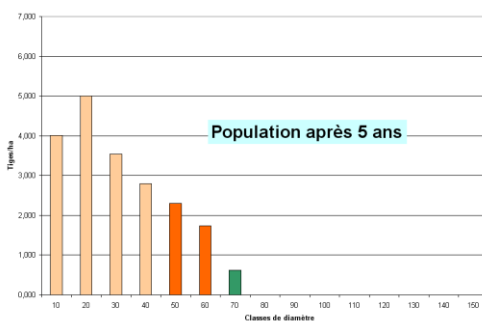
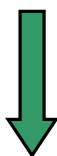
On obtient alors la matrice N(R) de l'effectif donnant la population lors de la deuxième rotation, à partir de laquelle on calcule les effectifs exploitables de la même façon que sur la matrice N(0).

Le schéma suivant permet d'illustrer le mode de calcul présenté de façon théorique ci avant.



Point de départ : populations au moment de l'inventaire





Annexe 4. Illustration du calcul de l'indice de reconstitution avec le modèle matriciel

- Considérons la distribution des effectifs par classe de diamètre suivante pour une essence donnée (essence 1) :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	+
Essence 1	186	128	101	96	85	68	39	17	7	7	0	1	1	0	0	2

- Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

Mortalité : 1%

Prélèvement : 75%

Dégâts d'exploitation : 7%

DME essence 1 : 80 cm

- L'accroissement annuel moyen (AAM) pour cette essence et pour chaque classe de diamètre est donné dans le tableau suivant :

	CI 0	CI 1	CI 2	CI 3	CI 4	CI 5	CI 6	CI 7	CI 8	CI 9	CI 10	CI 11	CI 12	CI 13	CI 14	CI 15	CI 16
Essence 1	0.64	0.64	0.64	0.63	0.58	0.59	0.54	0.55	0.53	0.51	0.51	0.44	0.40	0.39	0.39	0.39	0.39

Pourcentages de maintien dans la classe :

Les arbres de l'essence 1 appartenant à la classe 3 s'accroissent de 0,63 cm/an.

Sur une période de 5 ans, l'accroissement sera de $0,63 \times 5 = 3,15$ cm, soit 31,5 % de la classe de diamètre 3, d'amplitude 10 cm.¹¹

Après 5 ans, 31,5 % ($3,15 / 10$) des arbres initialement dans la classe 3 vont passer dans la classe 4 ; et 68,5 % (le reste, soit $100\% - 31,5\%$) des arbres initialement dans la classe 3 vont être maintenus dans cette classe.

On aura donc pour 5 ans d'évolution de peuplement les résultats suivants :

essence 1	CI 0	CI 1	CI 2	CI 3	CI 4	CI 5	CI 6	CI 7	CI 8	CI 9	CI 10	CI 11	CI 12	CI 13	CI 14	CI 15	CI 16
Passage classe sup	32%	32%	32%	31%	29%	29%	27%	28%	27%	26%	26%	22%	20%	20%	20%	20%	20%
Maintien dans la classe	68%	68%	68%	69%	71%	71%	73%	72%	73%	74%	74%	78%	80%	80%	80%	80%	80%

Effectifs exploitables avant exploitation :

Le DME étant de 80 cm. L'effectif exploitable avant exploitation est de :

$$17 + 7 + 7 + 0 + 1 + 1 + 0 + 0 + 2 = 35 \text{ pour l'essence 1}$$

¹¹ Considérant que tous les arbres de la classe s'accroissent au même rythme et sont répartis de manière homogène dans la classe.



Evolution des peuplements lors de l'exploitation :

Exemple : classe 9 : On avait avant exploitation 7 tiges exploitables dans cette classe. Le taux de prélèvement étant de 75 %, seules **5,3** tiges ont été effectivement exploitées (7 x 75%).

Tiges endommagées : pour chaque classe de diamètre, le nombre de tiges endommagées est calculé en appliquant le taux de 7 % de dégâts.

Par exemple, pour l'essence 1, classe 3, on avait avant exploitation 101 tiges.

Le nombre de tiges endommagées est donc de $101 \times 7\% = 7,1$

		Cl 1	Cl 2	Cl 3	Cl 4	Cl 5	Cl 6	Cl 7	Cl 8	Cl 9	Cl 10	Cl 11	Cl 12	Cl 13	Cl 14	Cl 15	Cl 16
essence 1	Tiges exploitées	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	5.3	5.3	0.0	0.8	0.8	0.0	0.0	1.5
	Tiges endommagées	13.0	9.0	7.1	6.7	6.0	4.8	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

On pourra donc calculer le nouvel effectif des peuplements après l'exploitation :

Exemple, pour l'essence 1, classe 4 ; le nouvel effectif sera :

Effectif initial – tiges exploitées – tiges endommagées : $96 - 0 - 6,7 = 89,3$

		Cl 1	Cl 2	Cl 3	Cl 4	Cl 5	Cl 6	Cl 7	Cl 8	Cl 9	Cl 10	Cl 11	Cl 12	Cl 13	Cl 14	Cl 15	Cl 16
essence 1		173.0	119.0	93.9	89.3	79.1	63.2	36.3	4.3	1.8	1.8	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.5

Evolution des peuplements durant les 5 premières années après exploitation.

On part de l'effectif An 0 après l'exploitation.

- *Tiges vivantes 5 ans après l'exploitation (An 5) :*

on évalue leur effectif en appliquant le taux de mortalité naturelle qui est de 1 % par an, pour chaque classe de diamètre. La proportion de tiges vivantes est donc :

$$(1-0,01) \times (1-0,01) \times (1-0,01) \times (1-0,01) \times (1-0,01) = 0,99^5 = 0,95099005$$

↓
Taux de mortalité naturelle

Exemple : essence 1, classe 4 :

Tiges vivantes (classe 4) après 5 ans = $89,3 \times 0,95099005 = 84,9$

- *Maintien dans la classe :*

On applique le pourcentage de maintien dans la classe calculé au début à l'effectif résiduel après exploitation :

Exemple : essence 1, classe 4 :

Maintien dans la classe = 71 % des 84,9 tiges vivantes, soit **60,3 tiges**

- *Passage dans la classe supérieure :*



De la même façon, on applique le pourcentage par classe de passage dans la classe supérieure.

Exemple : essence 1, classe 4 :

Passage dans la classe sup. = 29 % des 84,9 tiges vivantes, soit **24,6 tiges**

- *Nouvel effectif, année 5 après l'exploitation (An 5) :*

Ce nouvel effectif s'obtient pour chaque classe de diamètre, en faisant la somme de l'effectif maintenu dans la classe avec l'effectif de la classe inférieure qui a changé de classe.

Exemple : essence 1, classe 4 :

Effectif (an 5) = effectif maintenu dans la classe 4 + effectif de passage de la classe 3 à la classe 4 = 60,1 + 28,1 = 88,4

Essence 1	CI 1	CI 2	CI 3	CI 4	CI 5	CI 6	CI 7	CI 8	CI 9	CI 10	CI 11	CI 12	CI 13	CI 14	CI 15	CI 16
Effectifs An 0 après exploitation	173.0	119.0	93.9	89.3	79.1	63.2	36.3	4.3	1.8	1.8	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.5
Tiges vivantes	164.5	113.2	89.3	84.9	75.2	60.1	34.5	4.0	1.7	1.7	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.5
Mortalité naturelle	8.5	5.8	4.6	4.4	3.9	3.1	1.8	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maintien dans la classe	112.0	77.0	61.2	60.1	53.1	43.8	24.9	3.0	1.2	1.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.4
Classe supérieure	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16
Passage dans la classe supérieure	52.5	36.2	28.1	24.8	22.0	16.4	9.6	1.1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Effectifs An 5	186.0	129.6	97.4	88.2	77.9	65.8	41.3	12.5	2.3	1.7	0.4	0.2	0.2	0.0	0.0	0.4

Le nouvel effectif exploitable, 5 ans après l'exploitation est de :

$$\text{Essence 1 : } \underline{12,5 + 2,3 + 1,7 + 0,4 + 0,2 + 0,2 + 0 + 0 + 0,4 = 17,7}$$

On peut maintenant calculer l'indice de reconstitution pour chaque essence, 5 ans après l'exploitation :

% Re (An 5) = effectif exploitable (An 5) / effectif initial x 100

Essence 1 : $17,7 / 35 \times 100 = 50,6 \%$

Evolution des peuplements durant le reste de la période étudiée.

Les mêmes calculs seront réalisés pour des pas de 5 ans d'évolution.



Essence 1	CI 1	CI 2	CI 3	CI 4	CI 5	CI 6	CI 7	CI 8	CI 9	CI 10	CI 11	CI 12	CI 13	CI 14	CI 15	CI 16
Effectifs An 5	186	130	97.4	88.2	77.9	65.8	41.3	12.5	2.31	1.66	0.43	0.19	0.24	0.05	0	0.38

tiges exploitables **17,8**

% reconstitution : **51%**

Evolution An 5 à An 10

Tiges vivantes	177	123	92.6	83.9	74.1	62.6	39.3	11.9	2.2	1.58	0.4	0.18	0.23	0.04	0	0.36
Mortalité naturelle	9.12	6.35	4.77	4.32	3.82	3.23	2.02	0.61	0.11	0.08	0.02	0.01	0.01	0	0	0.02
Maintien dans la classe	120	83.9	63.5	59.4	52.4	45.5	28.4	8.76	1.64	1.18	0.32	0.14	0.18	0.04	0	0.29
Classe supérieure	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16
Passage dans la classe sup.	56.5	39.4	29.1	24.5	21.7	17	10.9	3.16	0.56	0.4	0.09	0.04	0.04	0.01	0	0.07
Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Effectifs An 10	186	140	103	88.5	76.9	67.3	45.4	19.7	4.8	1.74	0.72	0.23	0.22	0.08	0.01	0.29

tiges exploitables **27,8**

% reconstitution : **79%**

Evolution An 10 à An 15

Tiges vivantes	177	133	97.8	84.1	73.1	64	43.2	18.7	4.57	1.65	0.69	0.22	0.21	0.08	0.01	0.28
Mortalité naturelle	9.12	6.88	5.04	4.34	3.77	3.3	2.23	0.96	0.24	0.09	0.04	0.01	0.01	0	0	0.01
Maintien dans la classe	120	90.9	67.1	59.6	51.7	46.6	31.2	13.7	3.4	1.23	0.54	0.18	0.17	0.06	0.01	0.22
Classe supérieure	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16
Passage dans la classe sup.	56.5	42.6	30.8	24.6	21.4	17.4	12	4.96	1.17	0.42	0.15	0.04	0.04	0.02	0	0.05
Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Effectifs An 15	186	147	110	90.3	76.3	68	48.6	25.7	8.36	2.4	0.96	0.33	0.21	0.1	0.02	0.22

tiges exploitables **38,3**

% reconstitution : **109%**

Evolution An 15 à An 20

Tiges vivantes	177	140	104	85.9	72.5	64.7	46.2	24.5	7.95	2.28	0.91	0.31	0.2	0.1	0.02	0.21
Mortalité naturelle	9.12	7.22	5.38	4.43	3.74	3.33	2.38	1.26	0.41	0.12	0.05	0.02	0.01	0.01	0	0.01
Maintien dans la classe	120	95.4	71.5	60.8	51.3	47.1	33.4	18	5.92	1.7	0.71	0.25	0.16	0.08	0.02	0.17
Classe supérieure	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16
Passage dans la classe sup.	56.5	44.8	32.8	25.1	21.3	17.6	12.8	6.49	2.03	0.58	0.2	0.06	0.04	0.02	0	0.04
Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Effectifs An 20	186	152	116	93.6	76.4	68.3	51	30.8	12.4	3.73	1.3	0.45	0.22	0.12	0.04	0.18

tiges exploitables **49,2**

% reconstitution : **141%**



Evolution An 15 à An 20

Tiges vivantes	177	144	111	89	72.6	65	48.5	29.3	11.8	3.55	1.23	0.43	0.21	0.11	0.03	0.17
Mortalité naturelle	9.12	7.44	5.7	4.59	3.74	3.35	2.5	1.51	0.61	0.18	0.06	0.02	0.01	0.01	0	0.01
Maintien dans la classe	120	98.3	75.8	63	51.3	47.3	35	21.5	8.79	2.64	0.96	0.34	0.17	0.09	0.03	0.13
Classe supérieure	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16
Passage dans la classe sup.	56.5	46.1	34.8	26	21.3	17.7	13.5	7.77	3.01	0.91	0.27	0.09	0.04	0.02	0.01	0.03
Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Effectifs An 25	186	155	122	97.8	77.3	68.6	52.7	35	16.6	5.65	1.87	0.61	0.26	0.13	0.05	0.14

tiges exploitables **60,2**

% reconstitution : **172%**



Annexe 5. Exemple de développement sous MS Excel du modèle matriciel

Modèle matriciel de calcul des indices de reconstitution

Dans ce cas, on fait l'hypothèse que les effectifs de la classe 1 restent constants
 Modèle à adapter si l'inventaire commence à la classe 2 ou si un autre hypothèse est faite (recrutement nul ou proportionnel à l'effectif total)

Résultats d'inventaire d'aménagement

	Classes de diamètre																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
A renseigner	24132	14387	14851	14967	14967	11022	10558	8005	3481	6033	1276	1624	464	116	0	0	tiges totales

Hypothèses de calcul

A renseigner	
Mortalité	1,0%
Prélèvement	72%
Dégâts d'exploitation	7,0%
DME/DMU	6
DMA	7

Fixe, n'intervient pas dans les calculs ci-dessous
 A faire varier

Accroissements

	A renseigner																
	Ci 0	Ci 1	Ci 2	Ci 3	Ci 4	Ci 5	Ci 6	Ci 7	Ci 8	Ci 9	Ci 10	Ci 11	Ci 12	Ci 13	Ci 14	Ci 15	Ci 16
Accroissements annuels (cm/an)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Accroissements quinquennaux (cm/5ans)	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Passage classe sup	0%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	0%
Maintien dans la classe	100%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	100%

2 cm/ 10 cm de la classe
 8 cm/ 10 cm de la classe

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Effectifs exploitables	IR
Effectifs An 0 avant exploitation (résultats d'inventaire)	24132	14387	14851	14967	14967	11022	10558	8005	3481	6033	1276	1624	464	116	0	0		
Effectifs exploitables An 0	0	0	0	0	0	0	7602	5764	2506	4344	919	1169	334	84	0	0	22721	
Evolution lors de l'exploitation																		
Tiges exploitées	0	0	0	0	0	0	7602	5764	2506	4344	919	1169	334	84	0	0		72% de tiges de diamètre > DMA
Tiges endommagées	1689	1007	1040	1048	1048	772	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		7% des tiges de diamètre < DMA
Effectifs An 0 après exploitation	22443	13380	13811	13919	13919	10250	2956	2241	975	1689	357	455	130	32	0	0	96559	Effectifs initial - dégâts et exploitation
Evolution An 0 à An 5																		
Tiges vivantes	21343	12724	13135	13237	13237	9748	2811	2132	927	1606	340	432	124	31	0	0		99% par an
Mortalité naturelle	1100	656	677	682	682	502	145	110	48	83	18	22	6	2	0	0		1% par an
Maintien dans la classe	17074	10179	10508	10590	10590	7798	2249	1705	742	1285	272	346	99	25	0	0		80% de la classe 1 (restant en classe 1)
Classe supérieure	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16		
Passage dans la classe supérieure	4269	2545	2627	2647	2647	1950	562	426	185	321	68	86	25	6	0	0		0% de la classe 1 (passant en classe 2)
Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Effectifs An 5	24132	14448	13052	13217	13237	10446	4199	2268	1168	1471	593	414	185	49	6	0		
Effectifs exploitables An 5	0	0	0	0	0	0	3023	1633	841	1059	427	298	133	36	4	0	7454	33%
Evolution An 5 à An 10																		
Tiges vivantes	22949	13740	12413	12569	12588	9934	3993	2156	1111	1398	564	394	176	47	6	0		
Mortalité naturelle	1183	708	640	648	649	512	206	111	57	72	29	20	9	2	0	0		
Maintien dans la classe	18359	10992	9930	10055	10071	7947	3194	1725	888	1119	451	315	141	38	5	0		80% de la classe 4 (restant en classe 4)
Classe supérieure	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16		
Passage dans la classe supérieure	4590	2748	2483	2514	2518	1987	799	431	222	280	113	79	35	9	1	0		20% de la classe 4 (passant en classe 5)
Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Effectifs An 10	24132	15582	12678	12538	12584	10465	5181	2524	1320	1341	731	428	220	73	14	1		
Effectifs exploitables An 10	0	0	0	0	0	0	3730	1817	950	965	526	308	158	52	10	1	8519	37% → Exploitable après 10 ans / exploitable initial
Evolution An 10 à An 15																		
Tiges vivantes	22949	14818	12057	11923	11968	9952	4927	2400	1255	1275	695	407	209	69	13	1		
Mortalité naturelle	1183	764	621	614	617	513	254	124	65	66	36	21	11	4	1	0		
Maintien dans la classe	18359	11854	9645	9539	9574	7962	3942	1920	1004	1020	556	325	167	55	11	1		
Classe supérieure	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16		
Passage dans la classe supérieure	4590	2964	2411	2385	2394	1990	985	480	251	255	139	81	42	14	3	0		
Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Effectifs An 15	24132	16444	12609	11950	11959	10355	5932	2905	1484	1271	811	464	249	97	25	4		
Effectifs exploitables An 15	0	0	0	0	0	0	4271	2092	1069	915	584	334	179	70	18	3	9535	42%
Evolution An 15 à An 20																		
Tiges vivantes	22949	15638	11991	11364	11373	9848	5641	2763	1411	1209	771	442	236	92	23	4		
Mortalité naturelle	1183	806	618	586	586	508	291	142	73	62	40	23	12	5	1	0		
Maintien dans la classe	18359	12511	9593	9091	9098	7878	4513	2210	1129	967	617	353	189	74	19	4		
Classe supérieure	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16		
Passage dans la classe supérieure	4590	3128	2398	2273	2275	1970	1128	553	282	242	154	88	47	18	5	0		
Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Effectifs An 20	24132	17101	12721	11490	11371	10153	6483	3339	1682	1249	859	508	277	121	37	8		
Effectifs exploitables An 20	0	0	0	0	0	0	4668	2404	1211	900	618	365	200	87	27	6	10485	46%
Evolution An 20 à An 25																		
Tiges vivantes	22949	16262	12097	10927	10814	9655	6165	3175	1599	1188	817	483	264	115	35	8		
Mortalité naturelle	1183	838	623	563	557	498	318	164	82	61	42	25	14	6	2	0		
Maintien dans la classe	18359	13010	9678	8741	8651	7724	4932	2540	1279	950	653	386	211	92	28	8		
Classe supérieure	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16		
Passage dans la classe supérieure	4590	3252	2419	2185	2163	1931	1233	635	320	238	163	97	53	23	7	0		
Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Effectifs An 25	24132	17600	12930	11161	10836	9887	6863	3773	1914	1270	891	550	308	145	51	15		
Effectifs exploitables An 25	0	0	0	0	0	0	4941	2717	1378	915	642	396	221	104	37	11	11362	50%



Annexe 6. Principe de calcul de la possibilité forestière

L'exemple pris concerne une forêt n'ayant subi aucune exploitation et considérée comme en situation d'équilibre.

Nous avons la distribution en effectifs suivante :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	+
essence 1	186	128	101	96	85	68	39	17	7	7	0	1	1	0	0	2

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

Surface productive : 200 000 ha.

Surface inventoriée : 1 000 ha.

Durée de rotation : 25 ans

DMA : 80 cm

La première étape consiste à passer des effectifs aux volumes pour chaque classe de diamètre.

Pour cela, on divise l'effectif par la surface inventoriée ; on obtient des effectifs / ha.

On applique un tarif de cubage approprié pour passer à des volumes / ha.

On obtient le tableau suivant :

Essence 1	Cl 1	Cl 2	Cl 3	Cl 4	Cl 5	Cl 6	Cl 7	Cl 8	Cl 9	Cl 10	Cl 11	Cl 12	Cl 13	Cl 14	Cl 15	Cl 16
effectif / ha.	0.19	0.13	0.10	0.10	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
volume / ha.	0.02	0.05	0.09	0.15	0.21	0.25	0.20	0.11	0.06	0.08	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.06

Le DMA de cette essence ayant été fixé à 80 cm, le volume exploitable / ha. est de :

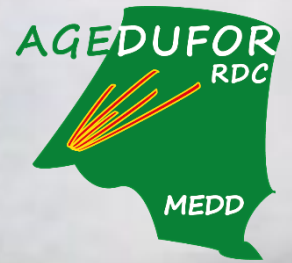
Essence 1 : $V = 0,11 + 0,06 + 0,08 + 0 + 0,02 + 0,02 + 0 + 0 + 0,06 = 0,35$ m³/ha.

La possibilité forestière s'obtient en multipliant le volume/ha. à la surface productive, soit

Essence 1 : $P = 0,35 \times 200\ 000 = 70\ 000$ m³







Version initiale : Juillet 2007

Version révisée : Juin 2017

Document rédigé dans le cadre du projet d'appui à la gestion durable des forêts de RDC **AGEDUFOR**.

Le Projet **AGEDUFOR** est mis en œuvre par le groupement Oréade-Brèche / FRMi / EGIS-International, pour le compte de la Direction des Inventaires et Aménagement Forestiers (DIAF) du Ministère de l'Environnement et Développement Durable de RDC (MEDD) et de l'Agence Française de Développement (AFD).

Photo de couverture : FRMi

