

Université d'Abomey-Calavi (UAC)

Faculté des Lettres, Arts et
Sciences Humaines (FLASH)



Faculté des Sciences et
Techniques (FAST)

ECOLE DOCTORALE
PLURIDISCIPLINAIRE
"ESPACES, CULTURES ET
DEVELOPPEMENT"

Chaire Unesco Science,
Technologie et Environnement
(CUSTE)

Mémoire présenté par : **Denis GNANGUENON GUESSE** pour l'obtention
du Diplôme d'Etudes Approfondies

Option : Géographie et Gestion de l'Environnement

Spécialité : Géoscience et Aménagement de l'espace

N° d'enregistrement/10742812/EDP/GEN



ETUDE COMPARATIVE DE L'EXPLOITATION FORESTIERE CONVENTIONNELLE ET DE L'EXPLOITATION FORESTIERE A FAIBLE IMPACT DANS LES PLANTATIONS DE LA LAMA

Sous la Direction de :

Jean Cossi GANGLO

Professeur Titulaire de Foresterie
Université d'Abomey-Calavi

Membres du Jury :

Président	Christophe S. HOUSSOU Professeur Titulaire (FLASH/UAC)
Examineur	Dr. Clément A. KOUCHADE Maître-Assistant (FAST/UAC)
Rapporteur	Jean Cossi GANGLO Professeur Titulaire (FSA/UAC)

Date de soutenance : le 25/09/2013

Mention : Très Bien

Année Académique: 2008-2009

DEDICACE

A

Ma chère et regrettée épouse feu Sonagnon Brigitte Clarisse DEGUENON pour son amour, ses sages et précieux conseils. Que la terre lui soit légère.

REMERCIEMENTS

La présente étude n'aurait pas pu être réalisée sans le concours de plusieurs personnes à qui je voudrais ici présenter mes sincères remerciements.

Je tiens en premier lieu à remercier le Professeur Docteur Ingénieur Jean Cossi GANGLO qui a accepté de diriger ce mémoire malgré ses multiples occupations. Qu'il trouve ici ma profonde gratitude et mes sincères remerciements. Sa clairvoyance, ses qualités scientifiques et ses conseils m'ont été d'une grande utilité pour la conduite et l'aboutissement de cette étude.

Je remercie tous les enseignants de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire de la FLASH pour les enseignements combien riches qu'ils m'ont dispensés. Mes pensées vont particulièrement vers les Professeurs Michel BOKO, Albert TINGBE–AZALOU et Brice TENTE. Ceci est le signe de ma reconnaissance.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit de mes collègues d'amphithéâtre à qui j'adresse toute ma sympathie pour l'ambiance cordiale qu'ils ont entretenu avec moi pendant les mois passés ensemble. Plus particulièrement je remercie les camarades: Blaise DONOU, Romaric OGOUWALE, Auguste HOUINSOU et Cyriaque AGBON.

J'exprime aussi mes profondes reconnaissances à Monsieur Rémy HOUEHOUNHA pour le soutien qu'il m'a accordé pour mon inscription et la poursuite des études.

Tous mes frères, amis et fils qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de cette œuvre, je voudrais dire mes sincères gratitude.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	2
REMERCIEMENTS	3
SIGLES ET ACRONYMES	8
LISTE DES FIGURES	10
LISTE DES TABLEAUX.....	11
LISTE DES PHOTOS.....	12
LISTE DES ANNEXES	13
RESUME	14
ABSTRACT.....	15
1. INTRODUCTION	16
1.1 Problématique.....	16
1.2 Objectifs et hypothèses de recherche	21
1.2.1- Objectifs.....	21
1.2.2- Hypothèses de recherche	22
CHAPITRE II: LE MILIEU D'ETUDE	24
2.1. Localisation géographique.....	24
2.2 Milieu Biophysique	25
2.2.1. Climat	25
2.2.2. Relief	26
2.2.3. Hydrographie.....	26
2.2.4. Sols	27
2.2.5. Végétation et faune	27
2.3. Milieu humain	28
CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES DE TRAVAIL.....	29
3.1. Matériels de travail	29
3.1.1. Matériel végétal.....	29
3.1.2. Matériel d'abattage.....	31
3.1.3. Matériel de débardage	32
3.1.4. Matériel d'installation des placeaux, placettes et de collecte des données..	33
3.2. Méthodes de travail	34

3.2.1- Brève description de la mise en œuvre de l'exploitation forestière conventionnelle (EFC) pratiquée dans les plantations de l'ONAB	35
3.2.1.1- Le marquage (balivage) des arbres et l'ouverture des pistes de débardage	35
3.2.1.2- L'abattage des arbres	36
3.2.1.3 Le façonnage des grumes.....	37
3.2.1.4 La réception des grumes	38
3.2.1.5- Le débardage des grumes	38
3.2.1.6- Le transport des grumes	40
3.2.2- Mise en œuvre de l'exploitation forestière à faible impact (EFI) dans les plantations de l'ONAB.....	40
3.2.2.1- Formations et matériel des ouvriers	41
3.2.2.2. Critères élaborés pour la mise en œuvre de l'exploitation forestière à faible Impact (EFI).....	41
3.2.2.2.1. Tracé des pistes de débardage et la mise en bandes de la parcelle .	41
3.2.2.2.2. Critères d'abattage.....	41
3.2.2.2.3- Critères de façonnage des grumes.....	42
3.2.2.2.4- Critères de vidange (débardage)	42
3.2.3- Collecte des données de rendement et des impacts	43
3.2.3.1. Collecte des données de rendement.....	43
3.2.3.2. Collecte de données d'analyse des impacts	44
3.2.3.2.1. Technique d'installation des placeaux et des placettes sur les bandes de l'exploitation conventionnelles (EFC).	44
3.2.3.2.2. Technique d'installation des placeaux et des placettes sur les bandes de l'exploitation à faible impact (EFI)	45
3.2.3.2.3- Evaluation des dégâts causés sur les arbres	46
3.2.3.2.4- Evaluation de la surface de sol dérangé par le tracteur.....	47
3.2.3.2- Evaluation des essences de valeur endommagées par l'abattage et le débardage	47
3.2.4- Traitement et analyse des données	47
3.2.5- Analyse statistique des données.....	49
CHAPITRE IV: RESULTATS	51

4.1. Rendement des ouvriers dans le système d'Exploitation Forestière Conventionnelle ou Classique (EFC)	51
4.1.1- Rendement de l'équipe de bûcherons	51
4.1.2. Rendement du débardeur.....	52
4.2. Rendement des ouvriers dans le système d'Exploitation Forestière à Faible Impact (EFI)	53
4.2.1. Rendement de l'équipe de bûcherons	53
4.2.2. Rendement du débardeur.....	55
4.3. Analyse comparative des rendements dans la mise en œuvre de l'Exploitation Forestière Classique (EFC) et l'Exploitation Forestière à Faible Impact (EFI).....	56
4.3.1- Analyse comparative des rendements des bûcherons dans la mise en œuvre de l'EFC et L'EFI.....	56
4.3.2- Analyse comparative des rendements des débardeurs dans la mise en œuvre de l'EFC et L'EFI.....	57
4.4- Evaluation des impacts des deux techniques d'exploitation forestière (EFC et EFI).....	58
4.4.1- Evaluation des impacts des deux techniques sur le peuplement	59
4.4.2 Evaluation des impacts des deux techniques sur le sol.....	63
4.5- Comparaison statistique des impacts des deux techniques (EFC et EFI)	65
4.5.1- Comparaison statistique des impacts des deux techniques sur le peuplement	66
4.5.1.1- Comparaison statistique des différents dégâts des deux systèmes (EFC et EFI) le teck et les essences autochtones.....	66
4.5.1.2- Comparaison statistique des dégâts groupés des deux systèmes (EFC et EFI) sur le peuplement	67
4.5.2- Comparaison statistique des impacts des deux techniques sur le sol	68
5- DISCUSSION.....	69
5.1- Impacts des deux techniques (EFC, EFI) sur le rendement des ouvriers.....	69
5.2- Impacts des deux techniques (EFC, EFI) sur le sol et le peuplement restant	70
5.3 – Proposition de l'intégration de l'EFI dans le plan d'aménagement participatif des plantations domaniales sous gestion de l'ONAB.....	72
5.3.1. Comité d'exploitation forestière à faible impact (Comité EFI).....	74
CONCLUSION.....	78

PERSPECTIVES POUR UNE THESE DE DOCTORAT.....	80
REFERENCES BIBLIGRAPHIQUES.....	82
ANNEXES	86

SIGLES ET ACRONYMES

ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
CEP	Cellule d'Encadrement Participatif
COGEPAF	Comité de Gestion Participative des Forêts
CIFOR	Center for International Forestry Research
D	Diamètre médian de la grume (cm)
DC	Division Contentieux
DEF	Division Exploitation Forestière
DGFRN	Direction Générale des Forêts et des Ressources Naturelles
DPCEF	Direction des Politiques et du Contrôle de l'Exploitation Forestière
DRU	Division Relation avec les Usagers
EFC	Exploitation Forestière Conventiennelle ou Classique
EFI	Exploitation Forestière à Faibles Impacts
ETP	Evapotranspiration Potentielle
FAO	Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FLASH	Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines
GPS	Global Position System (Système Global de positionnement)
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Agence de Coopération Technique Bilatérale Allemande)
IBB Sa	Industrie du Bois du Benin Sarl
Li	Longueur de la grume (m)
MF	Massey-Ferguson
MIFOR	Mission Forestière Allemande
n	nombre de grumes
OVIGEPAF	Organisation Villageoise de Gestion Participative des Forêts
ONAB	Office National du Bois
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PAP	Plan d'Aménagement Participatif
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat

RNIE:	Route Nationale Inter - Etat
SNAFOR	Société Nationale pour le Développement Forestier
UAC	Université d'Abomey-Calavi
UEF	Unité Exploitation Forestière
UGF	Unité Gestion des Forêts
UPSEC	Unité Planification Suivi Evaluation et Contrôle
Vi	Volume (m ³) de grumes abattues ou débardées

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Forêt classée de la Lama dans le bas Bénin	24
Figure 2: Secteur forestier de Massi	24
Figure 3: Parcelle 11 et la sous-parcelle 11a de Massi	25
Figure 4: Installation des placeaux et des placettes dans la bande (EFC)	45
Figure 5: Installation des placeaux et des placettes dans la bande(EFI).....	46
Figure 6:Diagramme d'intégration des techniques de l'EFI au plan opérationnel.....	77

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Rendement journalier du bûcheron dans le système d'Exploitation Forestière Conventiennelle (EFC)	52
Tableau 2: Rendement journalier du débardeur dans le système d'Exploitation Forestière Conventiennelle (EFC)	53
Tableau 3: Rendement journalier du bûcheron dans le système d'Exploitation Forestière à Faible Impact (EFI)	54
Tableau 4: Rendement journalier du débardeur dans le système d'Exploitation Forestière à Faible Impact (EFI)	55
Tableau 5: comparaison des rendements des bûcherons dans les deux systèmes d'Exploitation Forestière étudiés	57
Tableau 6: Comparaison des rendements des débardeurs dans la mise en œuvre de l'EFC et de l'EFI.....	58
Tableau 7 : Présentation des données des différents types de dégâts des deux systèmes (EFC et EFI) sur le peuplement restant	60
Tableau 8: Evaluation des dégâts sur le teck et les essences autochtones.....	62
Tableau 9 : Evaluation des superficies dérangées dans les deux systèmes d'exploitation forestière (EFC et EFI).....	64
Tableau 10: Comparaison des catégories des dégâts des deux systèmes (EFC et EFI) sur le peuplement	67
Tableau 11: Comparaison des dégâts regroupés des deux systèmes (EFC et EFI) sur le teck et les essences autochtones.....	68
Tableau 12: Comparaison des dégâts des deux systèmes (EFC et EFI) sur le sol.....	68

LISTE DES PHOTOS

Photo 1:Etat du peuplement de la sous parcelle 11a.....	30
Photo 2: Matériel d'abattage.....	32
Photo 3: Le tracteur MF 440.....	32
Photo 4; Matériel de collecte des données.....	34
Photo 5: Une interligne préparée pour servir de piste de débardage	36
Photo 6: Une équipe de bûcherons dans une opération d'abattage d'un pied de teck	36
Photo 7: Opérations du déhanchement des contreforts d'un arbre	37
Photo 8: Une équipe de bûcherons procède au façonnage des grumes	37
Photo 9: La mesure de la longueur et le marquage du milieu de la grume.....	38
Photo 10: Une équipe prenant les deux mesures du diamètre médian de la grume.....	38
Photo 11: Une opération de débardage des grumes à bras d'hommes	39
Photo 12: Un tracteur MF 440 en cours de débardage dans le cadre de l'EFC	39
Photo 13: a) Lieu de d'entreposage des grumes en forêt b) Lieu d'entreposage des grumes en scierie.....	40
Photo 14: a) Un camion grumier chargeant des grumes b) Un camion grumier ramenant les grumes à l'usine de Saclo	40
Photo 15: Un tracteur MF 440 en cours (maintenu sur la piste) de débardage dans le cadre de l'EFI.....	43
Photo 16: Un pied de <i>Ceiba pentandra</i> étêté au cours de l'abattage.....	63
Photo 17: Un pied de <i>Tectona grandis</i> écorché.....	63
Photo 18: Un pied de <i>Diospiros mespiliformis</i> écorché	63
Photo 19: Piste principale décapée lors de l'empilage des grumes	65
Photo 20:Etat d'un sol décapé au cours des opérations de débardage.....	65
Photo 21 : Piste de débardage sérieusement dérangée.....	65

LISTE DES ANNEXES

Annexes 1:Fiche d'évaluation de la journée de travail du bûcheron.....	87
Annexes 2: Fiche d'évaluation de la journée de travail des débardeurs.....	88
Annexes 3: Fiche d'évaluations des dégâts causés par les arbres et les tracteurs	89

RESUME

La présente étude vise à contribuer à la gestion durable de la forêt classée de la Lama. Cette forêt s'étend entre 6°56' et 7° de latitude Nord et 2°8' et 2°15' de longitude Est dans la partie méridionale du Bénin. L'étude s'inscrit dans une problématique récente, la mise en place des méthodes d'exploitation à faible impact dans les plantations forestières de l'ONAB, objet de vente de coupe sur pieds aux industriels de bois et aux exploitants privés, dans un contexte international où la conscience de la préservation, de la gestion et d'une meilleure connaissance de l'écosystème forestier tropical est devenue une priorité.

La démarche méthodologique adoptée est axée sur la recherche documentaire, les observations directes et les investigations sur les parterres de coupe. Elle a permis la collecte des données et informations nécessaires pour l'étude de la rentabilité de l'Exploitation Forestière Conventionnelle (EFC) et de l'Exploitation Forestière à faible impact (EFI). L'évaluation de la journée de travail de l'équipe de bûcheronnage et celle du débardage est faite à travers le volume de grumes façonnées ou débardées dans la journée. L'analyse des impacts des deux systèmes d'exploitation est faite sur la base des dégâts causés aux arbres de la plantation, aux essences autochtones de valeur et à la surface de sol dérangé par le tracteur.

L'analyse comparative des résultats de l'exploitation forestière conventionnelle et de l'exploitation forestière à faible impact montre que le volume grumes façonnées par l'équipe de bûcheronnage par jour est de 5,38 m³ dans l'EFC et de 4,78 m³ dans l'EFI, soit une réduction de 11,34% du rendement journalier. Le volume de grumes débardées par jour par l'équipe de débardage est de 11,51 m³ dans l'EFC et de 8,12 m³ dans l'EFI, soit une réduction de 29,45% par rapport au rendement de l'EFC. L'expérimentation a montré que les techniques d'exploitation forestière à faible impact ont permis une réduction de plus de 55% des dégâts totaux occasionnés sur le peuplement par rapport à l'exploitation forestière conventionnelle. La surface dérangée par le tracteur MF440 est de 2266,67m² à l'hectare dans le système d'exploitation forestière conventionnelle et de 631,25 m² à l'hectare dans le système d'exploitation forestière à faible impact, soit une réduction de plus de 72%.

Mots clés: Exploitation forestière conventionnelle (EFC), exploitation forestière à faible impact (EFI), dégât, Gestion durable, forêt de Lama, Bénin.

ABSTRACT

This study aims to contribute to the sustainable management of the Lamaforest reserve. This forest is located between 6 ° 56 ' and 7 ° North and 2 ° 8' and 15 ' from 2 ° longitude in the southern part of Benin. The study is part of a recent issue, the implementation of operating methods with low impact in the forest plantations of ONAB which is involved in selling timber to industrial and private timber operators in an international context in which the consciousness of the preservation, management and a better understanding of the tropical forest ecosystem is a priority.

The methodological approach is based on documentary research, direct observations and investigations on a large quantity of timbers. It has allowed the collection of data and information necessary for the study of the profitability of the EFC and EFI. The evaluation of the working day of the logging and skidding teams is carried out through the volume of processed or skidded logs in the day. The analysis of the impacts of the two operating systems is made on the basis of damage to tree planting, the valuable indigenous species and the soil surface damaged by tractors.

The comparative analysis of the results of the conventional logging and the reduced impact of logging shows that the logs volume processed by logging team per day is 5.38 m³ in EFC and 4.78 m³ in the EFI, a reduction of 11.34% of the daily performance. The volume of logs skidded per day by the hauling team is 11.51 m³ in the EFC and in the EFI 8.12 m³, a reduction of 29.45% compared to the performance of the EFC. The experiment showed that the logging low-impact techniques have resulted in a reduction of more than 55% of total damage on the woods compared to conventional logging. The damaged area by MF440 tractor is 2266.67 m² per hectare in conventional logging system and 631.25 m² per hectare in the low-impact logging system, a reduction of more 72%.

Keywords: Conventional Logging (EFC), low-impact logging (EFI), damage, sustainable management, Lama forest, Benin.

11. INTRODUCTION

1.1 Problématique

Les dégâts occasionnés par l'exploitation mécanisée en forêt tropicale furent longtemps considérés comme négligeables et bien souvent jugés comparables à ceux engendrés par le phénomène à l'origine de la régénération naturelle de la forêt: le chablis. Cette idée reçue était sans doute liée à la nature sélective de l'exploitation qui, du moins au début de son histoire, ne concernait que quelques tiges à l'hectare. Or, dès les années 1950-60, quelques pionniers comme Nicholson (1958), au Sabah, démontraient déjà le caractère destructeur de l'exploitation, pouvant endommager plus de la moitié du peuplement d'origine. Plus tard, d'autres études en Asie et en Amérique latine confirmaient ces résultats créant ainsi une véritable prise de conscience des conséquences écologiques et sylvicoles d'une exploitation incontrôlée (Estève, 1983; Jonkers, 1987; Hendrison, 1989) et cité par Sist, 2000).

Une des conséquences de l'exploitation forestière est la création de trouée dans la canopée. Dans certaines limites, les conséquences écologiques de ces trouées sont similaires à celles d'un chablis naturel et au phénomène de cicatrisation qui s'en suit. Dans les conditions optimales, l'exploitation sélective de quelques gros arbres par hectare ne change pas de manière significative la structure de la forêt. Toutefois, selon les auteurs (Bertault 1992, Hawthorne 1994, Duppy et Bertault 1997) cités par Durrieu de Madron et al. en 1998, les dégâts sur le peuplement sont directement liés au mode et à l'intensité des opérations d'exploitation et les phénomènes de passages successifs pour de nouvelles exploitations peuvent amener des perturbations et des modifications importantes dans le peuplement, entre autres dans sa composition floristique avec l'appauvrissement en essences de grande valeur commerciale, des conséquences sur certaines espèces rares utilisées pour d'autres usages que le bois d'œuvre par exemple le Moabi (*Baillonella toxisperma*), au Cameroun ainsi que des conséquences indirectes telles qu'une sensibilité accrue aux incendies. De plus, la diminution du stock commercial, parfois très importante, rend l'exploitation suivante hypothétique. Sans vision d'ensemble, on a l'impression en parcourant une forêt qui venait d'être

exploitée, d'un saccage de celle-ci et d'un gaspillage important de bois (Durrieu de Madron, Forni et Mekok 1998).

Devant l'étendue des dégâts d'exploitation, les groupes de pression écologistes se sont opposés de manière unanime à toute exploitation des forêts tropicales. Mais depuis la conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le développement en 1992, un changement d'attitude s'est opéré en faveur du développement d'un code international des pratiques durables d'exploitation forestière. A peu près à la même époque, de nombreuses agences de développement et des ONG ont commencé à promouvoir les techniques d'exploitation à faible impact comme une stratégie possible pour une gestion durable des forêts tropicales (Durrieu de Madron, Forni et Mekok 1998).

Tout aménagement viable des forêts suppose nécessairement que leur exploitation et toutes les activités qui lui sont associées, ne portent pas atteinte à leur capacité de régénération, ni n'empêchent d'en tirer les produits et services indispensables à la prospérité des générations présentes et futures. De saines pratiques d'exploitations devraient permettre de remplir cette condition, même si leur adoption peut soulever des difficultés (FAO, 1996).

L'Office National du Bois ayant pour mission d'assurer efficacement la gestion durable des plantations forestières notamment celles de teck en vue de garantir une production soutenue, mène, depuis 1983, avec l'aide de la Mission Forestière Allemande (MIFOR-GTZ), des activités d'exploitation forestière dans les plantations de Teck dont la superficie avoisine de nos jours 15 000 ha. Ces plantations sont dotées de plans d'aménagement régulièrement révisés tous les dix ans.

Depuis 1989, plusieurs réformes ont été opérées dans le secteur forestier béninois et des dispositions législatives et réglementaires sont prises pour favoriser l'accès des communautés rurales aux ressources naturelles en général et celles forestières en particulier. Il s'agit surtout de la nouvelle politique forestière adoptée en 1994 et la loi 93-009 du 2 juillet 1993 portant régime des forêts promulguée et

divulguée en République du Bénin et de son décret d'application 96-271 du 2 juillet 1996.

L'Office National du Bois (ONAB) utilise depuis 1996 une approche de gestion participative des teckeraies domaniales d'Agrimey, de Djigbé, de Toffo et de la Lama avec les populations riveraines organisées en structures villageoises de gestion participative de la forêt. Cette nouvelle politique forestière vise à assurer une gestion durable des forêts en plaçant l'homme au centre de cette gestion. Toutes les populations riveraines des forêts et des plantations sous la gestion de l'ONAB sont ainsi organisées en organisations villageoises (OVIGEPAF et COGEPAF) pour surveiller les forêts contre les incendies et les coupes frauduleuses. En retour l'ONAB met à leur disposition les sous produits de la forêt (les rémanents d'exploitation forestière, les perches et les petites grumes etc..). Elles participent activement à toutes les activités sylvicoles et d'exploitation forestière. Le plan d'aménagement élaboré en 2004, en est une illustration. Il définit toutes les formes de participation des populations dans le processus de gestion participative des forêts. Ce qui lui confère son nom de plan d'aménagement participatif.

De même, depuis 2004, l'ONAB a démarré avec les opérateurs et industriels privés de bois la vente de coupes sur pied. L'aboutissement du processus de la cession partielle de l'Industrie du Bois du Bénin (IBB Sa), la filiale industrielle de l'ONAB en décembre 2009, concède plus de 85 % de l'exploitation forestière des plantations planifiées annuellement dans les plans d'aménagement participatifs au repreneur de IBB Sa et autres industriels et exploitants privés. Et ce, dans une période où le monde entier et l'opinion internationale œuvrent pour la mise en place des méthodes de réduction des dégâts occasionnés par l'exploitation forestière.

Les techniques d'exploitation forestière à faibles impacts (EFI), récemment introduites en forêt tropicale, sont considérées aujourd'hui comme un des outils majeurs pour la gestion durable de ces forêts (Dyksta et Heinrich, 1996). Les méthodes d'exploitation à faible impact visent à réduire les dégâts provoqués par les différentes opérations d'exploitation forestière sur le peuplement lui-même et sur le sol forestier,

par la mise en œuvre d'un certain nombre de dispositions pratiques (SIST, 2000). Son objectif est de préserver au mieux les ressources en bois mais aussi d'assurer le maintien des autres fonctions de l'écosystème forestier d'un point de vue écologique, économique et social. Elle consiste en l'application de techniques d'exploitation planifiées et conduites dans un but de réduire les impacts sur l'écosystème forestier dans son ensemble (Yeboa, Brechet et Soengas, 2004).

En Afrique centrale, les quelques études réalisées à grande échelle (Durrieu de Madron et al., 1998 ; Parren, 1998 ; Jonkers, 2000) montrent que l'adoption de pratiques rationnelles d'exploitation (planification de réseaux routiers et de pistes, réalisation d'un inventaire d'exploitation soigné, déhanchement des contreforts avant abattage, etc.) permettent d'augmenter la production à l'hectare tout en réduisant les dommages au peuplement. D'autres préconisations classiques des manuels d'EFI paraissent par contre inefficaces (abattage directionnel) dans la réduction des dégâts ou même dangereuse (délianage) pour la diversité (Kiboko Mwarabu, 2006).

Dans le système d'exploitation forestière classique (EFC) en forêt semi-décidue, selon Durrieu de Madron et al. (1998), rapportés à l'hectare, les dégâts causés par l'abattage sont de l'ordre de 2% de la surface exploitée. Ce chiffre est à comparer au nombre de tiges abattues qui est de moins d'une à l'hectare. Le taux de dégâts directs dû à l'abattage est évidemment une fonction du nombre de tiges prélevées. Un m² exploité pour le bois d'œuvre provoque des dégâts sur 4,3 m² de surface terrière. En Centrafrique, selon De Chatelperron et Commerçon (1986) et cité par Durrieu de Madron et al. (1998), pour une exploitation de 3,7 tiges par hectare en forêt semi-décidue, la surface moyenne de trouées dues à l'abattage était de 350 m² par pied exploité, affectant 13% de la surface de la forêt. Pour le même nombre de tiges à l'hectare, la surface moyenne des trouées dues au débardage était de 200 m² par pied exploité, affectant 7,4% de la surface de forêt. En Côte d'Ivoire, en forêt secondaire, selon Sangaré (1990), cité par Dupuy (1998) et par Durrieu de Madron et al. (1998), pour des arbres de taille moyenne (40 à 50 cm de diamètre, issus d'étages intermédiaires et à houppier étriqué comme le Pouo (*Funtumia* sp)), la surface moyenne de la trouée est d'environ 50 m² par arbre abattu. Pour des arbres de diamètre

de 50 à 60 cm, l'impact au sol du débardage pour différentes intensités d'exploitation a été évalué (Brevet et al. 1992), soit respectivement une surface de sol atteinte de 140 et 2365 m²/ha pour un débardage de 0,4 et 25,9 tiges par hectare.

Depuis sa création en 1993, le CIFOR (Center for International Forestry Research) a donné priorité à des études destinées à évaluer les effets écologiques d'une exploitation forestière à faible impact. Les études antérieures menées par le CIFOR et autres institutions ont montré que les dommages pour le milieu peuvent être réduits par l'emploi des techniques adaptées à chaque station particulière. Parmi leurs conclusions, il a été démontré que les méthodes à faible impact permettent de réduire de 25 pour cent les dommages causés au sol par les engins lourds, et conduisent à un gain allant jusqu'à 50 pour cent du «stockage du carbone» par la végétation subsistante. Dans certaines expériences d'exploitation à faible impact dans les forêts tropicales de plaine, le dommage au sol et aux régénérations préexistantes a été réduit d'environ 50 pour cent par rapport aux méthodes classiques (CIFOR, 1998).

A l'Office National du Bois (ONAB), l'exploitation forestière est réalisée dans les parcelles régulièrement planifiées dans les plans d'aménagement participatifs révisés tous les dix ans. Les arbres coupés sont préalablement marqués (balivés). Les plantations sont alimentées de pistes latérisées bien que ces dernières paraissent insuffisantes dans des parcelles qui avoisinent chacune en grande partie une centaine d'hectares. Les opérations (balivage, abattage, numérotation des grumes et débardage etc.) d'exploitation forestière sont exécutées par des structures indépendantes, des prestataires de service à qui l'ONAB sous-traite les activités suivant des clauses bien définies. Depuis la fin de 2009, après la cession partielle de la branche industrielle de l'office, la plupart des opérations précitées sont réalisées par des industriels, des commerçants de bois autres des exploitants privés qui sous-traitent les travaux à des ouvriers sans expérience dans le domaine de l'exploitation. De même, les mutations qui se produisent au niveau de l'Unité Exploitation Forestière de l'ONAB ne favorisent guère une poursuite des bonnes pratiques en matière d'exploitation forestière. Ceci compromet dangereusement la mise en œuvre correcte des plans d'aménagement participatifs élaborés avec les populations riveraines. Face à cette

situation désastreuse pour une gestion durable et soutenue des plantations, la promotion de la régénération naturelle des essences autochtones et partant la conservation de la biodiversité, il s'avère nécessaire d'asseoir une base d'exploitation forestière à faible impact (EFI) pour les plantations sous gestion de l'ONAB.

Comme l'a si bien souligné Mignanwandé (2009), peu d'auteurs comme Assouma (1985), ont abordé dans leurs travaux de recherche, l'exploitation forestière dans les plantations (peuplements artificiels). Au Bénin, même si seuls les travaux de Mignanwandé (2009) abordent la question et nous renseignent juste sur l'importance des dégâts occasionnés par l'exploitation forestière conventionnelle, aucune étude ne présente la mise en œuvre d'une exploitation forestière à faible impact et encore moins la compare objectivement et scientifiquement à une exploitation forestière conventionnelle ou classique. D'où la présente recherche pour analyser et comparer les impacts des systèmes d'exploitation forestière conventionnelle et à faible impact utilisés dans les forêts domaniales de notre pays. Sur la base de cette étude, nous tenterons de faire une suggestion de méthodes d'exploitation forestière aux autorités, aux industriels, aux commerçants de bois, aux exploitants forestiers privés et à tout usager du bois pour la conservation de l'écosystème forestier.

1.2 Objectifs et hypothèses de recherche

1.2.1- Objectifs

L'objectif général de cette étude est de comparer l'exploitation forestière conventionnelle (EFC) et l'exploitation forestière à faible impact (EFI) dans les plantations forestières de la Lama.

Spécifiquement, il s'agira de:

- ✚ **O₁**: Etudier l'organisation et la rentabilité économique de l'exploitation forestière classique;
- ✚ **O₂**: Définir le cadre conceptuel de la mise en place d'une EFI;
- ✚ **O₃**: Mettre en œuvre à titre expérimental l'exploitation forestière à faible impact;

- ✚ **O₄**: Etudier l'organisation, les contraintes et la rentabilité économique de l'exploitation forestière à faible impact;
- ✚ **O₅**: Comparer les résultats de l'exploitation forestière classique à ceux de l'exploitation forestière à faible impact;
- ✚ **O₆**: Faire des recommandations aux gestionnaires des forêts, aux industriels du bois, aux exploitants forestiers et à tous usagers du bois par rapport à une méthode d'exploitation forestière capable d'assurer la conservation et la gestion durable des forêts.

1.2.2- Hypothèses de recherche

Pour atteindre ces objectifs, les hypothèses et questions de recherche suivantes sont formulées:

- **H1 : L'exploitation forestière classique est économiquement rentable et bien organisée**
 - ❖ Q1 : Quels sont les différents éléments qui caractérisent une exploitation forestière classique?
 - ❖ Q2 : Quels sont les différents acteurs impliqués dans un système d'exploitation forestière classique et quels sont leurs rôles?
 - ❖ Q3 : Quels sont les avantages techniques, économiques et les inconvénients d'une exploitation forestière classique?
 - ❖ Q4 : Quels sont ses impacts écologiques et sociologiques?
- **H2: L'exploitation forestière à faible impact est économiquement moins rentable que l'exploitation forestière classique**
 - ❖ Q1 : Quels sont les différents éléments qui caractérisent une exploitation forestière à faible impact?
 - ❖ Q2 : Quels sont les différents acteurs impliqués dans un système d'exploitation forestière à faible impact et quels sont leurs rôles?

- ❖ Q3 : Quels sont les facteurs techniques, financiers, sociologiques et écologiques utilisés en exploitation forestière à faible impact?
 - ❖ Q4 : Quels sont les avantages et inconvénients des différents mécanismes d'exploitation forestière à faible impact étudiés?
- **H3: La mise en œuvre d'un système d'exploitation forestière à faible impact améliore la conservation des ressources forestières et de l'environnement.**
- ❖ Q1: Quels sont les impacts du système d'exploitation forestière à faible impact sur la conservation des ressources forestière?

CHAPITRE II: LE MILIEU D'ETUDE

2.1. Localisation géographique

Le secteur forestier de Massi occupe la partie nord-est du domaine classé de la Lama dans le bas Bénin. Il est situé à une centaine de kilomètres de la côte et s'étend entre les latitudes 6°56' et 7° nord et les longitudes 2°8' et 2°15' est. Cette forêt est limitée à l'est par une bande de domaine privé qui fait corps avec la Route Nationale Inter - Etat n°2 (RNIE 2) à l'ouest et au sud respectivement par les secteurs forestiers de Koto et d'Akpè. La forêt est accessible par une piste qui la rattache à la RNIE 2 à la hauteur du village de Lonmè (ONAB – PAP, 2005). La figure 1 présente la situation géographique de la forêt classée de la Lama où se trouve le secteur de Massi (figure 2).

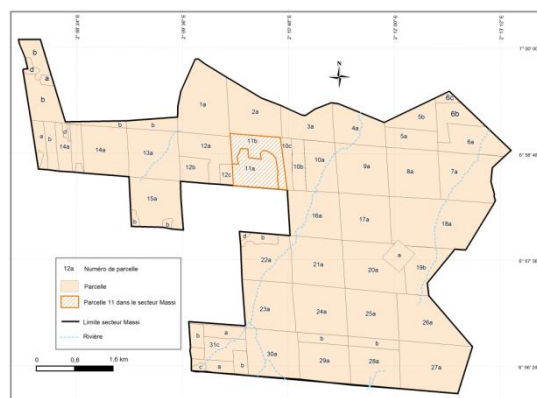
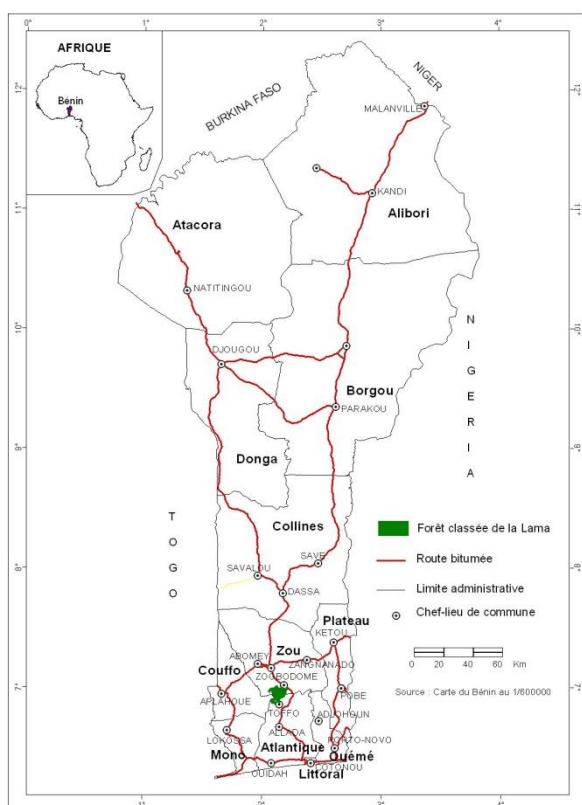


Figure 1: Forêt classée de la Lama dans le bas Bénin Figure 2: Secteur forestier de Massi

Le secteur forestier de Massi est composé de 31 parcelles dont la parcelle 11. Cette dernière est subdivisée en trois sous-parcelles dont la sous-parcelle 11a, objet de la

présente étude. Elle a été choisie compte tenu de sa composition floristique et structurale. Son sous-bois est riche en régénération naturelle d'essences autochtones. Elle est régulièrement planifiée dans le plan d'aménagement de l'office pour passer en coupe d'éclaircie. Elle est programmée et préparée par les techniciens de l'office pour passer en coupe d'éclaircie (Figure 3).

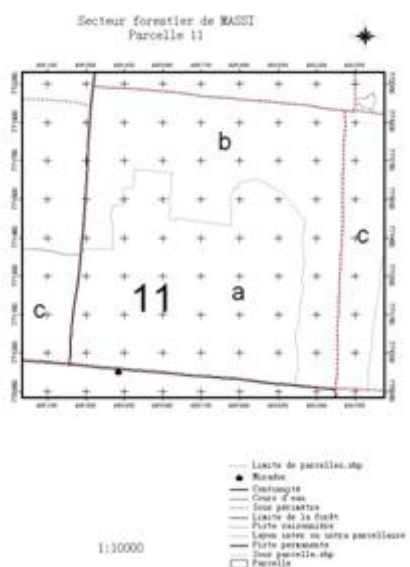


Figure 3: Parcelle 11 et la sous-parcelle 11a de Massi

2.2 Milieu Biophysique

2.2.1. Climat

Le climat correspond à la distribution statistique des conditions atmosphériques dans une région donnée pendant une période de temps donnée. Il est l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un point de la surface du globe terrestre. Il conditionne sans nul doute la bonne exécution des travaux d'exploitation forestière (Gachon, 2000 cité par Zimazi, 2009).

Le secteur de Massi ne dispose pas d'une station météorologique. Les données utilisées dans le cadre de cette étude proviennent de la station météorologique de Bohicon.

Le secteur forestier de Massi est soumis à l'influence d'un climat subéquatorial à deux saisons sèches et deux saisons de pluie.

Les mois de novembre à mars sont caractérisés par de faibles précipitations. En effet ces mois correspondent à la grande saison sèche dans le sud du Bénin (Boko et Adam, 1993). Du mois d'avril au mois de Juillet, les hauteurs de pluie sont assez élevées et représentent la grande saison pluvieuse. Aussi, sur la période 1940-2005 la pluviométrie moyenne annuelle est de 1100 mm.

La température moyenne mensuelle varie entre 25° C et 29° C. Les températures les plus basses sont enregistrées dans les mois de juillet et août et varient entre 21 et 24 °C.

2.2.2. Relief

La dépression de la Lama, dont fait partie le secteur forestier de Massi, est un vaste sillon orienté est-ouest (Viennot, 1966). Elle sépare le plateau d'Abomey au nord de celui d'Allada au sud. Son raccordement au plateau d'Allada se fait par une pente notable (5 %) tandis qu'une pente douce la prolonge au nord. Le secteur est marqué par un relief très peu accidenté. L'altitude moyenne au sol est de 60 m. Les points de plus basse altitude (moins de 30 m) correspondent au talweg des marigots (ONAB, 2004).

2.2.3. Hydrographie

Le réseau hydrographique du secteur forestier de Massi est relativement pauvre. Le secteur de Massi est desservi d'est en ouest par une série de cours d'eau *Loué, Da, Hoho*. Ils collectent les eaux du secteur en direction du lac *Hlan* au nord-est et ont un régime saisonnier. Leur lit est quasiment asséché en saison sèche (ONAB, 2004).

2.2.4. Sols

Le domaine classé de la Lama est entièrement situé dans le bassin sédimentaire côtier du sud Bénin. Le support pédologique des plantations forestières de Massi est constitué de deux groupes de sol: les sols sablo-argileux et les vertisols (Slansky, 1962; Viennot, 1966).

Le relief peu accidenté et la faible perméabilité induisent un drainage quasi inexistant. Il en résulte un engorgement de ces sols sur une bonne partie de la saison pluvieuse.

2.2.5. Végétation et faune

Le secteur de Massi compte une forêt naturelle d'une superficie de 1 500 ha et une plantation forestière d'une superficie de 3 211 ha. La forêt classée de la Lama appartient au domaine des forêts denses semi-décidues (Paradis & Houngnon, 1977, Akouegninou, 1984 et Hounkpèvi *et al.* 2011). Ces auteurs définissent la forêt de la Lama comme une forêt dense, basse, semi-décidue, périodiquement inondée par les eaux de pluie. De part leur répartition régulière et leur abondance les espèces comme *Dialium guineense*, *Diospyros mespiliformis* et *Mimusops andongensis* impriment un visage particulier à cette végétation.

On y rencontre des espèces fauniques comme *Lepus crawshayi*, *Thryonomys swinderianus*, *Helioscirus gambianus*, *Manis gigantea*, *Galago senegalensis*, *Cercopithecus spp*, *Potamocheirus porcus*, *Tragelaphus spp*, *Cephalophus*, *Spp*, etc.

La faune aviaire y est aussi très diversifiée et le Noyau Central constituerait selon Emerich et al. (1999) le dernier refuge des espèces comme le calao à huppe blanche (*Tockus albocristatus*), la pintade huppée (*Guttera pucherani*), le pigeon à nuque bronzée (*Columba iriditorques*) etc. (ONAB-PAP, 2005).

2.3. Milieu humain

La densité de la population autour de la forêt classée de la Lama est relativement élevée (60 à 120 habitants au km²) (ONAB-PAP, 2005). Cette population se trouve dans les arrondissements de Sèhouè, Massi et Zoukou qui comptent 28219 habitants d'après le RGPH3. La population de la forêt classée de la Lama est constituée majoritairement de l'ethnie Aïzo. La population riveraine du secteur de Massi, portion Nord-Est du domaine classé de la Lama, est composée majoritairement de deux groupes ethniques: les Fons des plateaux d'Abomey et d'Allada et les Hollis venus pour la plupart de Pobè.

CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES DE TRAVAIL

Plusieurs approches méthodologiques et complémentaires ont été utilisées dans cette étude.

Dans une première phase, il a été question de l'étude documentaire qui a permis de prendre connaissance des résultats obtenus dans la mise en œuvre de l'exploitation forestière à faible impact (EFI) dans les forêts naturelles surtout de l'Afrique centrale, occidentale, de l'Amérique latine et d'Asie. Elle a été suivie par la localisation des parcelles programmées par l'ONAB en coupe d'éclaircie futaie.

La méthode d'exploitation forestière classique ou conventionnelle (EFC) appliquée jusqu'à présent par l'ONAB a été suivie et étudiée sur des bandes dans la parcelle 11a de Massi. Des critères ont été élaborés et mis en œuvre dans le cadre de l'exploitation forestière à faible impact (EFI). Les études sont menées dans les deux systèmes d'exploitation sur le rendement des ouvriers, les impacts physiques observés sur le peuplement restant et le sol.

3.1. Matériels de travail

Durant l'expérimentation sur le terrain, quatre lots de matériels sont utilisés. Il s'agit du matériel végétal, du matériel d'abattage, du matériel de débardage et du matériel d'installation des placettes.

3.1.1. Matériel végétal

L'expérimentation a eu lieu dans la parcelle 11a du secteur forestier de Massi, une plantation de *Tectona grandis*, installée en 1990. Selon les inventaires forestiers de 2004, la densité moyenne à l'hectare du peuplement principal est de 289 pieds/ha dont 282 pieds de teck de 26 cm de diamètre moyen et 7 pieds d'autres essences comme le Gmelina (*Gmelina arborea*), le cedrela (*Cedrela odorata*), le fraké (*Terminalia*

superba) et le caïlcédrat (*Khaya senegalensis*) de 32cm de diamètre moyen et de surface terrière de 16 m²/ha.

Le sous-bois de cette parcelle regorge assez d'essences autochtones de valeur entretenues durant les différentes activités sylvicoles (ONAB, 2005). Elles atteignent une densité moyenne de 25 plants à l'hectare et composées d'essences comme *Azelia africana*, *Antiaris toxicaria*, *Anogeissus leiocarpa*, *Diospyros mespiliformis*, *Ceiba pentandra*, *Dialium guineensis*, *Holarrhena floridundia*, *Zanthoxylum xanthoxyloides*, *Ficus Sp*, *Milicia excelsa*, *Elaeis guineensis* et autres

La sous-parcelle 11a de Massi est mise en place sur un vertisol plat, profond et possède une superficie de 58,2 ha. Elle bénéficie d'un couvert fermé, d'une stabilité suffisante et d'un état sanitaire satisfaisant. Le sous-étage se caractérise par une végétation arbustive avec du *Chromolaena odorata* épars et des rejets de teck légers.



Photo 1:Etat du peuplement de la sous parcelle 11a

Source: GUESSE D. janvier 2010

3.1.2. Matériel d'abattage

Différents matériels sont utilisés dans la réalisation de l'opération d'abattage comme le présente la photo 2. Avant le démarrage de la coupe, une machette est utilisée pour nettoyer le pourtour de l'arbre et procéder à l'élimination des lianes pouvant empêcher la chute de l'arbre. L'équipe de bûcheronnage se sert d'une hache pour préparer l'entaille de direction. Une paire de scies passe-partout est ensuite utilisée pour l'abattage des arbres et le façonnage des grumes. L'équipe emploie la scie en arc pour l'ébranchage de l'arbre abattu. Elle se sert de la masse métallique pour enfoncer les coins dans le bois. Pour ce qui concerne les coins, deux différents types de coins sont utilisés tout au long de l'opération d'abattage. Les grands coins sont utiles dans l'orientation de l'arbre dans la direction choisie et les petits coins facilitent la pénétration de la scie passe-partout dans le bois au cours du façonnage. D'autres matériels comme le tourne-billes et le mètre en bois sont respectivement utilisés par les bûcherons pour faire tomber les arbres accrochés et mesurer les grumes durant le façonnage. Sur le plan sécuritaire, les casques et les bottes sont utilisés comme matériel de protection et une boîte à pharmacie est aussi présente pour les premiers soins en cas de blessure ou d'accident.

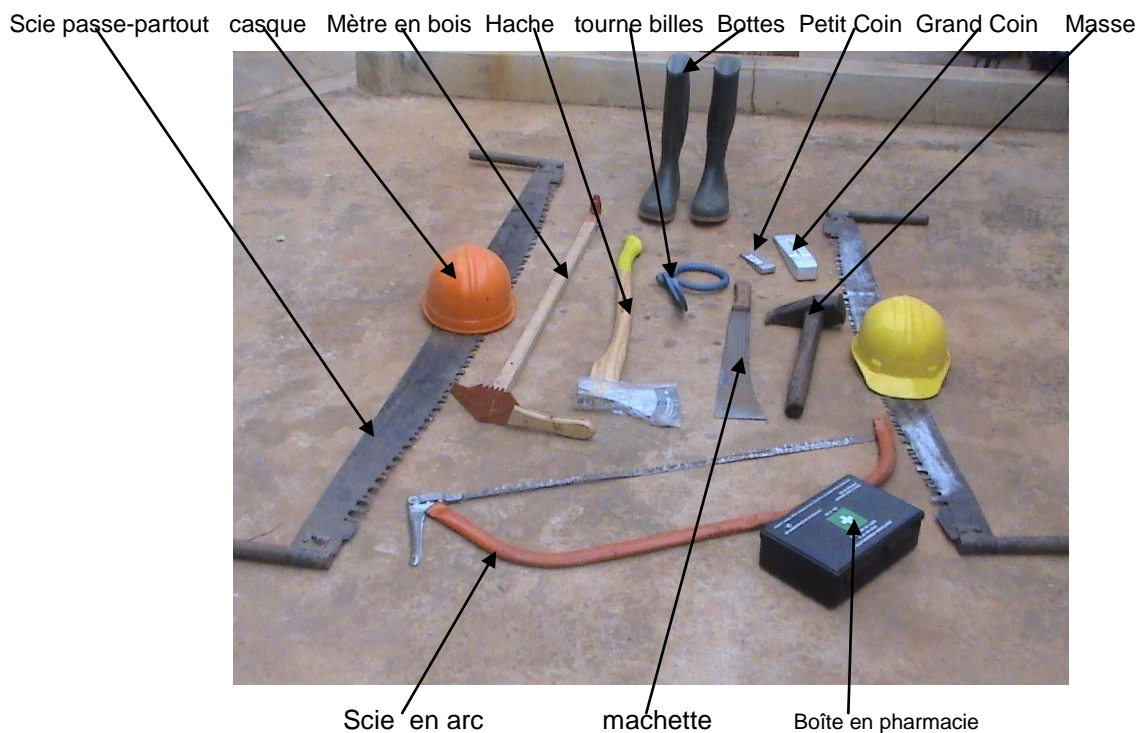


Photo 2: Matériel d'abattage
Source: GUESSE D. janvier 2010

3.1.3. Matériel de débardage

L'opération de débardage est réalisée par le tracteur de marque Massey Furgueson 440 (MF 440) avec les accessoires pour le débardage à savoir treuil, chaînes, câbles, roulettes, crochets etc. Le tracteur MF 440 (photo 3) possède un moteur à 4 cylindres avec une puissance nominale de 82 kW. Le matériel de protection (gants, cache-nez, etc.) est aussi fourni au conducteur et aux aide-débardeurs.



Photo 3: Le tracteur MF 440
Source: GUESSE D. Février 2010

3.1.4. Matériel d'installation des placeaux, placettes et de collecte des données

Au cours des travaux relatifs à l'installation des bandes d'expérimentation, des placeaux, des placettes, la délimitation des pistes de débardage et la prise des données dendrométriques, différents matériels sont utilisés comme le présente la photo 4. Les cartes topographique et parcellaire du secteur de Massi ont été utilisées pour l'orientation et l'ouverture des pistes de débardage et des bandes d'expérimentation. Les coordonnées géographiques puis l'altitude des placeaux, des placettes et des bandes ont été relevées grâce à un appareil GPS de type «Garmin» tandis que le chronométrage des différentes phases de toutes les activités d'abattage et de débardage s'est fait grâce à un chronomètre de marque « Smartimes». Un mètre ruban diamètre et un mètre ruban linéaire de 50 m ont été respectivement utilisés pour mesurer les diamètres médians des grumes et mesurer la longueur des grumes et autres distances. Deux machettes ont servi à l'ouverture des layons et à la fabrication des piquets pour l'installation des placeaux et des placettes. Les cordeaux sont utilisés pour matérialiser les placeaux et les placettes. Les matériels de bureau ont permis d'enregistrer les informations collectées sur les fiches de collecte des données des différentes opérations et deux cartables plastiques ont permis de protéger les fiches de collecte de données. D'autres matériels comme des calculatrices, des bottes et un appareil photo numérique ont été aussi utilisés.

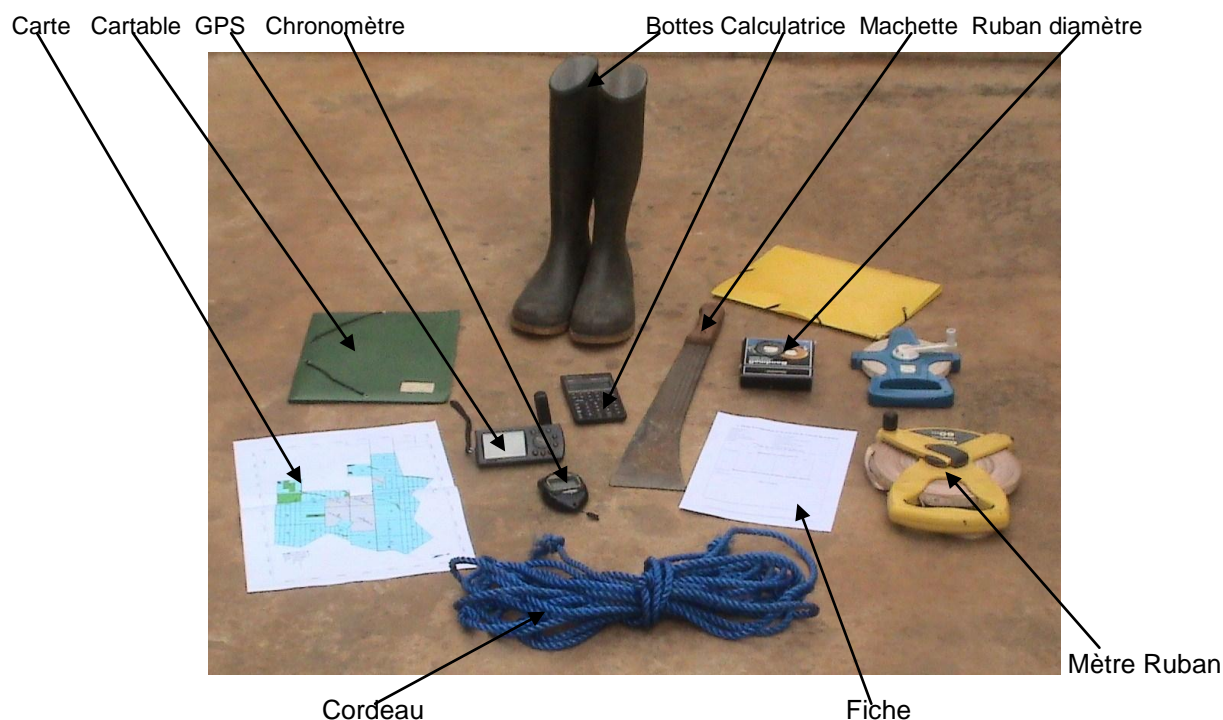


Photo 4; Matériel de collecte des données

Source: GUESSE D. janvier, 2010

3.2. Méthodes de travail

Sur le terrain dans la parcelle 11a, au cours de l'opération de la mise en bandes de la parcelle, on a délimité deux bandes de superficie 2,0 ha chacune (60m x 333,333m) pour l'exploitation forestière conventionnelle (classique) pratiquée par l'ONAB et deux bandes de 2,0 ha chacune (400m x 50m) dans le cadre de l'expérimentation de l'exploitation forestière à faible impact. On a maintenu la largeur des bandes à 60 m dans le cadre de l'exploitation forestière classique pour ne pas changer les conditions de travail adoptées par l'Office National du Bois dans les parcelles traitées en éclaircie futaie. Dans le cadre de l'exploitation forestière à faible impact (EFI), la largeur de la bande est de 50m. Cette largeur de 50 m des bandes adoptée dans le cadre de l'EFI fait partie des critères élaborés pour la mise en œuvre de ce système. L'interligne qui suit immédiatement la bande délimitée constitue la

piste de débardage dans les deux systèmes (EFC et EFI). L'interligne adoptée dans cette plantation est de 3,75 m.

3.2.1- Brève description de la mise en œuvre de l'exploitation forestière conventionnelle (EFC) pratiquée dans les plantations de l'ONAB

A l'ONAB, la désignation des parcelles à exploiter annuellement est dictée par le plan d'aménagement participatif (PAP) élaboré au niveau de chaque secteur forestier. L'exploitation forestière conventionnelle est pratiquée dans les secteurs de l'ONAB depuis 1983 et est organisée en différentes opérations.

3.2.1.1- Le marquage (balivage) des arbres et l'ouverture des pistes de débardage

Le marquage ou balivage des arbres est une opération sylvicole très importante qui consiste à choisir ou à désigner les arbres à abattre par divers moyens (griffage, peinture etc...). Il revêt une grande importance en matière d'exigence sylvicole et économique parce qu'il détermine l'avenir du peuplement. L'analyse du maintien d'un arbre dans un peuplement constitue l'une des étapes difficiles que tout forestier ou ouvrier spécialisé doit correctement maîtriser, car l'accroissement, l'état sanitaire et la stabilité dudit peuplement en dépendent.

La piste de débardage est la voie tracée en l'intérieur de la forêt par l'exploitant pour ramener ou sortir les bois jusqu'à la piste latérisée pour son transport. Pour l'ouverture de la piste, tous les arbres se trouvant sur son emprise sont systématiquement balivés et abattus. Au cours de l'installation des plantations de la Lama, l'ONAB a observé un écartement de 3,75 à 4 m comme présenté dans la photo 5 qu'elle utilise comme piste de débardage pour ces opérations d'exploitation.



Photo 5: Une interligne préparée pour servir de piste de débardage

Source: GUESSE D. Janvier, 2010

3.2.1.2- L'abattage des arbres

Cette opération telle que présentée dans la photo 6 est la coupe des arbres proprement dite. Elle est réalisée manuellement avec des scies passe-partout par les bûcherons constitués en binôme. Une fois que l'arbre à abattre est retrouvé, les bûcherons déterminent la direction de chute et procèdent au nettoyage des alentours de l'arbre avec une machette. A l'aide de scie passe-partout, ils réalisent le trait de l'entaille à 10 cm au maximum du sol et à une profondeur variant de 1/5^{ème} à 1/3 du diamètre de l'arbre. L'entaille elle-même est réalisée au pied de l'arbre avec la hache pour lui donner la direction de chute voulue.



Photo 6: Une équipe de bûcherons dans une opération d'abattage d'un pied de teck

Source: GUESSE D. février 2010

Une fois l'entaille réalisée, les bûcherons tracent le trait d'abattage à environ 5 cm au dessus du trait de l'entaille du côté opposé. A partir du trait d'abattage, les bûcherons, à l'aide de la scie passe-partout, procèdent à la coupe de l'arbre. Quand l'arbre

présente des contreforts, les bûcherons procèdent d'abord au déhanchement desdits contreforts avant à l'abattage (photo 7).



Photo 7: Opérations du déhanchement des contreforts d'un arbre
Source: GUESSE D. février 2010

3.2.1.3 Le façonnage des grumes

Le façonnage des grumes (photo 8) est une opération qui consiste à ébrancher le tronc, à nettoyer toutes les parties de l'arbre pouvant servir de grumes et à les découper. Il est réalisé à l'aide de la scie passe-partout, de la scie en arc et la hache. La longueur maximale d'une grume est de 12,4m, longueur de la remorque servant à leur transport. Le diamètre minimum fin bout est de 15 cm.



Photo 8: Une équipe de bûcherons procède au façonnage des grumes
Source: GUESSE D. février 2010

3.2.1.4 La réception des grumes

La réception ou numérotation des grumes est une opération qui consiste à identifier et à quantifier chaque grume après le façonnage. On mesure la longueur (photo 9), le diamètre médian (photo 10) de la grume et on l'enregistre dans un cahier dénommé cahier de réception après lui avoir attribué un numéro.



Photo 9: La mesure de la longueur et le marquage du milieu de la grume

Source: GUESSE D. Octobre 2010



Photo 10: Une équipe prenant les deux mesures du diamètre médian de la grume

Source: GUESSE D. Octobre 2010

3.2.1.5- Le débardage des grumes

Le débardage est l'opération qui consiste à transporter les grumes du lieu d'abattage jusqu'en bordure de la piste latérisée pour son acheminement à l'usine pour être transformée ou dans un entrepôt pour être commercialisée. Il peut être manuel ou mécanisé.

Le débardage manuel comme le présente la photo 11 est celui qui se réalise à bras d'homme. A l'ONAB, le débardage manuel se pratique avec les grumes de faible diamètre de longueur variant de 1,0 à 4,0 m sur une distance d'environ 100 à 200 m.



Photo 11: Une opération de débardage des grumes à bras d'hommes

Source: GUESSE D. Octobre 2010

Le débardage mécanisé tel que présenté dans la photo 12 est le mode d'extraction des grumes basée sur l'utilisation des tracteurs équipés à leur arrière d'une bêche de traction à relevage hydraulique et d'un treuil autour duquel est enroulé un câble d'une longueur d'environ 50 m.



Photo 12: Un tracteur MF 440 en cours de débardage dans le cadre de l'EFC

Source: GUESSE D. Octobre 2010

Une fois sorties de la forêt, les aides déchaînent les grumes qui sont ensuite entreposées les unes sur les autres en lots par les tracteurs aux abords des pistes latérisées (Photo 13a et 13b).



Photo 13: a) Lieu de d'entreposage des grumes en forêt b) Lieu d'entreposage des grumes en scierie
Source: GUESSE D. Octobre 2010

3.2.1.6- Le transport des grumes

Le transport des grumes consiste à ramasser les grumes en direction des scieries et autres dépôts des exploitants privés après les opérations de débardage avec des camions privés à 6 roues de 15 tonnes (dans le cas des petites grumes) ou avec des camions à remorque auto chargeurs dits grumiers (photo 14a et photo 14b).



Photo 14: a) Un camion grumier chargeant des grumes b) Un camion grumier ramenant les grumes à l'usine de Sacló
Source: GUESSE D. Octobre 2010

3.2.2- Mise en œuvre de l'exploitation forestière à faible impact (EFI) dans les plantations de l'ONAB

Dans le cadre de cette mise en œuvre, des dispositions ont été établies pour la formation des ouvriers et des critères ont été également élaborés pour les activités d'abattage des arbres, de façonnage et de vidange des grumes.

3.2.2.1- Formations et matériel des ouvriers

Dans la mise en œuvre des expériences conçues pour l'exploitation forestière à faible impact, on a procédé à la formation des bûcherons et des débardeurs sur la maîtrise des principes de l'exploitation forestière à faible impact (EFI). Cette formation porte aussi sur le port systématique des matériels de protection (casques, bottes ou chaussures, gants, etc.). Par ailleurs, l'utilisation de la scie passe-partout est exigée pour l'abattage et la hache pour les entailles. Ils sont correctement formés sur les pratiques élaborées à travers les critères du tracé des pistes de débardage, d'abattage des arbres, de façonnage et de débardage des grumes décrits ci-dessous. Les chefs d'équipes, les sous-traitants, les chefs secteur et les agents d'exploitation de l'ONAB sont formés et instruits pour surveiller les manœuvres et veiller sur l'exécution correcte des critères de la mise en œuvre de l'EFI.

3.2.2.2. Critères élaborés pour la mise en œuvre de l'exploitation forestière à faible Impact (EFI)

3.2.2.2.1. Tracé des pistes de débardage et la mise en bandes de la parcelle

Les pistes de débardage ont une largeur de trois (03) mètres dans les régénérations naturelles. Dans les plantations, l'interligne est choisie comme une piste de débardage. Elles sont tracées perpendiculairement à la piste latérisée. Après le jalonnage, l'ouverture des pistes de débardage dans les régénérations naturelles, on commence la coupe des arbres par le dernier à compter de la piste latérisée en orientant la chute des arbres dans le sens de la piste de débardage. La hauteur des souches est 5 cm sur les pistes de débardage et d'au plus 10 cm dans la plantation. Les souches des pistes de débardage sont taillées après quelques passages des tracteurs.

3.2.2.2.2. Critères d'abattage

Dans le cadre de l'EFI, les équipes de bûcheronnage procèdent à la délimitation des bandes de la parcelle à exploiter d'une largeur à 50 m afin de permettre une

couverture totale desdites bandes par les câbles de débardage. Avant le démarrage de la coupe, l'équipe explore correctement et complètement la bande et sélectionne l'arbre marqué bénéficiant d'une direction de chute bien dégagée. La coupe de cet arbre sert de base pour le choix des arbres balivés à abattre. Le vide créé par la chute d'un arbre conditionne le choix du prochain arbre à couper. Une fois l'arbre balivé choisi, on nettoie tout autour de lui dans un rayon de 1m au moins. On enlève tous les arbustes, les lianes et tous autres éléments pouvant bloquer le passage dans la fuite des bûcherons au moment de la chute de l'arbre. L'entaille de direction est faite correctement jusqu'au tiers (1/3) du diamètre de l'arbre dans la direction de chute choisie. Le trait d'entaille réalisé à la scie passe partout est tracé à une hauteur de 5cm du sol. La hauteur de la souche est inférieure à 10 cm.

3.2.2.2.3- Critères de façonnage des grumes

Les opérations de façonnage ont permis une récupération maximum de l'arbre abattu et de toutes les branches rectilignes de diamètre médian supérieur ou égal à 15 cm. Quant aux mesures des grumes, on découpe en prenant la longueur maximum de la grume si elle est rectiligne ou munie d'une courbure légère. Dans le cas de l'ONAB, cette longueur respecte la longueur du camion grumier qui est de 12 m. Si la courbure est trop prononcée, les découpes se font au début et à la fin de la courbure. La découpe peut se faire au niveau de la courbe si elle donne deux grumes rectilignes. L'ébranchage se fait correctement à l'intersection de la branche et du tronc d'arbre.

3.2.2.2.4- Critères de vidange (débardage)

Les tracteurs débardeurs sont munis de câble d'une longueur de 50 m et sont maintenus sur la piste de débardage au cours du débusquage ou du débardage des grumes (photo 15). L'utilisation du système de treuillage est indiquée surtout au cours du débusquage. Le débardeur doit veiller sur le système de treuillage des grumes lors du débusquage afin d'éviter l'écorchure des troncs d'arbres et le décapage de la terre arabe. Le positionnement du tracteur par rapport aux grumes malgré son maintien sur la piste de débardage doit faciliter l'amarrage et le débusquage faciles des grumes. Le tracteur chargé rentre entièrement sur la piste latérisée avant de prendre son angle de

virage pour éviter de blesser les arbres qui se trouvent dans les angles et en bordure des pistes. Le conducteur et les deux aides débardeurs doivent porter de gants et des cache-nez pour se protéger



Photo 15: Un tracteur MF 440 en cours (maintenu sur la piste) de débardage dans le cadre de l'EFI

Source: GUESSE D. Octobre 2010

3.2.3- Collecte des données de rendement et des impacts

3.2.3.1. Collecte des données de rendement.

Dans le but d'étudier le rendement de chaque système d'exploitation forestière, on a procédé à la prise du nombre d'arbres abattus, du nombre de grumes obtenues par arbre et du nombre de grumes façonnées par l'équipe de bûcheronnage par jour de travail. Le diamètre médian et la longueur de chaque grume ont été mesurés avec le ruban diamètre et le ruban linéaire. Au niveau de l'équipe de débardage, on a procédé également à la prise du nombre de grumes débardées par jour dans chacun des deux

systèmes d'exploitation étudiés après la réception des grumes. La réception des grumes est une opération qui consiste à numéroter les grumes façonnées, à mesurer leurs diamètres médians et leurs longueurs et à les inscrire dans un cahier élaboré à cet effet dénommé «cahier de numérotation des grumes».

L'évaluation de la journée de travail de l'équipe de bûcheronnage et celle du débardage est faite à travers le volume de grumes respectivement façonnées et débardées par ces équipes dans la journée.

3.2.3.2. Collecte de données d'analyse des impacts

Dans le cadre de l'étude et de l'analyse des impacts environnementaux de chacun des deux systèmes étudiés, on a utilisé sur chaque bande une superficie de 60 ares réparties en six (06) placeaux de 10 ares divisés en quatre placettes chacun. Les techniques d'installations des placeaux et des placettes sont développées dans les paragraphes suivants.

Toutes les données et paramètres étudiés dans le cadre de l'exploitation forestière classique sont également étudiés dans la mise en œuvre de l'exploitation forestière à faible impact (EFI). Les dégâts sont étudiés sur des sujets francs de pieds, c'est-à-dire sur des plants issus directement des graines et non des rejets de souches.

3.2.3.2.1. Technique d'installation des placeaux et des placettes sur les bandes de l'exploitation conventionnelles (EFC).

Dans le système d'exploitation conventionnelle, les bandes délimitées d'une superficie de 2ha chacune gardent la largeur de 60 m et une longueur de 333,333 m. Les placettes de 250 m² (12,5 m x 20 m) ont été installées dans des placeaux rectangulaires de 10 ares (25 m x 40 m) distants de 10 m les uns des autres et disposés sur les bandes d'exploitation de la manière suivante:

- Le premier placeau est installé à 20 m de la piste latérisée. Elle est disposée au milieu de la bande à 17,5 m de chacune des pistes de débardage dans le système d'exploitation classique (figure 4)

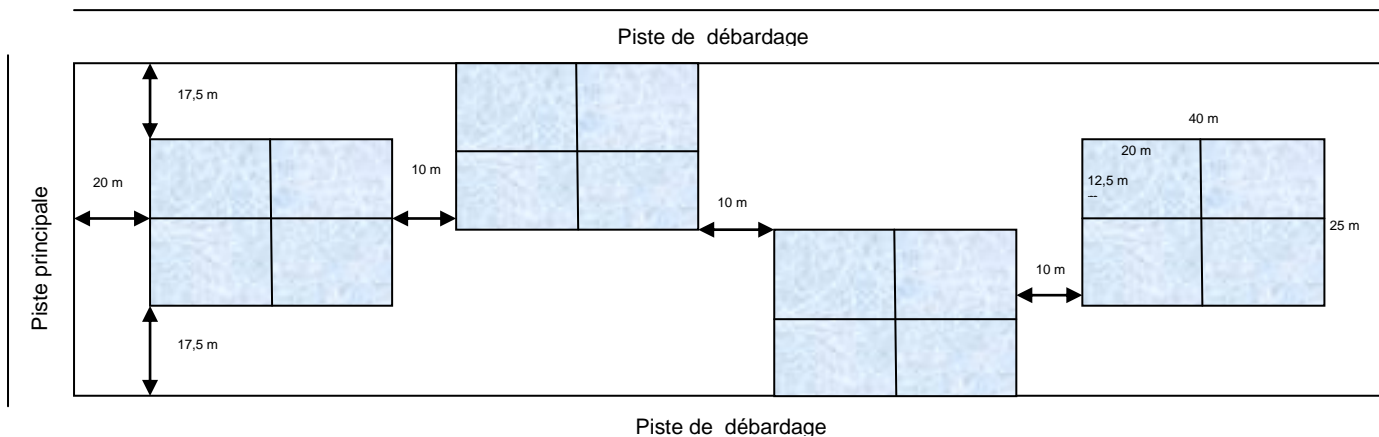


Figure 4: Installation des placeaux et des placettes dans la bande (EFC)

- Le second placeau distant de 10 m du premier est installé au bord d'une piste de débarquement, le troisième distant également de 10 m du second en bordure de la piste opposée de débarquement et ainsi de suite comme l'indique la figure 4.
- Chaque placeau est divisé en quatre placettes de 250 m² numérotées dans le sens de l'aiguille d'une montre.

3.2.3.2.2. Technique d'installation des placeaux et des placettes sur les bandes de l'exploitation à faible impact (EFI)

Dans le système d'exploitation forestière à faible impact (EFI), les bandes ayant une largeur de 50 m et une longueur de 400 m sont donc plus longues et moins larges que celles du système d'exploitation classique. Le respect d'installation du même nombre de placeaux sur les bandes des deux systèmes pour une analyse comparative nous impose une répartition spatiale équitable des placeaux à l'intérieur des dites bandes. Le respect de cette équité de la répartition spatiale des placeaux dans le système d'exploitation forestière à faible impact nécessite une équidistance de 20 m entre les placeaux. Ainsi des placettes de 250 m² (12,5 m x 20 m) ont été installées dans des

placeaux rectangulaires de 10 ares (25 m x 40 m) distants de 20 m les uns des autres et disposés sur les bandes d'exploitation de la manière suivante:

- Le premier placeau est installé à 20 m de la piste latérisée. Elle est disposée au milieu de la bande à 12,5m de chacune des pistes de débardage dans l'exploitation forestière à faible impact (figure 5).

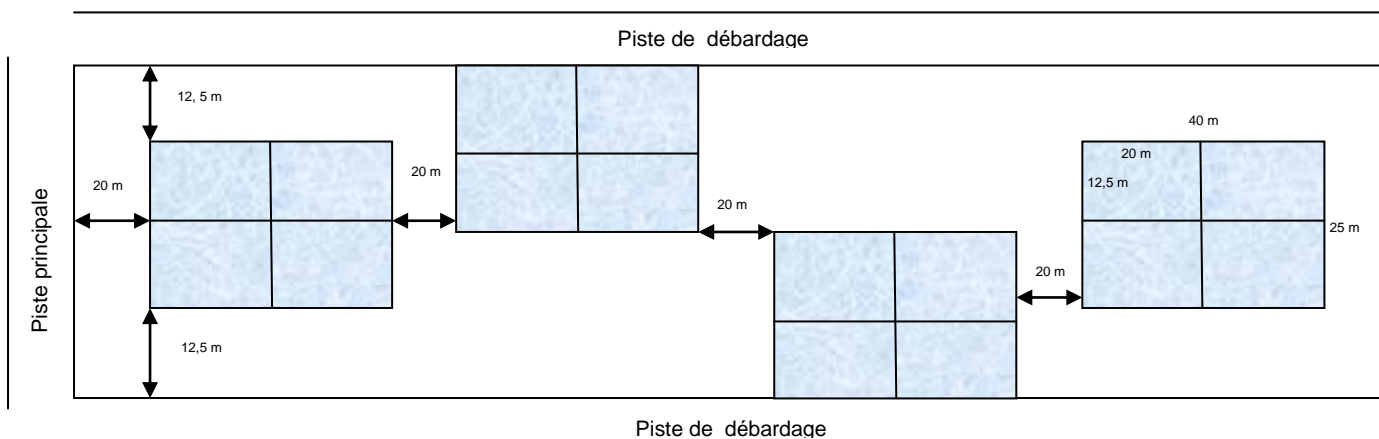


Figure 5: Installation des placeaux et des placettes dans la bande(EFI)

- Le second placeau distant de 20 m du premier est installé au bord d'une piste de débardage, le troisième en bordure de la piste opposée de débardage et ainsi de suite comme l'indique la figure 5 pour bien couvrir la bande.
- Chaque placeau est divisé en quatre placettes de 250 m² numérotées dans le sens de l'aiguille d'une montre.

3.2.3.2.3- Evaluation des dégâts causés sur les arbres

Au niveau de chaque placette et pour une appréciation correcte des dégâts occasionnés par chaque opération (abattage et débardage), on a recensé le nombre d'arbres seulement étêtés, le nombre d'arbres seulement écorcés, le nombre d'arbres écorcés et étêtés et enfin le nombre d'arbres brisés.

3.2.3.2.4- Evaluation de la surface de sol dérangé par le tracteur

Au niveau de chacune des placettes installées, on analyse la profondeur du décapage et de l'enlèvement de la couche arabe du sol par les manipulations du tracteur ou par l'extraction des grumes durant les opérations du débusquage ou du débardage. Cette analyse est basée sur l'évaluation de la proportion (1/2, 1/3, 1/4, 1/5) de la surface du sol dérangée par lesdits travaux au cours de la mise en œuvre de chaque système d'exploitation.

3.2.3.2- Evaluation des essences de valeur endommagées par l'abattage et le débardage

Dans chaque placette, on a recensé toutes les essences autochtones de valeur qui sont endommagées par les opérations d'abattage et de débardage. Les essences préalablement inscrites sur la fiche de collecte des données préparée à cet effet sont marquées par une croix si elles sont blessées ou brisées. On enregistre le diamètre et la hauteur de toutes celles qui sont endommagées et dont la hauteur dépasse 1,30 m.

3.2.4- Traitement et analyse des données

Le traitement des données a permis de faire la comparaison des expériences mises en œuvre tant dans le système d'exploitation forestière classique que dans le système d'exploitation à faible impact. Pour ce faire, les données collectées sont enregistrées dans le tableur Excel 2007 et soumises à des traitements statistiques.

Ces traitements statistiques portent sur la détermination des valeurs cumulées et moyennes des nombres et volumes d'arbres abattus, de grumes débardées, d'espèces écorchées, étêtées ou brisées lors de la chute des arbres et des superficies dérangées par le tracteur dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière (EFI et EFC)

Les moyennes sont déterminées par la formule:

$$\text{Moy} = \sum_{i=1}^n x_i/n$$

Moy = la moyenne de grumes ou d'arbres abattus,

X_i = le nombre ou la quantité de grumes ou d'arbre abattus,

n = le nombre de jours ou de placeaux

Les données recueillies sur les grumes réalisées (longueur, diamètre médian) par les ouvriers ont permis de calculer le volume de grumes façonnées par bûcheron et le volume de grumes débardées par débardeur afin de déterminer le rendement journalier de chaque équipe de travail dans les deux systèmes d'exploitation forestière étudiés.

Le volume a été calculé grâce à la formule:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n D_i^2 \pi L_i}{4}$$

V = est le volume (m^3) de grumes abattues ou débardées par équipe

D_i = diamètre médian de la grume (i) L_i = Longueur de la grume (i) et n = nombre de grumes.

$$\pi = 3,14$$

Les rendements moyens des bûcherons et des débardeurs ont été calculés par la formule:

$$\text{Rend} = Q/d$$

Q = Quantité ou volume de grumes et d = la durée ou nombre de jours de travail.

3.2.5- Analyse statistique des données

En vue d'analyser les résultats obtenus, les tests statistiques de comparaison des moyennes ont été réalisés après vérification de la normalité et de l'homogénéité des variances. Lorsqu'elles ne sont pas vérifiées, une normalisation et une homogénéisation des variances sont essayées à l'aide d'une transformation logarithmique des données. Après cette transformation, le test paramétrique t de student est réalisé en vue de comparer les résultats si la normalité et l'homogénéité des variances sont vérifiées. Lorsqu'elles ne sont pas vérifiées, le test non paramétrique de Mann Whitney est utilisé pour comparer les résultats.

Le test paramétrique t de student a été réalisé pour comparer:

- les nombres journaliers d'arbres abattus par les bûcherons dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;
- les volumes journaliers façonnés par les bûcherons dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;
- les nombres journaliers de grumes débardés dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;
- les volumes journaliers débardés dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière.
- les nombres de pieds de teck étêtés dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;
- les nombres de pieds de teck à la fois écorchés et étêtés dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;
- les nombres de pieds d'essences autochtones écorchés dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;
- les nombres de pieds d'essences autochtones étêtés dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;
- les nombres de pieds d'essences autochtones à la fois écorchés et étêtés dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;

- les nombres de pieds d'essences autochtones brisés dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;

Le test non paramétrique de Mann-Whitney a été réalisé pour comparer:

- les nombres journaliers de grumes façonnés par les bûcherons dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;
- les nombres journaliers de voyages effectués par les débardeurs dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;
- les nombres de pieds de teck écorchés dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;
- les nombres de pieds de teck perturbés dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;
- les nombres de pieds d'essences autochtones perturbés dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière;
- les superficies dérangées dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière.

Ces différents tests ont été réalisés grâce au logiciel Minitab 14 et au module Excel du logiciel Microsoft Office 2007.

CHAPITRE IV: RESULTATS

L'application des deux techniques d'exploitation forestière dans les plantations de la Lama a donné des résultats dont les points essentiels sont exposés dans le présent chapitre.

4.1. Rendement des ouvriers dans le système d'Exploitation Forestière Conventionnelle ou Classique (EFC)

4.1.1- Rendement de l'équipe de bûcherons

Le travail d'abattage réalisé sur les deux bandes de 2,0 ha chacune dans le cadre de l'étude d'exploitation classique a occupé l'équipe de bûcheronnage pendant 13 jours comme l'indique le tableau N°1. De ce tableau, il ressort que le nombre de grumes façonnées et réceptionnées est de 198 pour un volume total de 69,953m³, soit 5,381m³ de grumes par jour. Ce nombre de grumes provient de 129 arbres balivés et abattus sur les bandes, soit environ 10,0 arbres coupés et façonnés par jour.

Tableau 1: Rendement journalier du bûcheron dans le système d'Exploitation Forestière Conventionnelle (EFC)

Jours	Nbre Arbres	Nbre grumes	Vol(m3)
1	10	17	6,266
2	11	17	6,181
3	10	18	6,138
4	10	16	6,227
5	11	16	5,502
6	9	15	6,475
7	11	19	5,278
8	12	15	5,172
9	10	16	5,396
10	11	16	5,275
11	8	12	5,107
12	9	13	4,504
13	7	8	2,432
Total	129	198	69,953
Moyenne	9,5625	15,2	5,381
Coefficient de variation	1,91	8,19	1,13

4.1.2. Rendement du débardeur

Le débardage a été réalisé sur les bandes du système d'exploitation forestière classique avec le tracteur MF 440 (Massey Fugueson). L'équipage est composé d'un conducteur et deux aides débardeurs. Il ressort du tableau 2 qu'il a fallu six (06) jours

à l'équipage pour débarder les 198 grumes façonnées comptant pour un volume total de 69,953m³ en 55 voyages. Par jour, les trois ouvriers débardent 33 grumes pour un volume moyen équivalent à 11,658m³, soit 3,6 grumes par voyage de 1,25m³.

Tableau 2: Rendement journalier du débardeur dans le système d'Exploitation Forestière Conventiennelle (EFC)

Jours	Nbre Voy	Nbre grumes	Vol(m3)
1	14	45	16,083
2	8	29	10,068
3	8	31	11,219
4	10	42	12,259
5	8	26	10,298
6	7	25	10,026
Total	55	198	69,953
Moyenne	9,17	33	11,658
Coefficient de variation	6,57	71,60	5,44

4.2. Rendement des ouvriers dans le système d'Exploitation Forestière à Faible Impact (EFI)

4.2.1. Rendement de l'équipe de bûcherons

Le travail d'abattage réalisé sur les deux bandes de 2,0 ha chacune a duré 17 jours comme l'indique le tableau 3. De ce tableau, il ressort que l'équipe a abattu au total 115 arbres avec une production de 200 grumes d'un volume total de 81,230 m³. Le rendement journalier de l'équipe est de 4,778 m³ correspondant à 11,764 grumes produites par 6,764 arbres coupés et façonnés.

Tableau 3: Rendement journalier du bûcheron dans le système d'Exploitation Forestière à Faible Impact (EFI)

Jours	Nbre Arbres	Nbre grumes	Vol(m3)
1	4	6	3,345
2	6	12	3,742
3	6	9	3,928
4	4	7	3,725
5	5	9	4,683
6	7	11	4,516
7	7	13	4,595
8	7	12	5,161
9	7	12	3,919
10	9	16	6,702
11	9	16	6,212
12	9	16	5,325
13	7	12	5,131
14	8	13	5,635
15	8	15	4,879
16	8	13	5,811
17	4	8	3,921
Total	115	200	81,230
Moyenne	6,764	11,764	4,778
Coefficient de variation	2,94	9,69	0,92

4.2.2. Rendement du débardeur

Les travaux de débardage ont été réalisés avec le même tracteur MF 440. L'équipage a débardé 200 grumes d'un volume total de 81,230 m³ en 72 voyages pendant 10 jours. Par jour, l'équipage a débardé donc 20 grumes d'un volume moyen équivalent à 8,123 m³, soit 2,778 grumes par voyage de 1,128 m³ comme le présente le tableau 4. Aucune grume réceptionnée n'a été omise.

Tableau 4 : Rendement journalier du débardeur dans le système d'Exploitation Forestière à Faible Impact (EFI)

Jours	Nbre Voy	Nbre grumes	Vol(m3)
1	8	20	9,830
2	8	22	10,296
3	7	20	7,408
4	9	26	9,823
5	6	18	7,268
6	8	21	8,769
7	6	18	7,425
8	7	19	7,270
9	7	19	7,286
10	6	17	5,855
Total	72	200	81,230
Moyenne	7,2	20	8,123
Coefficient de variation	1,07	6,67	2,14

4.3. Analyse comparative des rendements dans la mise en œuvre de l'Exploitation Forestière Classique (EFC) et l'Exploitation Forestière à Faible Impact (EFI)

4.3.1- Analyse comparative des rendements des bûcherons dans la mise en œuvre de l'EFC et L'EFI

Le tableau 5 présente la comparaison des rendements journaliers obtenus par les bûcherons dans le système d'exploitation forestière classique à ceux du système d'exploitation forestière à faible impact. De ce tableau, il ressort que le nombre d'arbres coupés par jour dans la mise en œuvre de l'EFI est significativement différent ($t = +5,42$; $p\text{-value} < 0,0001$) du nombre d'arbres coupés par jour dans la mise en œuvre de l'EFC. Ceci s'explique par le fait que dans le cadre du système d'exploitation forestière à faible impact, les bûcherons prennent toutes les précautions dans le choix du prochain arbre balivé à couper afin d'exploiter au mieux le vide disponible créé par l'arbre abattu. Cette technique d'abattage permet de préserver davantage les arbres sur pieds mais nécessite plus de temps aux bûcherons. Ce qui justifie le faible rendement de ce système comparé au système d'exploitation forestière conventionnelle.

Il ressort également de ce tableau, que le nombre d'arbres façonnés par jour dans la mise en œuvre de l'EFI est significativement inférieur ($W = 270$; $p\text{-value} = 0,004$) au nombre d'arbres façonnés dans le cadre de l'EFC. Cette différence significative s'explique par le lien existant entre le nombre d'arbres abattus et le nombre de grumes façonnées. Tous les arbres abattus sont systématiquement façonnés en grumes. Donc, plus il y a d'arbres abattus, plus il y aura de grumes façonnées. Le nombre d'arbres abattus dans la mise en œuvre de l'EFI étant significativement inférieur au nombre d'arbres abattus dans le cadre de l'EFC, il est compréhensible que le nombre de grumes façonnées dans la mise en œuvre de l'EFI soit significativement inférieur au nombre de grumes façonnées dans le cadre de l'EFC.

Quant aux volumes journaliers obtenus dans la mise en œuvre des deux systèmes, la différence n'est pas significative ($t = +1,63$; $p\text{-value} = 0,114 > 0,05$). Ce

qui signifie que la mise en œuvre du système d'exploitation forestière à faible impact qui exige des bûcherons plus de précautions et d'attentions n'a pas une répercussion significative sur le volume qu'ils obtiennent dans la journée.

Tableau 5: comparaison des rendements des bûcherons dans les deux systèmes d'Exploitation Forestière étudiés

Systèmes d'exploitation forestière	EFI	EFC	Statistique calculée	P-value
Rendements				
Nombre d'arbres coupés par jour (NACJ)	6,76 ± 1,71	9,56 ± 1,38	t= +5,42	<0,0001
Nombre de grumes façonnées par jour (NGFJ)	11,76 ± 3,11	15,2 ± 2,86	W= 270	0,004
Volume (m ³) Grumes Façonné par jour (VGFJ)	4,78 ± 0,96	5,38 ± 1,06	t=+1,63	0,114

4.3.2- Analyse comparative des rendements des débardeurs dans la mise en œuvre de l'EFC et L'EFI

Le tableau 6 présente la comparaison des rendements journaliers obtenus par les débardeurs dans la mise en œuvre de l'EFI à ceux obtenus dans le cadre de l'EFC. Il ressort de ce tableau que le nombre de grumes débardées par jour dans la mise en œuvre de l'EFI est significativement inférieur (t= +5,27; p-value = 0,00011) au nombre de grumes débardées par jour dans le cadre de l'EFC. Ceci peut s'expliquer par les précautions et attentions que nécessite la mise en œuvre de l'EFI pour limiter les dégâts au peuplement. Ainsi la mise en œuvre de l'EFI entraîne donc une perte de temps aux débardeurs et partant un faible nombre de grumes débardées par jour. Or aucune de ces précautions n'est prise dans le cadre de l'EFC. Ce qui peut justifier la différence significative observée au niveau des nombres de grumes débardées par jour entre les deux systèmes.

Il ressort également de ce tableau que le volume de grumes débardées par jour dans la mise en œuvre de l'EFI est significativement inférieur (t=+3,76 ; p-value =0,0021) au volume de grumes débardées par jour dans le cadre de l'EFC. Cette différence significative s'explique par le lien existant entre le nombre journalier de

grumes débardées et le volume de grumes débardées par jour. Donc, plus il y a de grumes débardées par jour, plus le volume journalier de grumes débardées sera important. Le nombre journalier de grumes débardées dans la mise en œuvre de l'EFI étant significativement différent du nombre journalier de grumes débardées dans le cadre de l'EFC, il est compréhensible que le volume journalier de grumes débardées dans la mise en œuvre de l'EFI soit significativement différent du volume journalier de grumes débardées dans le cadre de l'EFC.

Quant aux nombres journaliers de voyages effectués dans la mise en œuvre des deux systèmes, la différence n'est pas significative ($W=68$; $p\text{-value} = 0,063 > 0,05$). Ceci signifie que la perte de temps observée au cours du débardage dans la mise en œuvre de l'EFI n'affecte pas fondamentalement le nombre moyen de voyages réalisés par jour dans la mise en œuvre de l'EFI.

Tableau 6: Comparaison des rendements des débardeurs dans la mise en œuvre de l'EFC et de l'EFI

Systèmes d'exploitation forestière	EFI	EFC	Statistique calculée	P-value
Rendements				
Nombre de grumes débardés par jour (NGDJ)	$20 \pm 2,58$	$33 \pm 8,46$	$t= +5,27$	0,00011
Volume de grumes débardé par jour (VGDJ) (m3)	$8,12 \pm 1,46$	$11,66 \pm 2,33$	$t=+3,76$	0,0021
Nombre de voyages par jour	$7,2 \pm 1,03$	$9,17 \pm 2,56$	$W=68$	0,063

4.4- Evaluation des impacts des deux techniques d'exploitation forestière (EFC et EFI)

Les deux techniques d'exploitation forestière mises en œuvre présentent des dégâts aussi bien au cours des opérations d'abattage que de débardage sur le peuplement restant et sur le sol qu'il importe d'évaluer et d'analyser.

4.4.1- Evaluation des impacts des deux techniques sur le peuplement

Le tableau 7 présente les données des différentes catégories de dégâts recueillies dans les placeaux pour les deux systèmes d'exploitation forestière (EFC et EFI) sur le peuplement tandis que le tableau 8 quant à lui présente un regroupement des dégâts sur les essences autochtones et sur le teck qui est l'espèce principale de la plantation.

Du tableau 7, il ressort que les dégâts enregistrés dans le cadre de l'EFC sont plus nombreux que ceux enregistrés dans la mise en œuvre de l'EFI. Pour le compte du teck, le nombre de pieds seulement écorchés dans le cadre de l'EFC (21) est supérieur au nombre de pieds seulement écorchés dans la mise en œuvre de l'EFI (15). Deux (02) pieds de teck sont seulement étêtés puis six (06) autres sont écorchés et étêtés dans le cadre de l'EFC tandis qu'aucun pied de teck n'est ni seulement étêté, ni écorché et étêté dans la mise en œuvre de l'EFI. Le même constat est aussi fait au niveau des essences autochtones. Onze (11) essences autochtones sont étêtées et cinq (05) sont brisées dans le cadre de l'EFC contre respectivement quatre (04) et deux (02) dans la mise en œuvre de l'EFI. Quatre (04) essences autochtones sont écorchées et quatre (04) sont écorchées et étêtées dans le cadre de l'EFC tandis que qu'aucun pied n'est ni écorché, ni écorché et étêté dans la mise en œuvre de l'EFI.

Tableau 7 : Présentation des différents types de dégâts des deux systèmes (EFC et EFI) sur le peuplement restant

Unités de Recherches		Nombre d'essences affectées par type de dégâts															
		EFI								EFC							
Bandes	Placeaux	Teck				Essences autochtones				Teck				Essences autochtones			
		Ecorchés	Etêtés	Ecorchés et Etêtés	Brisés	Ecorchés	Etêtés	Ecorchés et Etêtés	Brisés	Ecorchés	Etêtés	Ecorchés et Etêtés	Brisés	Ecorchés	Etêtés	Ecorchés et Etêtés	Brisés
Bande1	P1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1
	P2	2	0	0	0	0	1	0	0	4	0	1	0	1	2	0	0
	P3	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	1	0	0	0
	P4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
	P5	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	2
	P6	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	2	0	0
Bande2	P1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
	P2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0
	P3	1	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	2	0	1
	P4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	P5	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0
	P6	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1
Total		15	0	0	0	0	4	0	2	21	2	6	0	4	11	4	5
Moyenne		1,25	0	0	0	0	0,33	0	0,17	1,75	0,17	0,5	0	0,33	0,91	0,33	0,41
Ecart type		0,45	0	0	0	0	0,49	0	0,39	1,36	0,58	0,52	0	0,49	0,79	0,65	0,67

En vue de mieux appréhender les perturbations occasionnées à la plantation, les différentes catégories de dégâts présentées dans le tableau 7 ont été regroupées dans le tableau 8 en deux grands groupes (dégâts sur le teck et dégâts sur les essences autochtones) suivant deux critères à savoir:

- la vulnérabilité des plants: nous avons estimé que les plants de teck sur pied et ayant les mêmes diamètres et hauteurs que les arbres exploités sont moins vulnérables que les autres essences autochtones composant le sous-bois de la plantation.
- l'origine des plants: les dégâts sont évalués dans un peuplement de teck, la plus importante espèce plantée, objet d'exploitation et les essences autochtones sont issues des régénérations naturelles. Elles participent à la richesse floristique du peuplement.

Le tableau 8 présente donc l'évaluation des dégâts regroupés des deux systèmes d'exploitation (EFI et EFC) sur le teck et les essences autochtones. De ce tableau, il ressort que vingt neuf (29) pieds de teck ont été perturbés dans la mise en œuvre de l'EFC alors que seulement quinze (15) le sont dans la mise en œuvre de l'EFI. Un pareil constat a été fait pour ce qui concerne les essences autochtones; seulement six (06) ont été perturbés dans la mise en œuvre de l'EFI contre vingt quatre (24) dans la mise œuvre de l'EFC.

Tableau 8: Evaluation des dégâts sur le teck et les essences autochtones

Unités de Recherche		EFI		EFC	
Bandes	Placeaux	Teck	Essences autochtones	Teck	Essences autochtones
Bande 1	P1	1	0	2	3
	P2	2	1	5	3
	P3	2	0	4	1
	P4	2	0	1	1
	P5	1	1	2	4
	P6	1	1	3	2
Bande 2	P1	1	0	2	2
	P2	1	0	3	1
	P3	1	2	2	3
	P4	1	0	1	1
	P5	1	1	2	1
	P6	1	0	2	2
Total		15	6	29	24
Moyenne		1,25	0,5	2,42	2
Ecart type		0,45	0,67	1,16	1,04

La Photo 16 présente un pied de *Ceiba pentandra* étêté lors des opérations d'abattage des arbres.



Photo 16: Un pied de *Ceiba pentandra* étêté au cours de l'abattage
Source : GUESSE D. février, 2010

Les photos 17 et 18 présentent des dégâts d'écorchures sur des pieds de *Tectona grandis* et de régénération naturelle de *Diospiros mespiliformis* après le passage du tracteur MF 440 durant les opérations de débardage.



Photo 17: Un pied de *Tectona grandis* écorché **Photo 18: Un pied de *Diospiros mespiliformis* écorché**

4.4.2 Evaluation des impacts des deux techniques sur le sol

Le tableau 9 présente les données issues de l'évaluation des superficies dérangées ou dégradées dans le cadre de l'EFC et dans la mise en œuvre de l'EFI. D'un point de vue global, il ressort de ce tableau que la mise en œuvre de l'EFI dégrade moins le sol que

celle de l'EFC. Une superficie de 2720 m² de sol est dégradée dans le cadre de l'EFC soit une moyenne de 226,67m²/placeau de 1000 m² contre une superficie de 757,5m² dans la mise en œuvre de l'EFI pour une moyenne de 63,125m²/placeau de 1000m².

Tableau 9 : Evaluation des superficies dérangées dans les deux systèmes d'exploitation forestière (EFC et EFI)

Les Unités de Recherche		Superficies dégradées (m ²)	
Bandes	Placeaux	EFI	EFC
Bande 1	P1	37,5	237,5
	P2	50	287,5
	P3	75	307,5
	P4	50	125
	P5	50	225
	P6	105	212,5
Bande 2	P1	57,5	150
	P2	50	225
	P3	95	237,5
	P4	75	237,5
	P5	70	225
	P6	42,5	250
Total		757,5	2720
Moyenne		63,125	226,67
Ecart type		21,11	50,05

Les photos 19 et 20 présentent les états d'une piste principale décapée et d'un parterre de coupe dégradé durant les opérations de débardage et d'empilage des grumes



Photo 19: Piste principale décapée lors de l'empilage des grumes Photo 20: Etat d'un sol décapé au cours des opérations de débardage

Source : GUESSE D. février, 2010

La photo 21 présente l'état d'une piste de débardage après plusieurs passages durant les opérations de débardage des grumes sur les parterres de coupes.



Photo 21 : Piste de débardage sérieusement dérangée
Source : GUESSE D. février 2010

4.5- Comparaison statistique des impacts des deux techniques (EFC et EFI)

Il s'agit ici de comparer à l'aide de différents tests statistiques les différents dégâts et groupes de dégâts évalués sur le peuplement et le sol dans la mise en œuvre des deux systèmes d'exploitation forestière (EFI et EFC).

4.5.1- Comparaison statistique des impacts des deux techniques sur le peuplement

4.5.1.1- Comparaison statistique des différents dégâts des deux systèmes (EFC et EFI) le teck et les essences autochtones

Le tableau 10 présente la comparaison des différentes catégories des dégâts sur le peuplement dans la mise en œuvre de l'EFI à ceux observés dans le cadre de l'EFC. Il ressort de ce tableau que seul le nombre de pieds de teck écorchés et étêtés dans la mise en œuvre de l'EFI est significativement inférieur au nombre de pieds de teck écorchés et étêtés dans le cadre de l'EFC ($t_1 = 3,2$; $P\text{-value} = 0,007$). Pour ce qui concerne les essences autochtones, les nombres de pieds seulement écorchés et seulement étêtés dans la mise en œuvre de l'EFI sont significativement inférieurs aux nombres de pieds seulement écorchés et seulement étêtés dans la mise en œuvre de l'EFC ($t_1 = 2,35$; $p\text{-value} = 0,039$) et ($t_1 = -2,16$; $p\text{-value} = 0,044$).

Ces différences observées tant au niveau du teck qu'au niveau des essences autochtones s'expliquent par:

- le choix de la direction d'abattage bien dégagée opéré par les bûcherons dans la mise en œuvre de l'EFI. Cette direction de chute permet à l'arbre abattu de rejoindre le sol sans toucher aucun autre pied de teck.
- les différentes mesures prises au cours du débardage dans la mise en œuvre de l'EFI. En effet, dans la mise en œuvre de l'EFI, le tracteur reste sur la piste de débardage et le conducteur veille sur le système de treuillage des grumes lors du débusquage afin d'éviter l'écorchure des pieds d'arbres.

Tableau 10: Comparaison des catégories des dégâts des deux systèmes (EFC et EFI) sur le peuplement

Espèces	Type de dégâts	EFI	EFC	Statistique calculée	P-value
Teck	Ecorchés	1,25 ± 0,45	1,75±1,36	W = 133,5	0,326
	Etêtés	0	0,17±0,58	T ₁ = 1	0,339
	Ecorchés et Etêtés	0	0,5±0,52	T ₁ = 3,32	0,007
	Brisés	0	0	-	-
Essences autochtones	Ecorchés	0	0,33±0,49	T ₁ = 2,35	0,039
	Etêtés	0,33±0,49	0,91±0,79	T = - 2,16	0,044
	Ecorchés et Etêtés	0	0,33±0,65	T ₁ = 1,77	0,104
	Brisés	0,17±0,39	0,41±0,67	T = -1,12	0,279

NB: T₁ = Statistique t de student (Comparaison statistique entre une série de données et une moyenne; notamment « 0 » dans ce cas) ; W = Statistique de Mann Withney ; T = Statistique t de student (Comparaison statistique entre deux séries de données)

4.5.1.2- Comparaison statistique des dégâts groupés des deux systèmes (EFC et EFI) sur le peuplement

Le tableau 11 présente quant à lui la comparaison des dégâts groupés sur le teck et sur les essences autochtones dans la mise en œuvre de l'EFI à ceux observés dans le cadre de l'EFC. Il ressort de ce tableau, que les dégâts observés sur le teck dans la mise en œuvre de l'EFI sont significativement inférieurs (W = 102; p-value= 0,003) des dégâts observés sur le teck dans le cadre de l'EFC. Ce qui s'explique par le fait que les précautions observées et les actions menées par les bûcherons au cours de l'abattage et les débardeurs durant le débusquage et le débardage dans la mise en œuvre de l'EFI participent considérablement à la réduction des dégâts sur le teck que dans le cadre de l'EFC. Il en est de même qu'avec les essences autochtones regroupées. Les dégâts observés sur les essences autochtones dans la mise en œuvre de l'EFI sont significativement inférieurs (W = 94,5; p-value= 0,0009) des dégâts observés sur les essences autochtones dans le cadre de l'EFC. Ceci peut s'expliquer

par l'efficacité des critères élaborés pour la mise en œuvre de l'exploitation forestière à faible impact (EFI).

Tableau 11: Comparaison des dégâts regroupés des deux systèmes (EFC et EFI) sur le teck et les essences autochtones

Systèmes d'exploitation forestière Essences endommagées	EFI	EFC	Statistique calculée	P-value
Teck	1,25 ± 0,45	2,41 ± 1,16	W = 102	0,003
Essences autochtones	0,5 ± 0,67	2 ± 1,04	W = 94,5	0,0009

4.5.2- Comparaison statistique des impacts des deux techniques sur le sol

Le tableau 12 présente la comparaison des dégâts sur le sol dans la mise en œuvre de l'EFI à ceux observés dans le cadre de l'EFC. Il ressort de ce tableau, que les dégâts observés sur le sol dans la mise en œuvre de l'EFI sont significativement différent ($W = 78$; $p\text{-value} = 0,0000$) des dégâts observés sur le sol dans le cadre de l'EFC. Ce qui s'explique par le fait que les actions menées par les débardeurs durant les travaux de débusquage et de débardage dans la mise en œuvre de l'EFI ont permis de réduire considérablement les dégâts causés sur le sol dans le cadre de l'EFC.

Tableau 12: Comparaison des dégâts des deux systèmes (EFC et EFI) sur le sol

Systèmes d'exploitation forestière	EFI	EFC	Statistique calculée	P-value
Superficies dérangées (m ²)	63,12 ± 21,11	226,67 ± 50,05	W = 78	0,0000

5- DISCUSSION

Les techniques d'exploitation forestière à faible impact (EFI), récemment introduites en forêt tropicale, sont considérées aujourd'hui comme un des outils majeurs pour la gestion durable des forêts (Dykstra et Heinrich, 1996; FAO, 1996) et cité par Sist (2000) et Chabbert et Privadi (2001). Ces techniques dont nous sommes inspirés pour élaborer les critères de mise en œuvre de l'EFI dans les plantations sous gestion de l'ONAB, viennent de donner des résultats qui confirment la réduction des dégâts causés sur le sol et le peuplement restant.

5.1- Impacts des deux techniques (EFC, EFI) sur le rendement des ouvriers.

Par rapport aux rendements journaliers des ouvriers qui sont rémunérés généralement sur la base des volumes réalisés, il a été constaté principalement qu'avec les opérations d'abattage, le rendement journalier moyen de l'équipe de bûcheronnage est de 5,38 m³ dans le cadre de la technique d'exploitation forestière classique et de 4,78 m³ dans la mise en œuvre de l'EFI. L'analyse statistique des volumes journaliers obtenus dans la mise en œuvre des deux systèmes n'offre pas une différence significative ($t = +1,63$; $p\text{-value} = 0,114 > 0,05$) malgré les précautions et le temps perdu dans l'application des critères de l'EFI. Ceci nous permet d'affirmer que l'adoption de bonnes pratiques d'abattage n'affecte pas fondamentalement le rendement journalier des bûcherons mais réduit considérablement les dégâts causés au peuplement restant. Ce qui confirme les résultats obtenus par Durrieu de Madron et al. (1998); Parren (1998); Jonkers (2000) en Afrique centrale, montrant que l'adoption de pratiques rationnelles d'exploitation permettent d'augmenter la production à l'hectare tout en réduisant les dommages au peuplement.

Considérant également les résultats des rendements journaliers moyens de l'équipe de bûcheronnage (5,38 m³) et du débardeur (11,51 m³) dans le cadre de

l'EFC, comparés à ceux obtenus dans la mise en œuvre de l'EFI, 4,78 m³ pour l'équipe de bûcheronnage et 8,12 m³ pour le débardeur avec la réduction de plus de 55,32% des dégâts sur le peuplement restant, on peut affirmer que l'hypothèse 1 (l'exploitation forestière conventionnelle est économiquement rentable et bien organisé) et l'hypothèse 2 (l'exploitation forestière à faible impact est économiquement moins rentable que l'exploitation forestière conventionnelle) sont vérifiées.

5.2- Impacts des deux techniques (EFC, EFI) sur le sol et le peuplement restant.

Les expérimentations réalisées dans les plantations de l'ONAB dans le cadre de la comparaison des techniques d'exploitation forestière conventionnelle et à faible impact présentent les dégâts intervenus sur le sol et le peuplement dans la mise en œuvre de l'EFC comme bien plus importants que ceux intervenus dans le cadre de l'EFI. Spécifiquement, le nombre de pieds de teck étêtés puis écorchés, les nombres d'essences autochtones seulement étêtés et seulement écorchés, les nombres de pieds de teck et d'essences autochtones perturbés ainsi que les superficies dérangées dans la mise en œuvre l'EFI sont significativement inférieurs à ceux obtenus dans le cadre de l'EFC. Ce qui confirment les résultats obtenus dans d'autres expérimentations dans les forêts naturelles d'Indonésie par Bertault et Sist (1997) qui soulignent que les techniques d'exploitation à faible impact ont permis d'une part une réduction de 33% des dégâts totaux et d'autre part une réduction de moitié de la proportion d'arbres détruits par rapport à l'exploitation conventionnelle à Bornéo dans la province de Kalimantan Est.

Les dégâts occasionnés par l'abattage, en dehors de l'ébranchage observé durant la chute de l'arbre, sont caractérisés surtout par l'étêtage des grands arbres créant ainsi une ouverture dans le couvert végétal. Sa densité est de 17,46 à l'hectare pour l'EFI contre 39,12 pour le total des dégâts engendrés dans le cadre de l'EFC, soit un pourcentage de 44,63%. Ceci confirme les résultats de Durrieu de Madron, Forni et Mekok 1998 qui disent que l'abattage crée d'abord une ouverture du couvert à

l'emplacement de la cime de l'arbre abattu. La chute de l'arbre est la principale cause de bris des cimes des arbres avoisinants et de chablis.

Ce phénomène a connu une réduction assez importante dans la mise en œuvre de l'exploitation forestière à faible impact (EFI). Le faible pourcentage (28,5%) de dégâts enregistrés sur les essences autochtones, le taux élevé de réduction (85,7%) des arbres étêtés et le taux de réduction (54,5%) de plants écorchés en comparaison avec les résultats de l'exploitation forestière conventionnelle (EFC) montrent l'efficacité des critères élaborés de l'EFI et le respect de ces principes par les bûcherons au cours de l'abattage et par les débardeurs durant le débusquage et le débardage.

Au niveau du peuplement restant, la densité totale d'arbres endommagés est de 39,12 à l'hectare dans le cadre de l'EFC et de 17,48 à l'hectare dans la mise en œuvre de l'EFI, soit une réduction 55,32%. Par rapport au sol, une superficie de 2266,67m²/ha a été dérangée dans le cadre de l'EFC tandis que seulement une superficie de 631,25m² ont été perturbées dans la mise en œuvre de l'EFI, soit une réduction de 72,2%. Ces résultats confirment ceux obtenus par les chercheurs du CIFOR en 1998 qui ont souligné que dans certaines expériences d'exploitation à faible impact menées dans les forêts tropicales de plaine, le dommage au sol et aux régénérations préexistantes a été réduit d'environ 50 pour cent par rapport aux méthodes classiques (CIFOR, 1998).

Le constat de 2266,67m²/ha de superficie dérangée au sol par hectare durant les opérations de débardage dans le cadre de l'exploitation forestière classique (EFC), rejoint également les résultats de Sangaré (1990), cité par Dupuy (1998) et par Durrieu de Madron et al (1998), qui souligne que pour un débardage de 0,4 et 25,9 tiges par hectare la surface de sol atteinte sont respectivement de 140 et 2365 m²/ha dans une forêt secondaire de la Côte d'Ivoire. Alors que dans la mise en œuvre de l'exploitation forestière à faible impact (EFI), la superficie dérangée au cours des opérations de débardage est de 631,25m²/ha, soit une réduction de 72,2% comparativement à la superficie perturbée dans le cadre de l'EFC.

La mise en œuvre de ces critères (EFI) a permis une réduction de plus de 55,32% des dégâts totaux occasionnés sur le peuplement restant et une réduction de

plus de 72,2% de la surface dérangée par rapport à l'exploitation forestière conventionnelle. Cette réduction permettra sûrement la conservation du système écologique et partant une gestion durable des plantations domaniales. Il en ressort donc que l'hypothèse 3 «La mise en œuvre d'un système d'exploitation forestière à faible impact améliore la conservation des ressources forestières et de l'environnement» est aussi vérifiée.

5.3 – Proposition de l'intégration de l'EFI dans le plan d'aménagement participatif des plantations domaniales sous gestion de l'ONAB

L'application correcte des techniques d'exploitation forestière à faible impact dans les plantations sous gestion de l'ONAB s'avère nécessaire et indispensable pour une mise en œuvre conséquente des plans d'aménagement participatif élaborés pour la gestion durable des dites plantations.

Une bonne connaissance des ressources permet une planification efficace des opérations de récolte. La planification est essentielle pour le succès de l'EFI et pour optimiser l'utilisation des ressources (Sist 2001). Il s'avère donc nécessaire de procéder à une analyse de déclinaison des plans d'aménagement participatif élaborés pour la gestion des plantations de l'ONAB afin de cerner le niveau d'opérationnalisation des activités sylvicoles planifiées surtout celles de l'exploitation forestière. Selon Sist (2001), on distingue classiquement trois types de plans: le plan d'aménagement, le plan stratégique et le plan opérationnel.

Les plans d'aménagement participatif de l'ONAB sont élaborés sur la base des inventaires forestiers. Ils décrivent et planifient toutes les activités sylvicoles et les parcelles à passer dans les différentes coupes (coupe de régénération, coupe d'éclaircie, coupe de conversion et coupe de transformation) sur une période de vingt (20) ans.

Cette déclinaison du plan d'aménagement participatif des plantations de l'ONAB permet de constater qu'il est élaboré jusqu'au niveau stratégique avec la classification des principaux types de végétations et de topographie, la programmation des productions, l'équilibrage global des classes d'âges dans tous les secteurs, les possibilités annuelles de toutes plantations, la définition des règles de participation des différents acteurs pour la gestion durable des plantations, la quantification des produits à gérer par les OVIGEPAF, et la catégorisation des produits forestiers et leur répartition entre les différents acteurs.

Toutes ces techniques conditionnent le principe du rendement soutenu indispensable à la gestion durable des peuplements forestiers. Cependant, cette gestion ne sera effectivement durable sans l'élaboration d'un plan opérationnel annuel conséquent. Il importe donc d'élaborer, sur la base du plan d'aménagement participatif et le plan stratégique, le plan opérationnel en intégrant les techniques d'exploitation forestière à faible impact comme l'a si bien dit Sist (2001): «Les techniques EFI s'intègrent au sein du plan annuel opérationnel et ne peuvent pas être appliquées avec succès sans une planification et un contrôle strict des opérations de récolte».

L'élaboration du plan opérationnel de l'ONAB doit intégrer le recensement de toutes les parcelles à couper dans l'année, la planification et la réalisation des routes dans les parcelles planifiées pour la coupe, les procédures de mise en bandes de toutes les parcelles à passer en coupe de régénération naturelle, les procédures de balivage (marquage) de toutes les parcelles à éclaircir et celles de jalonnage et d'ouverture des pistes de débardage suivant les principes de l'EFI. Ces principes, dans le cadre de l'exploitation dans les plantations sous gestion de l'Office National du Bois doivent prendre en compte les difficultés engendrées par les mesures prises dans la mise en œuvre de l'exploitation forestière à faible impact. Ces mesures ont entraîné une baisse du rendement des ouvriers principalement des bûcherons et des débardeurs. La baisse de ce rendement a provoqué une diminution de la rémunération des ouvriers qui sont payés à la tâche principalement au mètre cube de grumes façonnées. L'élaboration d'un plan opérationnel efficace doit donc intégrer

l'augmentation du prix payé par unité de volume de grumes pour compenser la baisse du gain occasionné par la baisse du rendement des ouvriers. Il prend également en compte l'engagement volontaire de toute la hiérarchie des entreprises et des exploitants forestiers dans ce processus, la répartition des dites parcelles opérateur par opérateur selon leurs contrats, la formation des partenaires sociaux (les organisations villageoises, les élus locaux, les opérateurs économiques) et leur personnel pour la mise en œuvre de l'EFI. Enfin, on procèdera à une évaluation post exploitation permettant ainsi une amélioration des méthodes et techniques utilisées.

Ce plan opérationnel, élaboré sur la base des principes de l'exploitation forestière à faible impact, est exécuté par un comité de suivi dénommé Comité d'exploitation forestière à faible impact «comité EFI».

5.3.1. Comité d'exploitation forestière à faible impact (Comité EFI)

Le comité EFI est le comité chargé de la mise en œuvre de la planification, du suivi et du contrôle strict de toutes opérations de récoltes basées sous les principes de l'exploitation forestière à faible impact.

Composé de tous les acteurs intervenant dans l'exploitation forestière des plantations et forêts domaniales sous gestion de l'ONAB, le comité a pour mission de suivre les activités de coupe et de vidange de toutes les entreprises de bois et de tous les opérateurs privés. Il s'agit en particulier de:

- suivre et contrôler la conformité de l'exécution des activités d'exploitation forestière par rapport aux dispositions du cahier des charges des entreprises et des opérateurs privés élaborées sur la base des principes de l'EFI;
- suivre l'évolution de l'abattage des arbres, du façonnage, de la numérotation et du débardage des grumes;
- suivre les stocks des produits exploités et leur transports;
- assurer et suivre la formation du personnel, des ouvriers et de tous les acteurs dans la maîtrise des règles ou principes de l'EFI;
- Faire des évaluations périodiques des résultats obtenus afin d'améliorer les principes de base élaborés pour la mise en œuvre de l'EFI.

Le comité de supervision est constitué des responsables techniques qui installent sur le terrain une équipe dynamique pour l'opérationnalisation des activités de récoltes. Les membres du comité EFI proposé et ceux de l'équipe EFI se présentent dans le cadre de l'Office National du Bois comme suit:

- **Membres du comité EFI**

- Le Directeur Technique de l'ONAB
- Le Directeur des Politiques et du Contrôle de l'Exploitation Forestière de la DGFRN
- Les Directeurs Chargés de l'Exploitation de chaque société contractante
- Le Chef Unité Planification Suivi Evaluation et Contrôle
- Le Chef Unité Exploitation Forestière de l'ONAB
- Les Chefs Unité Gestion des Forêts / ONAB

- **Membres de l'Equipe EFI de terrain**

- Le Chef Unité Planification Suivi Evaluation et Contrôle (UPSEC/ONAB)
- Le Chef Unité Exploitation Forestière de l'ONAB (UEF/ONAB)
- Les Chefs Unité Gestion des Forêts/ONAB (UGF/ONAB)

- Chef Division Relation avec les Usagers (DRU/DGFRN)
- Les Chefs Division d'exploitation Forestière (DEF/ONAB)
- Le Chef Division Contentieux (DC/DGFRN)
- Les représentants chargés de l'exploitation des sociétés.

Le diagramme élaboré ci-dessous présente le lien organisationnel qui existe entre les différents acteurs et les actions à mener sur le terrain.

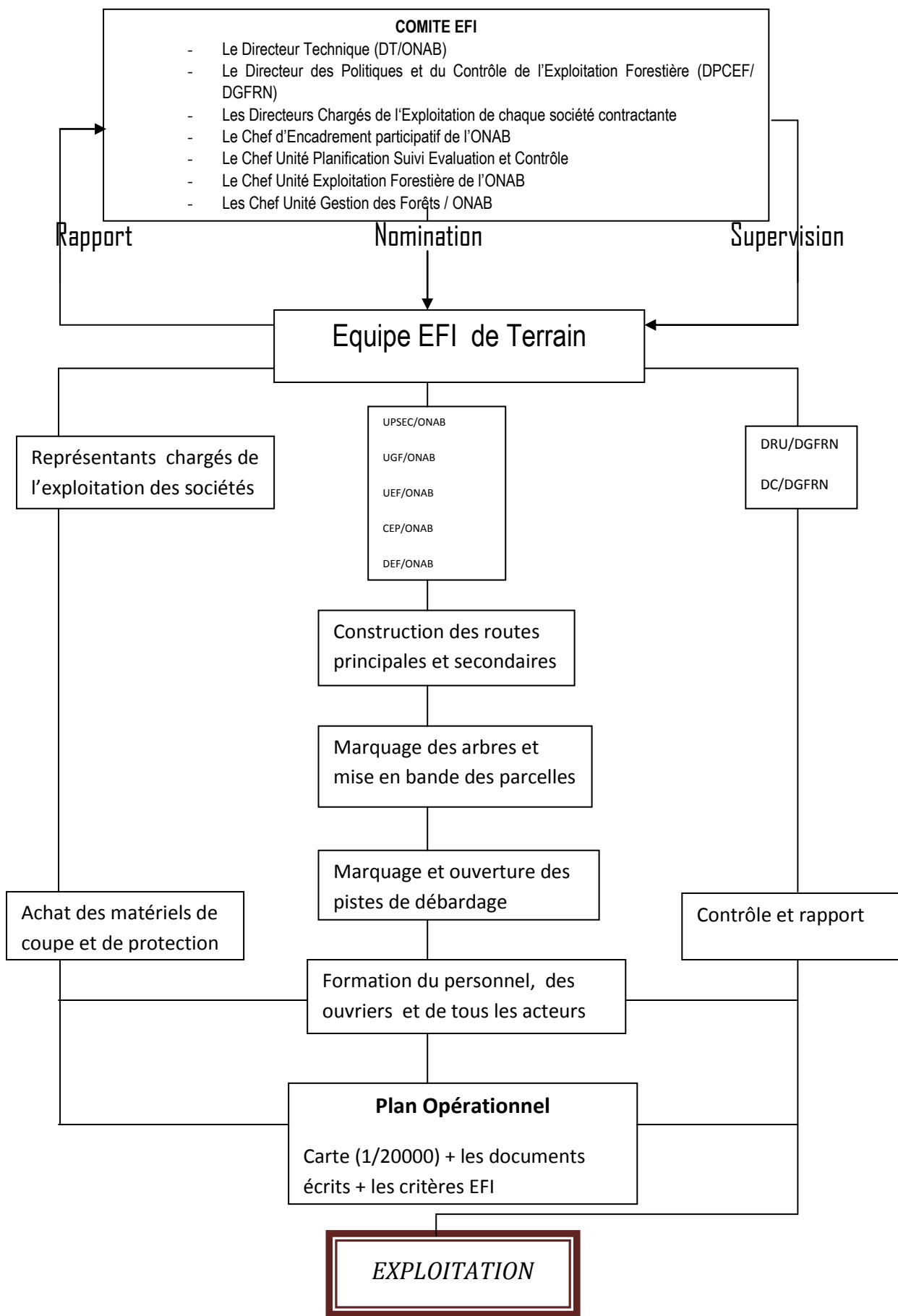


Figure 6: Diagramme d'intégration des techniques de l'EFI au plan opérationnel

CONCLUSION

Les principes d'exploitation forestière à faible impact (EFI) conçus et expérimentés dans les plantations de la Lama ont été conduits pour améliorer les pratiques de l'exploitation forestière conventionnelle (EFC) menée jusqu'à ce jour dans les forêts domaniales sous gestion de l'ONAB.

L'analyse comparative des résultats des deux systèmes étudiés (EFC et EFI), montrent que les rendements du système EFI ont chuté aussi bien chez les bûcherons que les débardeurs par rapport à l'EFC. En effet, le volume de grumes façonnées par l'équipe de bûcheronnage par jour est de 5,38 m³ dans l'EFC contre 4,78 m³ dans l'EFI. Ce qui ne présente pas statistiquement une différence significative contrairement aux débardeurs dont les volumes de grumes débardées par jour sont de 11,51 m³ dans l'EFC et de 8,12 m³ dans l'EFI, soit une réduction de 29,45%.

Aussi, les dégâts d'abattage et de débardage observés durant l'expérimentation des deux techniques d'exploitation forestière ont des perturbations directes sur le peuplement restant et sur le sol. Sur le peuplement les dégâts se traduisent par la destruction ou blessures des essences autochtones régénérées, l'ébranchage, l'étêtage et l'écorchure des arbres au moment de l'abattage et du débardage. On note également des trouées par l'ouverture du couvert végétal. L'expérimentation a montré que les techniques d'exploitation forestière à faible impact ont permis une réduction de plus de 55 % des dégâts totaux occasionnés sur le peuplement par rapport à l'exploitation forestière conventionnelle.

Sur le sol, les dégâts observés se traduisent par les phénomènes de décapage de la partie arabe et du couvert végétal. La surface dérangée par le tracteur MF440 est de 2266,67m² à l'hectare dans le système d'exploitation forestière conventionnelle et de 631,25 m² à l'hectare dans les système d'exploitation forestière à faible impact, soit une réduction de plus de 72 %.

Ainsi, l'exploitation forestière à faible impact a réduit les dégâts occasionnés sur le peuplement mais est d'un niveau de rentabilité faible par rapport à l'exploitation conventionnelle.

Ces résultats ne peuvent pas être généralisés à l'ensemble des plantations de l'ONAB, l'étude ayant été menée sur un seul site et n'ayant pas pris en compte les perturbations causées aux pistes et au couvert végétal. Mais elle peut toutefois servir de référence pour des recherches futures.

Il est plus que jamais nécessaire de réfléchir aux techniques d'exploitation forestière pratiquées jusqu'à présent surtout avec l'introduction des partenaires privés du bois dans les plantations de l'Office National du Bois. L'exploitation forestière classique doit faire place à des pratiques nouvelles soucieuses de la durabilité des ressources forestières. L'application des méthodes de l'exploitation forestière à faible impact considérées comme l'un des outils majeurs pour la gestion durable des forêts est indispensable pour les plantations domaniales du Bénin qui accueillent de nos jours des industriels de bois et des exploitants privés. Un tel objectif interpelle notamment les décideurs, gestionnaires soucieux de la gestion durable des ressources naturelles à :

- Instaurer un dialogue constructif entre responsables, techniciens aménagistes et tous les acteurs de la filière bois avec une prise de conscience de part et d'autre;
- Mettre en place un comité EFI comme proposé par cette étude;
- Opérationnaliser le plan d'aménagement participatif en intégrant le comité EFI;
- Assurer une formation permanente et continue à tous les acteurs de l'exploitation forestière surtout les ouvriers et les membres du comité EFI;
- Procéder à la certification des plantations domaniales sous gestion de l'Office National du Bois pour valoriser leurs produits et garantir le suivi-évaluation correct des activités menées dans lesdites plantations.

PERSPECTIVES POUR UNE THESE DE DOCTORAT

Thème: Etude d'élaboration d'un système d'exploitation forestière à faible impact pour la gestion durable des forêts domaniales du Bénin

L'étude de l'exploitation forestière à faible impact dans les plantations de l'ONAB a été abordée de façon très limitée aux aspects de la rentabilité des ouvriers et à quelques dégâts causés au peuplement restant.

Certains points tels les impacts de l'EFC et l'EFI sur les différents sites (ferralitiques, ferrugineux etc.) des plantations, des régénérations naturelles, les dégâts engendrés par les pistes et les parcs de stocks des grumes, les implications des industriels du bois, des exploitants privés et des populations riveraines dans l'EFI ne sont pas encore élucidés. De même les aspects socio-économiques de l'EFI ne sont que très sommairement abordés. Nous envisageons donc pour les recherches futures, aborder donc les différents points soulignés ci-dessous dans les nouvelles conditions engendrées par la réforme opérée au sein de l'ONAB par la cession de la grande scierie de Saclo afin de rechercher les solutions des questions suivantes:

- 1- Quelles sont les techniques EFI les plus adéquates pour une gestion durable des plantations domaniales du Bénin?
- 2- Quels sont les facteurs techniques, financiers, sociologiques et écologiques utilisés en exploitation forestière à faible impact?
- 3- Quels sont ses impacts écologiques et sociologiques?
- 4- Quelle formation ou éducation donnée aux différents acteurs impliqués dans un système d'exploitation forestière à faible impact?
- 5- Quelle formation faut-il donner aux ouvriers afin d'améliorer leur travail et accroître le rendement?

- 6- Quelle politique faut-il à l'état en direction des industriels de bois impliqués dans l'exploitation et la commercialisation du bois pour une gestion durable des forêts domaniales au Bénin?

Objectifs

Deux groupes d'objectifs se dégagent: l'Objectif global et les objectifs spécifiques

Objectif global

Elaborer sur des bases techniques et scientifiques le cadre conceptuel de l'EFI pour la gestion durable des plantations domaniales du Bénin.

Objectifs spécifiques

Des actions entrant dans la mise en œuvre de l'étude contribueront à:

- Evaluer l'organisation et la rentabilité économique de l'exploitation forestière pratiquée par tous les industriels bois contractants de l'ONAB;
- Elaborer le cadre conceptuel de la mise en place d'une EFI permettant la gestion durable des plantations domaniales;
- Mettre en œuvre à titre expérimental l'exploitation forestière à faible impact avec tous les exploitants de bois opérant dans les plantations de l'ONAB;
- Elaborer des stratégies et des recommandations aux autorités politiques, aux gestionnaires des forêts, aux industriels du bois, aux exploitants forestiers et à tout usager du bois une méthode EFI capable d'assurer la conservation et la gestion durable des forêts au Bénin.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADAM S. et BOKO M. 1993. Le Bénin, 2è édition, Paris Edicef, 93p.

AKOEGNINOU, A., 1984. Contribution à l'étude botanique des îlots de forêts denses humides semi-décidues en République Populaire du Bénin. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux III, France 250p.

ANHUF D. 1994. Zeitlicher Vegetations- und Klimawandel in der Côte d'Ivoire. – Stuttgart: Franz Steiner, 480 pp.

ASSOUMA A. B. 1985. Contribution à l'amélioration de l'exploitation forestière dans les teckeraies du sud Bénin. Mémoire FSA/UNB. 138 pages.

BERTAULT J. G., SIST P., 1997. An experimental comparison of different harvesting intensities with reduced-impact and conventional logging in East Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecology and management*, 94: 209-218

BERTAULT J. G. 1992. Etude de l'effet du feu en forêt dense semi-décidue de Côte d'Ivoire au sein d'un dispositif expérimental sylvicole. Thèse de Doctorat, Université de Nancy I, 260p + annexes

BREVET R. TUO N. DIAHUISSIE A., 1992. Etudes des dégâts d'exploitation forestière en forêt dense humide. Exploitation de bois d'œuvre en forêt de Yapomambo. IDEFOR-CIRAD, 30 pages.

CHABBERT J., PRIVADI H., 2001. Exploitation à faible impact dans une forêt à Bornéo. *Bois et Forêts des Tropiques* 2001, N° 269 (3).

CIFOR, 1998 . Rapport annuel du Cifor – Exploitation forestière à faible impact.

DE CHATELPERRON G. COMMERCON R. 1986. Mise en exploitation du dispositif de recherche en forêt naturelle dans les forêts de Boukoko et La Lolé en République Centrafricaine Projet F.A.C. A.R.R.F.C.T.F.T. 58 pages

DUPPUY B. et BERTAULT, J. G. 1997. Impact des incendies en forêt dense humide ivoirienne. Contribution au XI^{ème} congrès forestier mondial –Antalya, 5p.

DURRIEU de MADRON L., FORNI E. et MEKOK M. 1998. Les techniques d'exploitation à impact réduit en forêt dense humide camerounaise. Cirad-Forêt, France, 33p.

DYKSTA D. P. et HEINRICH R. 1996. **FAO** model code of forest harvesting practice (**Code modèle FAO des pratiques d'exploitation forestières**). Rome , Italie, 85p www.lavoisier.fr/notice/frKWOO6X2AO3WA36.html.

ESTÈVE, 1983. **La destruction du couvert** forestier consécutive à l'exploitation forestière de bois d'œuvre en forêt dense tropicale humide africaine ou américaine. *Bois et Forêts des Tropiques*, 201: 77-84.

FAO, 1996. Code modèle des pratiques forestières, Fascicule 05 : code d'exploitation forestière à faible impact. Rome, disponible sur www.fao.org/docrep/V6530E/V6530E00.htm.

GACHON, P. 2000. La modélisation du climat- où en sommes-nous? *Vertigo- La revue en productivité sciences de l'environnement sur le WEB*, Vol1 N°2, Septembre 2000, 23p. [Http://www.vertigo.uqam.ca/VOLL_n2/philippe_gachon.html](http://www.vertigo.uqam.ca/VOLL_n2/philippe_gachon.html). Mis en ligne le 1^{er} Septembre 2000, Consulté le 03 Octobre 2010.

HAWTHORNE W. D. 1994. Fire damage and forest regeneration in Ghana. ODA Forestry series n°04 53p.

HE N D R I S O N, J. 1989. Damage-controlled logging in managed tropical rain forests in Suriname. Série sur l'écologie et l'aménagement des forêts tropicales humides au suriname, Université agricole de Wageningen, Pays-Bas, 204p.

HOUNKPEVI A. 2008. Contribution à la gestion durable des forêts: Caractéristiques écologiques et structurales de la forêt naturelle de Massi (Lama) au Sud Bénin. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur agronome à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (DAGE/FSA/UAC), 259 p.

HOUNKPEVI et al. 2011. Structure et écologie de la forêt à *Diospyros mespiliformis* Hochst, ex A. DC. et à *Dialium guineense* Willd, de la réserve de Massi (la Lama), Bénin. *Bois et Forêts des tropiques* n°308 (2): 33-46 14p.

JOHNS, J. S., BARRETO, P., Uhl, C., 1996. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. *For. Ecol. Manage.* 89, 59-77.

JONKERS, W. B. J. 1987. Vegetation structure, logging damage and silviculture in a tropical rainforest in Suriname. Numero 3 de la série sur l'écologie et l'aménagement

des forêts tropicales humides au Suriname, Université agricole de Wageningen, Pays-Bas 172p.

KIBOKO M. A., 2006. Des pistes pour une exploitation forestière à faible impact Congo Kinshassa, 5p.

MASSEY FERGUSON, MF 440, <http://www.toytractorshow.com/steiger1.htm>.

MIGNANWANDE D. S. G. 2009. Contribution pour une exploitation forestière à faible impact (EFI) dans les jeunes peuplements de la Lama (ONAB). Mémoire pour l'obtention de la licence professionnelle au Centre Autonome de Perfectionnement de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (CAP-EPAC), 44p.

NICHOLSON D. I., 1958. An analysis of logging damage in tropical rain forest, North Borneo Malay. For. 21(4): 235-245.

ONAB-PAP, 2005. Plan d'aménagement participatif (PAP) des plantations forestières de Massi: Période 2004- 2023, 204p.

PARADIS, G., & HOUNGNON, P., 1977. La végétation de l'aire classée de la Lama dans la mosaïque forêt-savane de Sud-Bénin (ex Sud-Dahomey). *Bull. Mus. Nat. Hist. nat.*, Paris 3^e ser. n°503,nov.déc.1977, Botanique 34 :168-198.

PINARD M. A., PUTZ F. E., 1996. Retaining forest biomass by reducing logging damage, *biotropica*, 28: 278-295.

SANGARE M., 1990. Contribution à l'établissement du plan de gestion du massif forestier de SODEFOR- Côte d'Ivoire, 106 pages.

SIST P., 2000. Les techniques d'exploitation à faible impact In Bois et forêts des tropiques 265 (3) : 31-43.

SLANSKY, M., 1962. Contribution à l'étude du Bassin Sédimentaire Côtier du Dahomey et du Togo. Mémoire du bureau de Recherches Géologiques et Minières. Editions Technip, Paris 7^{ème} 223 p.

VERISSIMO, A., BARRETO, P., TARIFA, R., Uhl, C., 1995. Extraction of a high-value resource in Amazonia : the case of mahogany. For. Ecol. Manage. 72, 39-60.

VIENNOT, M., 1966. Etude des sols de la dépression de la Lama et de ses bordures. Carte pédologique de reconnaissance au 1/50000. ORSTOM, Cotonou ; 58 p.

WEBB, E. L., 1997. Canopy removal and residual stand damage during controlled selective logging in lowland swamp forest of northeast Costa Rica. *For. Ecol. Manage.* 95, 117-129.

WHITMORE, T. C., 1997. Tropical forest disturbance, disappearance and species loss. In: Laurance, W.F., Bierregaard, R.O. (Eds.), *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 3-12.

YEBOA A. K., BRECHET L. et SOENGAS L. R. B. 2004. Evaluation des dégâts d'exploitation sur le peuplement forestier résiduel en forêt aménagée de Guyane Française. UMR ECOFOG en collaboration avec l'Office Notarial des forêts, Guyane Française (Parcelle Maripa 64). Rapport de stage effectué du 14 au 22 septembre 2004, UMR ECOFOG, ONF, 32 p. http://ecofog.cirad.fr/fr/enseignement/fth_2004/projets/Dégâts/Rapport.pdf.

ZIMAZI G. J. 2009. Contribution à la gestion durable des plantations privées de Teck dans la commune de Toffo (Département de l'Atlantique, sud-Bénin) : Caractéristiques structurales, écologiques et modes de gestion. Mémoire pour l'obtention du DESS à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (DAGE/FSA/UAC), 209 p avec les annexes.

ANNEXES

Annexes 1: Fiche d'évaluation de la journée de travail du bûcheron

N° Fiche													
Département:						Système d'exploitation:							
Commune:						Variante:				Essai :			
Secteur:						Equipe de bûcherons:							
Sous-Parcelle:						Date:							
Age de la S-parcelle:						Heure de démarrage:							
Mesures de l'arbre abattu						Temps des opérations d'abattage							
N°	D _{10cm}	D _m	Lt	Lg	N _g	T _e	T _l	T _n	T _c	T _d	T _{mg}	T _g	Tr
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													

(Système d'exploitation : EFC ou EFI)

Observations :Nom et signature du chercheur ou son assistant :

Annexes 2: Fiche d'évaluation de la journée de travail des débardeurs

Département:				Type de tracteur:				
Commune:				Empattement:				
Secteur:				Longueur de la piste débarbage:				
Sous-Parcelle:				N° de voyage:				
Age de la S-parcelle:				Distance parcourue:				
Système d'exploitation:				Nombre de grumes (Ng):				
Variante:				Date:				
Charge:		Vitesse :		Heure de démarrage:				
Temps des opérations du tracteur (mn)								
Te	Tv	Ta	Tc	Td	Tem	Tj	Tm	Tr
Dimensions des grumes amarrées								
N° Grumes	Dm	L	N°	Dm	L (m)			
Dimensions et caractéristiques du paquet de grumes amarrées								
Largeur (m)								
Longueur (m)								
Observations								

(Système d'exploitation : EFC ou EFI) Dm = Diamètre médian (cm) ; L= longueur de la grume (m)

Annexes 3: Fiche d'évaluations des dégâts causés par les arbres et les tracteurs

Département:		Date :							
Commune:		N° Bande							
Secteur:		N° Portion :							
Sous-Parcelle:		N° Placette:							
Age de la S-parcelle:		Observateur :							
Système d'exploitation:									
Caractéristiques des dégâts sur les arbres sur pied									
Essences	Seulement écorchées	Seulement étêtées	Seulement écorchées	Ecorchées et étêtées	Brisées				
Proportion de surface du sol dérangé par le tracteur (%)									
Pourcent (%)	Observations								
Evaluation des essences de valeur									
Essences de valeur	Fréquence - Dimensions								
	Nbre	1		2		3		4	
		H (m)	D (cm)	H (m)	D (cm)	H (m)	D (cm)	H (m)	D (cm)
Diospyros mespiliformis									
Ceiba pentandra									
Anogeissus léiocarpus									
Dialium guineensis									
Azelia africana									
Elaeis guineensis									
Antiaris toxicaria									
Holarrena floribunda									
Lonchocarpus sericens									
Ficus sp									
Autres									

(Système d'exploitation : EFC ou EFI)