

CUYPERS Dieter.
GLATTARD Estelle.
LEJONC Grégoire.
ORIOLE Eric.

ENGREF - Module FTH 2002.
Projet de terrain : 19 au 26 septembre 2002.

Ecole
Nationale
du Génie Rural
des Eaux
et des Forêts



Élaboration d'une méthode de diagnostic post-exploitation à partir du cas de la forêt de Counami (Guyane française).



Sommaire

REMERCIEMENTS	1
INTRODUCTION.....	1
I. CARTOGRAPHIE DE L'EXPLOITATION FORESTIERE.....	2
A. Méthodologie utilisée.....	2
B. Des résultats concluants.....	2
C. Quelle précision, pour quelles données ?.....	3
1. L'acquisition des données	3
2. Diagnostic post-exploitation.....	4
II. CONTROLE ET OPTIMISATION DE LA PRODUCTION FORESTIERE	4
A. Méthodologie.....	4
B. Résultats	5
C. Analyse	7
1. Estimation de la qualité productive du travail d'exploitation.....	7
a) Evaluation des pertes d'exploitabilité	7
b) Mesures de ratios.....	8
2. Evaluation de la méthodologie mise en place pour l'estimation de la qualité productive d'exploitation de la parcelle.	9
III. EVALUATION DES DEGATS DES ZONES D'ABATTAGES.....	12
A. Méthodologie.....	12
1. Une typologie simple, à deux facteurs	12
2. Réflexions pour la suite de l'étude	13
3. Comment caractériser de manière précise les zones d'abattages ayant une ouverture de canopée inférieure à 1000 m ² ?	13
B. Résultats	14
1. Des zones d'abattages aux dimensions différentes.....	14
2. Les zones d'abattage < 1000 m ²	15
C. Discussion	16
IV. CONCLUSION.....	17
V. ANNEXES	18

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier les personnes qui nous ont aidé à mener ce projet, lequel nous a permis de mieux connaître les réalités du terrain en forêt tropicale humide :

- Julien DEMENOIS (ONF).
- Xavier COULMIER (ONF).
- Lilian BLANC (CIRAD Forêt).
- Jean Gaël JOURGET (CIRAD Forêt).
- Les agents de terrain qui nous ont accompagné pendant ce projet.

Introduction

Une **gestion durable forestière** nécessite une valorisation optimale de la ressource forestière, ainsi qu'une maîtrise des dégâts d'exploitation, tout en préservant le capital forestier pour les générations futures.

L'exploitation d'une parcelle forestière en Guyane se base, jusqu'à présent, sur un inventaire pré-exploitation (DIPA) qui fournit des informations à l'acheteur, sur la richesse en nombre de tiges exploitables.

L'hypothèse émise est qu'il existe un décalage important entre la ressource exploitable et ce qui est réellement exploité. Cette sous-valorisation de la ressource (prospections incomplètes, oublis de grumes, purges excessives) pourrait se révéler souvent accompagnée de dégâts importants liés au réseau des pistes et aux zones d'abattage. Elle pourrait être le résultat d'une certaine déresponsabilisation des exploitants qui tend à obliger l'ONF à ouvrir d'autant plus de zones forestières à leur exploitation.

L'objectif d'un **diagnostic post-exploitation (DPE)** d'une parcelle s'avance dans ce sens, évaluer si le volume de bois prélevé est optimal et les dégâts résultants de l'exploitation mesurés. Le DPE se doit d'être une méthode d'évaluation simple et opérationnelle. L'ONF souhaite sa mise en place afin de contrôler la qualité des exploitations forestières. Cet outil devrait apporter de nouveaux éléments de réflexion pour les aménagements forestiers futurs.

L'objectif de ce projet de terrain est de répondre à la question « **la parcelle a-t-elle été correctement exploitée ?** ». Les premiers éléments de cette méthodologie sont mis en place afin d'évaluer l'optimisation de la production de l'exploitation et de mesurer l'ampleur des dégâts occasionnés sur les zones d'abattage.

Ce projet a une **double fonction**. L'ONF désire être capable de faire des DPE fiables et rapides. Pour le **CIRAD Forêt**, les enjeux abordent une problématique de recherche : déterminer l'impact de l'ouverture des zones d'abattage sur la capacité de régénération de la forêt. A long terme cela permettrait de déterminer, par exemple, la durée de rotation optimale d'une parcelle forestière et de fixer des taux optimaux d'exploitation.

Au travers des **enjeux économiques et écologiques**, ces deux voies de réflexions sont fortement liées. Il est indispensable de comprendre l'impact de l'exploitation sur la dynamique forestière. De quelle façon peut-on intensifier le prélèvement d'arbre ? Quel en sera l'impact sur la reconstitution de la forêt ? Peut-on favoriser les essences commerciales ? Doit-on favoriser de grandes ou petites zones d'ouvertures ? Dans cette logique, l'ONF et le CIRAD élaborent ensemble un projet de recherche appliquée à moyen et long terme. La courte durée de ce projet d'une semaine permet de lancer les premières bases et de proposer des hypothèses à valider dans des études postérieures.

I. Cartographie de l'exploitation forestière

Un des premiers objectifs de ce projet a été de cartographier l'ensemble de l'exploitation afin d'évaluer la facilité de l'acquisition de telles données et d'estimer leur pertinence pour une analyse post-exploitation.

A. Méthodologie utilisée

La collecte des données vise à cartographier les pistes de débardage et de débusquage ainsi que les souches et grumes au sol de la parcelle étudiée.

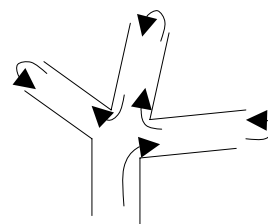
Ce travail a été réalisé par six personnes réparties en deux ou trois équipes par groupe de deux ou trois. Chaque groupe était équipé d'un GPS et d'une carte au 1/7500^{ème} (utilisation de cette échelle issue de travaux préalable menés par l'ONF) de la parcelle 4 décrivant le fond topographique (base de la carte au 1/50000^{ème}) et les limites de parcelle et d'unité de prospection¹ (UP).

La démarche consiste à parcourir l'ensemble des pistes de la parcelle et à relever les coordonnées des points caractéristiques observés. Ces points sont :

- Les changements importants de direction des pistes (angle supérieur à environ 45°).
- Les carrefours.
- Les souches ou les ensembles de souches.
- Les points topographiques caractéristiques (crique, bas fond...).

Le réseau est alors retranscrit manuellement sur la carte.

Afin d'avoir la certitude de parcourir l'ensemble du réseau de pistes, les pistes sont parcourues en tournant systématiquement à droite à chacun des carrefours rencontrés. Ainsi la partie droite est parcourue à l'aller et la gauche au retour.



La carte est scannée pour permettre son analyse via le logiciel Arcview.

B. Des résultats concluants

La carte à l'échelle de 1/7500^{ème} recouvre la parcelle 4, d'une superficie de 365 hectares (cf. carte en annexe). La précision des GPS utilisés est généralement d'une dizaine de mètres. Avec l'accumulation des incertitudes des mesures et de la transcription sur papier, nous avons observé que la précision des points reportés et du tracé est de l'ordre d'une quarantaine de mètres.

La durée de cette première partie de collecte de donnée est de quarante heures (temps cumulé passé sur le terrain), soit quatre demi-journées de terrain à deux ou trois équipes. Ce temps se répartit globalement selon les procédures suivantes :

Tableau 1 : proportion de temps des différentes étapes lors de la cartographie

Activité	Déplacement	Recherche de souche	Report sur carte	Localisation GPS
Temps (%)	70	15	10	5

¹ Sous unité de parcelle correspondant à une réalité géomorphologique de laquelle sont exclues les zones non-exploitable.

Les principaux résultats sont décrits ci-dessous :

Tableau 2 : résultats cartographiques

Surface de la parcelle (ha)	365
Surface totale des Unités de Prospection (= surface exploitable) (ha)	272
Longueur de piste (km)	31,9
Nombre total d'arbre abattus	430
Nombre de souches et grumes débardées	367
Nombre de souches avec grume de mauvaise qualité abandonnée	44
Nombre de souches avec grume de qualité non débardée	19
Nombre de grumes débusquées et comptabilisées sur parc par l'ONF	425

Le nombre de souches rencontrées sur la parcelle est inférieure au nombre de grumes comptabilisé sur le parc, d'où une erreur de comptage de notre part de 14 % (pourcentage de différence entre le nombre de grumes sur parc comptabilisées par l'ONF et le nombre de souches dont les grumes ont été débardées = $(425-367)*100/425$) .

De plus, l'encombrement des zones d'abattage et des bords de piste empêche parfois de voir d'éventuelles souches, d'où les erreurs de comptage possibles.

Par ailleurs la distribution des souches est hétérogène sur la parcelle : une moyenne d'exploitation de deux ou trois arbres exploités par hectare sur toute la parcelle doit être nuancée par la forte variation qu'elle peut atteindre localement avec parfois des densités de plus de dix arbres exploités par hectare. En terme d'impacts sur le milieu, les conséquences sont différentes selon la densité prélevée.

Les difficultés rencontrées sur le terrain concernant le décalage de géoréférencement (environ 100 mètres) que nous avons constaté entre les coordonnées UTM du GPS et les références de la carte IGN. Il rend parfois difficile la correspondance du relevé des pistes avec le fond topographique.

C. Quelle précision, pour quelles données ?

1. L'acquisition des données

Selon l'aspect purement méthodologique, l'étape de cartographie se révèle facilement réalisable (peu de moyens, peu de compétences mises en œuvre) mais présente l'inconvénient d'être lente. En moyenne, par équipe de deux personnes, une heure de terrain permet de relever 800 mètres de piste (31,9 km divisé par 40 heures) y compris le comptage des souches ! **Ce travail de cartographie est difficilement envisageable comme mission de routine.**

La longueur et le nombre de pistes souvent encombrées (boue, ornières, branches...) rendent le relevé assez long. **Pour diminuer le temps nécessaire** à la réalisation d'une telle cartographie, nous pouvons imaginer de relever les informations nécessaires par un enregistrement des points caractéristiques sur GPS, de manière intégrée et automatisée, et par traitement des données collectées directement sur SIG. Cette démarche est susceptible de faire gagner un peu de temps mais ne sera pas aussi précise qu'un relevé manuel sur carte.

Il est tout de même très intéressant de disposer d'une carte de la zone étudiée afin de pouvoir réaliser par la suite un relevé systématique ou une analyse de la distribution des ressources exploitées. Nous pouvons nous interroger sur la précision nécessaire de la carte à réaliser. Cela dépendra évidemment de l'utilisation futures de ce type de document.

L'ONF et le CIRAD n'ont ainsi probablement pas les mêmes besoins en terme de précision cartographique. L'ONF recherchera plutôt à systématiser une cartographie simple et rapide alors que le CIRAD, dans un objectif de recherche s'appliquera plutôt à détailler la cartographie sur un échantillon de parcelles.

La localisation systématique, sur la carte, des souches et des grumes rencontrées est pertinente. Ce critère est assez fiable (moins de 14 % d'erreur sur le nombre total), et il demande peu de temps lors de la cartographie sur le terrain.

2. Diagnostic post-exploitation

En ce qui concerne l'évaluation post-exploitation de la parcelle, la cartographie apporte un certain nombre de renseignements. La répartition géographique des pistes permet de voir si l'ensemble de la parcelle est couverte et s'il existe des **zones inexplorées exemptes de piste**.

Etant donnée que la localisation de part et d'autre d'une piste des arbres exploitables est possible jusqu'à une vingtaine de mètres, une zone inexplorée est définie comme un espace suffisamment grand (défini par la suite) et distant des pistes (au moins 20 mètres) pour pouvoir contenir des arbres potentiellement exploitables.

Nous avons aussi constaté la présence d'un certain nombre de pistes « sans issues », c'est à dire ne donnant accès à aucune souche : 3,2 km sur la parcelle (soit 10% de la longueur de piste).

La répartition spatiale des souches est seulement informative (distribution des richesses), et ne présente pas vraiment d'intérêt pour le diagnostic post-exploitation au vu du temps nécessaire pour faire le relevé : le comptage des souches est suffisant pour le DPE. Dans la perspective d'une mission de routine de contrôle, la précision requise est très inférieure à celle obtenue ici.

⇒ **S'il n'est pas envisageable d'appliquer la méthode cartographique utilisée ici dans une mission de routine parce qu'elle est trop longue, ce zonage de l'exploitation a une utilité : il permet de localiser l'espace exploré et, par opposition, de localiser les zones inexplorées.**

II. Contrôle et optimisation de la production forestière

Cette partie aborde l'aspect économique de l'exploitation : **l'exploitant a-t-il maximisé le rendement de la parcelle ?** D'un point de vue méthodologique, il s'agit de **mettre en place une démarche de mesure et de contrôle de l'exploitation**. Qualitativement, un premier diagnostic est possible pour l'exploitation de cette parcelle.

A. Méthodologie

En vue d'évaluer si l'exploitation a été optimisée, la démarche consiste à identifier directement sur le terrain le bois qui aurait pu être exploité en complément de celui déjà exploité. Considérant les coûts, l'exploitant ayant prélevé un certain nombre de tiges, n'avait-il pas intérêt à prélever d'autres tiges sur son passage pour rentabiliser l'exploitation ?

Les **pertes d'exploitabilité** se présentent sous plusieurs formes :

- les purges excessives, hautes et basses,
- les tiges d'essences commerciales jugées exploitables mais non exploitées,
- les grumes laissées sur la parcelle.

Pour chacun des bois et des souches rencontrées, nous avons relevé **un certain nombre de critères** :

- La localisation sur la carte de l'exploitation (sur la parcelle).
- L'état du bois considéré (souche, grume, arbre sur pied à +/- 20 mètres, réserve...).
- L'essence.
- Le diamètre à 1m30 de hauteur pour les arbres sur pied.
- La distance par rapport à la piste la plus proche pour les arbres sur pieds.
- Le volume perdu pour les purges et les grumes laissées (diamètres aux extrémités et longueur).
- Des commentaires pouvant, par exemple, expliquer la raison pour laquelle l'exploitant a laissé du bois exploitable sur la parcelle (oubli, sécurité d'abattage, qualité du bois, essences non habituelle, topographie...).

Ce travail est réalisé en équipe avec l'aide d'un prospecteur (agent ONF suivant les critères du DIPA) capable d'identifier les essences et d'évaluer la qualité des bois. La carte précédemment établie a permis de faciliter le relevé des informations sur les souches déjà localisées.

Cette carte donne aussi la possibilité de localiser des zones inexplorées par les pistes mais appartenant à la parcelle, et d'y rechercher d'éventuels bois exploitables : à signaler que l'on ne dispose pas vraiment de données concernant la surface minimale d'une zone non explorée, ce qui nécessite à l'avenir des études complémentaires dans d'autres parcelles. Ces zones sont parcourues en suivant un azimuth, la totalité de la surface n'est pas prospectée (25 m de part et d'autre pour les arbres sur pied et 50m pour les trouées), mais des arbres sur pieds exploitables ou des grumes abandonnées ont été relevés dans quelques zones « suspectes » de la parcelle.

En vue d'établir une méthodologie portant sur le contrôle de l'optimisation du bois exploité, nous avons analysé les méthodes utilisées pour cet exercice.

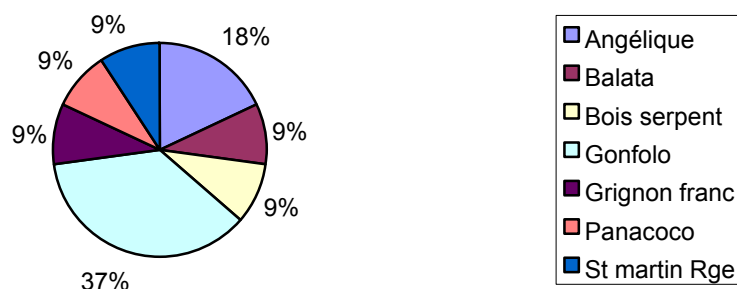
B. Résultats

Etant donné le temps imparti, seule l'**unité de prospection Nord** a été parcourue de façon complète. Les résultats (voir annexe 1 et 2) sont donc à relativiser vu la petite taille de l'échantillon.

Tableau 3 : proportion de souches et de type de perte d'exploitabilité relevé sur l'UP Nord

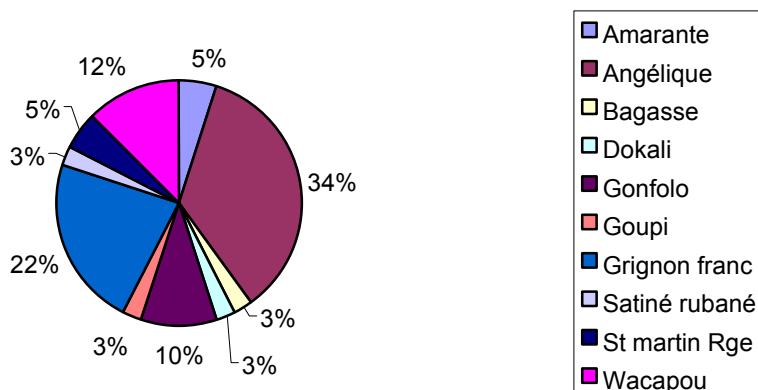
Nombre de souches (arbres exploités)	36	71%
<i>dont nombre de purges excessives</i>	2	4%
Nombre d'arbres sur pied « exploitables »	11	21%
Nombre de grumes abandonnées	4	8%

Essence des arbres exploitables laissés sur pied (11 tiges) :



Dans le contrat de vente, les essences de ces tiges laissées sur pied sont considérées comme bois ossature, bois de couleur fréquents ou bois précieux.

Essence des arbres exploités (40 tiges) :



Le pourcentage d'arbres exploitables laissés sur pied (11) par rapport aux arbres exploités (40) est de 27 %.

Nous avons cubé 2 m³ de pertes de bois de qualité (2 purges basses : Amarante et Grignon franc).

L'unité de prospection Est a été partiellement parcourue, les données ne seront donc pas exploitées statistiquement mais plutôt pour réfléchir sur la méthodologie, avec l'objectif supplémentaire de prospecter des zones inexploitées : deux zones ont été traversées, ce qui nous a permis de découvrir 4 grumes oubliées (ou abandonnées ?) par l'exploitant, ainsi que des arbres sur pied de qualité satisfaisante qui auraient pu être exploités.

C. Analyse

1. Estimation de la qualité productive du travail d'exploitation

a) Evaluation des pertes d'exploitabilité

(1) Les purges

Les purges excessives sont peu nombreuses (4% des observations) **et de faible volume** ($<1\text{m}^3$ chacune). Il ne semble pas que ce soit sur ce type de bois qu'il soit possible d'optimiser la production dans ce cas bien précis d'exploitation. Ces purges ne sont pas toujours facilement accessibles, notamment pour les purges hautes, ce qui rend le contrôle long et incomplet.

Enfin dans le cas de purge excessive, il est difficile d'en évaluer la cause. Une purge importante peut avoir été délibérément faite pour des raisons de sécurité, de qualité du bois, ou de longueur de grume.

Si nous comparons le volume de bois perdu que représente une purge excessive ou une grume oubliée, il faut 20 purges de 0.5 m^3 (60 cm de diamètre pour 1 mètre de long) pour obtenir un volume équivalent à celui d'une grume de 80 cm de diamètre. Il est donc d'autant plus important d'être capable de trouver les grumes oubliées sur la parcelle.

(2) Les arbres laissés sur pieds

Les arbres sur pieds laissés dans l'UP Nord sont relativement nombreux (21% des observations). Ils sont généralement assez proches des pistes, pour pouvoir être visibles et facilement desservis. Une estimation du volume serait nécessaire pour pouvoir évaluer la perte d'exploitation.

Il est assez difficile d'estimer pour quelle raison ils n'ont pas été exploités. Dans certains cas, il s'agit clairement d'essences qui ne sont pas habituellement exploitées et l'exploitant n'avait certainement pas de demande de telles essences au moment de l'exploitation de cette parcelle. Il convient cependant de noter la proportion d'arbres sur pieds ayant des débouchés fiables sur le marché des bois (Angélique, Gonfolo, Grignon franc...). Dans d'autres cas, la qualité de l'arbre est certainement la cause de sa non-exploitation. Enfin, probablement pour des raisons de sécurité, certains arbres trop enchevêtrés de lianes ont été délaissés par les abatteurs. Cependant, tous ces arbres sur pied n'ont pas une raison apparente de leur non-exploitation, certains sont même de très bonne qualité apparente.

(3) Les grumes

Dans cette parcelle, un certain nombre de grumes sont délibérément laissées en vue de meilleures conditions de débardage. L'exploitation de la parcelle s'est déroulée en pleine saison des pluies dans des conditions parfois très difficiles pour le débardage. Sur les quatre grumes observées dans l'UP Nord, deux sont visiblement pourries à la base et inexploitable. Les deux autres semblent par contre en bonne état et être une perte d'exploitabilité

(4) Les zones inexplorées

Nous avons identifié des grumes, oubliées ou abandonnées, dans des zones non explorées par les pistes, pourtant facilement accessibles. Ce constat nous amène à penser que l'exploitant peut oublier des grumes. Cet oubli est inadmissible dans la mesure où ce bois ne représente pas seulement une perte d'exploitation mais aussi un gaspillage de la ressource.

Bien que la méthode utilisée pour analyser les zones inexplorées ne soit pas très poussée, il est assez facile de repérer les grumes laissées sur place.

D'un point de vue qualitatif, malgré les pertes d'exploitation citées ci-dessus, les UP parcourues sont généralement bien exploitées compte tenu du nombre de tiges et des essences prélevés.

b) Mesures de ratios

Des ratios peuvent donner des indices sur la qualité de l'exploitation de la parcelle.

(1) Ratio surface explorée/surface exploitable = 0.4

40 % de la surface exploitable est explorée par le réseau de piste. La notion de surface explorée est largement discutable puisque, selon les zones, la visibilité est plus ou moins importante.

Censée refléter la surface parcourue dans laquelle les arbres exploitables ont été vu par l'exploitant, elle ne tient pas compte du fait que les abatteurs repèrent les arbres à abattre depuis les layons qu'ils taillent eux mêmes en début d'exploitation plutôt que depuis les pistes.

Cette surface explorée correspond donc plutôt à une surface minimum dans laquelle il est certain que tout les arbres exploitables aient été vu et éventuellement abattus. La surface réellement explorée par l'exploitant est certainement beaucoup plus importante et elle n'est pas mesurable.

Ainsi, il convient de s'interroger sur les zones non-explorées potentiellement porteuses de bois exploitable, c'est à dire ne présentant pas de pistes. De la même façon, il est impossible de dire si ces zones sont effectivement inexplorées ou seulement inexploitées au vu des ressources qu'elles présentent. Dans le doute, on peut imaginer que toute zone inexplorée est susceptible de contenir des arbres exploitables. (voir paragraphe II C)

(2) Ratio arbres exploités/arbre inventoriés = 0.31

D'après le DIPA, 1227 tiges sont exploitables sur la parcelle. **Un arbre inventorié sur trois est exploité.** Ce ratio est certainement le plus fiable pour donner une idée de la qualité productive de l'exploitation de la parcelle. Il est calculé à partir du DIPA et du décompte d'exploitation établi sur le parc.

Il remet cependant en cause les données du DIPA relatives à la qualité des tiges, qui tendent à ne pas prendre en compte les **divergences** entre l'appréciation de la qualité des prospecteurs ONF face à celle des exploitants.

Il serait donc plus intéressant, à l'avenir, de comparer ce ratio sur un ensemble de parcelles exploitées afin d'avoir une idée du ratio maximum et moyen, suivant l'exploitant qui est intervenu. Il y a sans doute également un effet relatif pour chaque parcelle à prendre en compte (topographie, taille, sol, densité, âge du peuplement...).

(3) Ratio longueur de piste/volume exploité = 13

L'exploitation utilise en moyenne 13 mètres de pistes pour exploiter 1 m³ de bois, 117 mètres de piste par hectare de forêt exploitable sur la parcelle, ou bien encore 75 mètres de piste par grume comptabilisée sur parc au moment de l'étude. Ces ratios reflètent une certaine capacité à sortir du bois tout en minimisant le réseau de desserte. Plus le réseau est bien structuré, plus ces ratios devraient être petit. Il faut cependant tenir compte de la distribution des ressources, de la topographie, de la période d'exploitation... En aucun cas ce ratio permet de savoir si le réseau de déserte est optimum ou non.

Il serait intéressant de comparer ces ratios avec des références bibliographiques afin de connaître leur signification.

2. Evaluation de la méthodologie mise en place pour l'estimation de la qualité productive d'exploitation de la parcelle.

Il faut bien voir que la méthodologie utilisée dans notre cas s'appuie sur l'utilisation d'une carte précise des pistes, établie lors de la première partie du projet. Nous avons vu cependant que cette cartographie prend beaucoup de temps et contredit déjà notre objectif méthodologique, à savoir mettre en place un moyen **simple et rapide** de contrôle de l'exploitation.

Il est cependant possible d'imaginer de cartographier une parcelle plus succinctement et plus rapidement en même temps que l'établissement d'un diagnostic sur la qualité de l'exploitation.

En ce qui concerne la méthode de « contrôle qualité », force est de constater qu'il est difficilement imaginable de parcourir l'ensemble de la parcelle pour trouver tous les arbres exploitables non-exploités. Cependant dans notre cas, nous avons vu qu'il a été assez facile de se faire une idée du type de bois (purge, arbre sur pied, grume) sur lequel l'exploitant aurait pu améliorer son exercice.

Il semblerait, mais ceci reste à confirmer, que la méthode d'exploitation est assez homogène sur l'ensemble de la parcelle puisque nous avons trouvé à peu près les mêmes modes de travail sur différentes unités de prospection. **Ainsi, il serait possible d'envisager l'évaluation de la qualité d'exploitation par une prospection partielle de la parcelle**, en parcourant différents types d'unités qui pourraient se révéler hétérogènes.

Pour les purges et les arbres sur pieds, une estimation de la surface minimum est nécessaire pour son évaluation. Pour les grumes oubliées, une carte du réseau d'exploitation est nécessaire, même peu précise. Il est alors assez simple et rapide de se rendre compte si ces grumes oubliées sont nombreuses ou non.

Nous estimons, après discussion avec du personnel de l'ONF, qu'un prospecteur est **capable de voir une zone d'abattage en forêt jusqu'à 50 mètres** de part et d'autre du layon. Ainsi une surface d'un hectare est couverte chaque 100 mètres de marche, ce qui est relativement rapide.

Si on veut mettre en place un processus de mise en routine, le problème de la cartographie se pose en premier lieu. Comment est-il possible de relever grossièrement le réseau d'exploitation afin de faire apparaître essentiellement les zones non explorées potentiellement riches ? Il ressort qu'un des points importants est la mise en évidence de zones non-explorées, potentiellement riches en arbres exploitables.

Cependant, **le DIPA peut être utilisé pour comparer l'inventaire des arbres exploitables avec les arbres comptabilisés sur le parc à grumes**. Ce simple calcul donne une idée de l'intensité de l'exploitation et on peut imaginer qu'au delà d'une certaine limite, on décide de réaliser un diagnostic plus approfondi de la parcelle concernée afin d'effectuer un contrôle. Comment établir cette limite et est-ce vraiment un indicateur de sous-exploitation ? Par ailleurs, cette comparaison ne permet pas d'estimer l'ampleur des dégâts d'exploitation.

Ce point soulève encore une fois la nécessité de **fiabiliser le DIPA afin de mieux l'adapter aux critères d'exploitation**. La réflexion se porte sur deux points essentiels, la qualité des arbres et le tracé des layons lors de l'inventaire. Il semble en effet que l'exploitant soit plus exigeant sur la qualité des bois que l'inventaire du DIPA. Tous les arbres inventoriés ne sont pas exploitables.

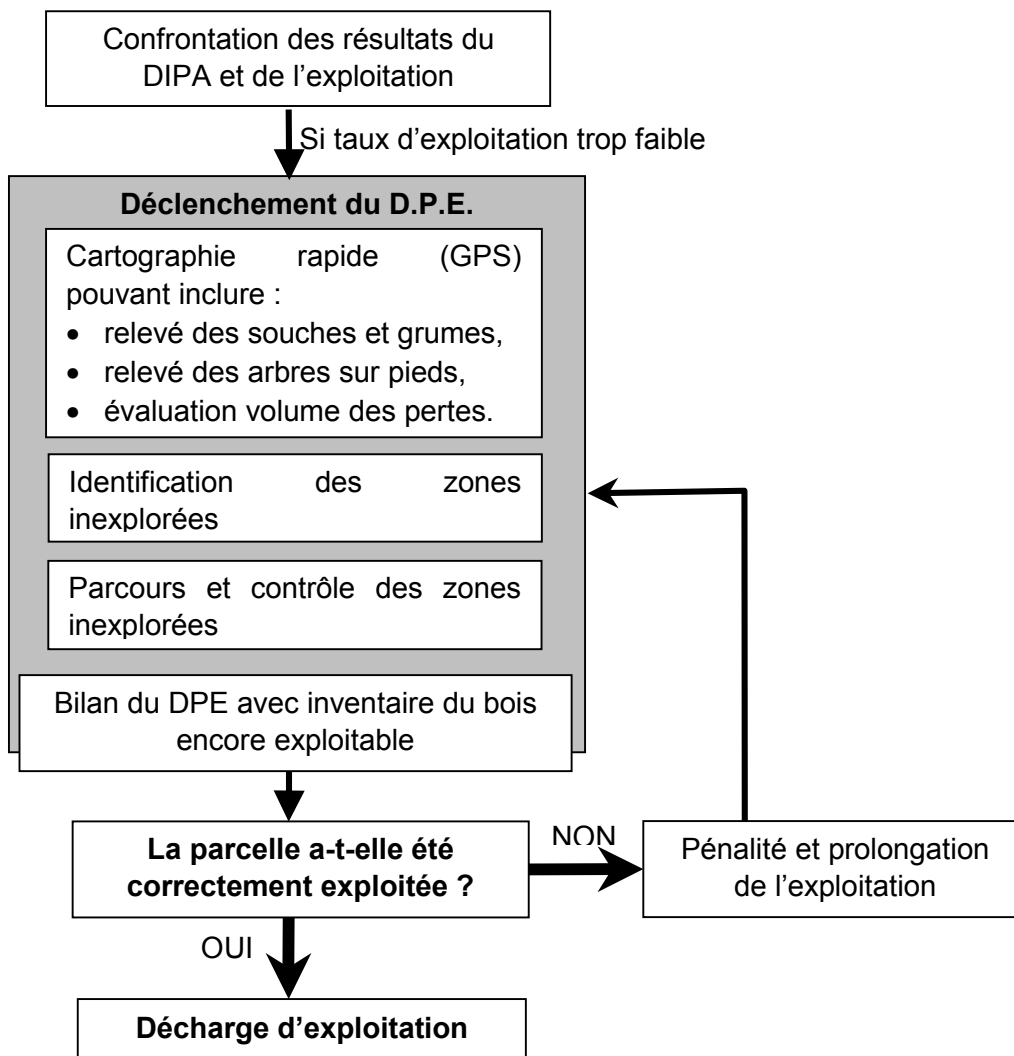
Par ailleurs, établir des layons sur les lignes de crêtes (plutôt que selon des azimuts fixes lors du DIPA) permettrait à l'exploitant de les reprendre lors de son avancée dans la parcelle et de plus facilement localiser les ressources inventoriées.

Le diagnostic post-exploitation peut être avant tout **un outil de discussion** avec l'exploitant afin de parvenir à une gestion commune plus fine d'une parcelle. Il peut aussi avoir **un rôle de contrôle répressif** (pénalité proportionnelle au volume exploitable non sorti) si l'on veut responsabiliser l'exploitant et avoir un impact sur leur mode de travail. De même, la pénalité pourrait être calculée afin de couvrir le coût de prospection de l'agent ONF ayant effectué la mission de contrôle.

⇒ **Les pertes de rendement ne résultent pas des purges excessives, mais bien des grumes oubliées et des arbres sur pied le long des pistes et dans les zones inexploitées. Le DIPA doit être fiabilisé afin d'être complémentaire au DPE.**

Ces conclusions sont seulement relatives à cette parcelle et il serait enrichissant d'évaluer les influences du mode de travail, de la saison d'exploitation et de la topographie de la parcelle sur l'optimisation du prélèvement de bois.

Le protocole qui pourrait être mis en application peut se résumer selon le diagramme suivant :



III. Evaluation des dégâts des zones d'abattages

L'objectif de cette troisième partie du projet est de **caractériser les zones d'abattage et d'en déduire éventuellement une méthodologie simple** pour permettre à un forestier de reconnaître facilement les grands types de chablis. Cette démarche totalement exploratoire, cherche à déterminer quels sont les paramètres pertinents pour identifier des catégories de chablis. Nous savons que la taille des zones d'abattage ou des chablis a une importance sur le processus de régénération. Une grande trouée a tendance à favoriser des espèces héliophiles alors qu'une petite perturbation de la canopée favorise des espèces sciaphiles. Par ailleurs, dans le cas d'une exploitation, les dégâts occasionnés au sol constituent aussi un facteur susceptible d'influencer la régénération. Les enjeux de cette typologie des zones d'abattage est donc, dans un premier temps, d'**être capable d'identifier facilement des catégories de perturbation de l'espace forestier**. Par la suite il est possible d'imaginer de **maîtriser ces zones de régénération dans leur taille et leur intensité de dégâts** (degré de perturbation) afin de favoriser une évolution de la composition floristique de la forêt. L'objectif à long terme serait alors de diminuer la rotation des exploitations et de favoriser les essences commerciales.

Par définition une **zone d'abattage** est un espace où un à plusieurs arbres ont été abattus. Un arbre abattu entraîne souvent d'autres arbres dans sa chute ce qui peut modifier les caractéristiques de la zone d'abattage ; ces autres arbres et les dégâts qu'ils peuvent engendrer font aussi partie intégrante de la zone.

A. Méthodologie

1. Une typologie simple, à deux facteurs

Dans un premier temps, il s'agit d'établir une typologie très grossière, avec des critères simples à mesurer, afin de connaître la diversité possible des zones d'abattage. Deux critères de distinction sont apparus comme essentiels pour établir cette première typologie des zones d'abattages :

- L'ouverture de la canopée.
- La qualité des sols.

Pour avoir une idée rapide (et donc grossière) de l'ouverture de la canopée, nous avons fait une approximation de l'ouverture de la canopée par la somme de rectangles de cotés :

- Largeur de la trouée au niveau du houppier de l'arbre ayant entraîné un chablis
- Longueur maximale correspondant généralement à la hauteur de la tige.

Les valeurs obtenues sont donc surestimées.

Nous avons distingué l'affectation des sols de la zone d'abattage avec quatre « types » simples basés sur l'intensité du passage sur le sol par un engin de débardage (ED), bulldozer (débusquage) ou skidder (débardage) :

1. Sol non perturbé par un ED = sol non perturbé si ce n'est par la chute des arbres.
2. Sol sur lequel un ED est passé (tassement) mais où la litière du sol est encore apparente.
3. Sol labouré par un ED dont les ornières sont inférieures à 50 cm.

Pour chaque zone, nous avons affecté une « note » de 1 à 3 correspondant à la classe de sol dominante (zones de houppiers exclues car de type 1 presque systématiquement).

Cette méthode de caractérisation sommaire, qui à l'avantage d'être rapide, permet de caractériser une vingtaine de zones d'abattages simples par jour par équipe de deux personnes (essentiel du temps passé à la mesure de l'ouverture).

2. Réflexions pour la suite de l'étude

Les zones d'abattages multiples (avec une surface supérieure à 1000 m²) ont des formes complexes et diverses, ce qui est un facteur très limitant pour leur étude. Vu le temps imparti à notre projet, nous avons donc décidé d'axer nos investigations sur la caractérisation des zones d'abattages simples ou doubles² (faire une sous typologie avec des surfaces < 1000 m²). Par la suite l'idée est de trouver un moyen de généraliser les résultats que nous pourrions éventuellement étendre aux zones d'abattages plus grandes. D'autre part, d'après les résultats précédents, les zones d'abattages ayant des ouvertures de canopée inférieures à 1000 m² sont les plus fréquentes.

3. Comment caractériser de manière précise les zones d'abattages ayant une ouverture de canopée inférieure à 1000 m² ?

L'objectif serait de pouvoir relier par un coefficient la surface d'ouverture calculée grossièrement lors de la phase précédente avec une surface pertinente caractérisant la zone d'abattage. Pour la détermination de l'ouverture de la zone d'abattage, deux surfaces sont mesurables :

- S2 : surface définie par la projection des trouées dans la canopée au sol : cette surface étant certainement directement liée à la nature du ou des arbres abattus et/ou entraînés (espèce, diamètre, hauteur, largeur de la canopée...) et il est donc peut être possible de corréler l'ouverture de la canopée avec des grandeurs facilement mesurables sur le terrain.
- S1 : surface délimitée par le tronc des premiers arbres sains autour de la zone d'abattage. Cette zone permet de définir la zone écologiquement directement perturbée (chute d'arbre, modification des structures du sol...).

Deux méthodes nous ont semblé pertinentes et complémentaires pour mesurer S1 et S2 dans la mesure où nous ne disposons que de boussoles et de multimètres.

- Méthode des points centraux : à partir d'un point fixe, angles et distances des points du périmètre de la surface à mesurer sont relevés.
- Méthode des vecteurs contigus : les segments délimitants la surface à mesurer sont considérés comme des vecteurs dont la direction est prise par rapport au point d'arrivée du vecteur précédent.

Caractérisation de la biomasse végétale de la zone d'abattage :

- a) Comptage des arbres > 10 cm au sol dans S1: ils peuvent être déplacés par les ED, des mesures de direction ne sont pas envisageables. Pour les arbres de diamètre > 40 cm – ayant entraîné des trouées – nous avons mesuré les diamètres, longueurs des tiges ainsi que la direction de chute.
- b) Comptage des arbres blessés sur pieds (dans S1) de diamètre > 10 cm.
- c) Comptage des arbres sains sur pied dans S1 de diamètre > 10 cm : dans S1, il peut subsister des « îlots » d'arbres sains (dont la canopée peut partitionner S2) sous lesquelles les conditions de sous bois ne peuvent pas être assurées et qui ne peuvent pas être considérés comme un reliquat de forêt (nous considérons ces îlots comme partie intégrante de la zone d'abattage).

² Zone d'abattage simple = 1 seul arbre abattu, double = deux ; multiples = plus de deux.

- d) Comptage des arbres de diamètre < 10 cm et de hauteur > 2 m dans S2 et lisière S1 – S2 : ce sont peut être des arbres d'avenir. La végétation d'avenir basse n'est pas prise en compte car suivant la date du DPE, cette végétation peut extrêmement varier.
- e) Caractérisation des souches de la zone d'abattage par mesure du diamètre en haut de la purge basse (pour éviter les diamètres liés aux contreforts) ; de la longueur souche – houppier (représentatif de la longueur de la grume débusquée); de la direction d'abattage.

Ces données, facilement mesurables sur le terrain, pourraient être des caractéristiques des différents types de zones d'abattage que nous voulons mettre en évidence. Par simples comptages, les zones d'abattages pourraient être classifiées par les agents de l'ONF une fois que la recherche aura amené des résultats et applications concrètes.

La nature des sols est exprimée en pourcentage de présence dans S1 : les mesures des sols de type 2 à 4 étant facilement diagnosticables, le pourcentage de sols de type 1 ce faisant par différence.

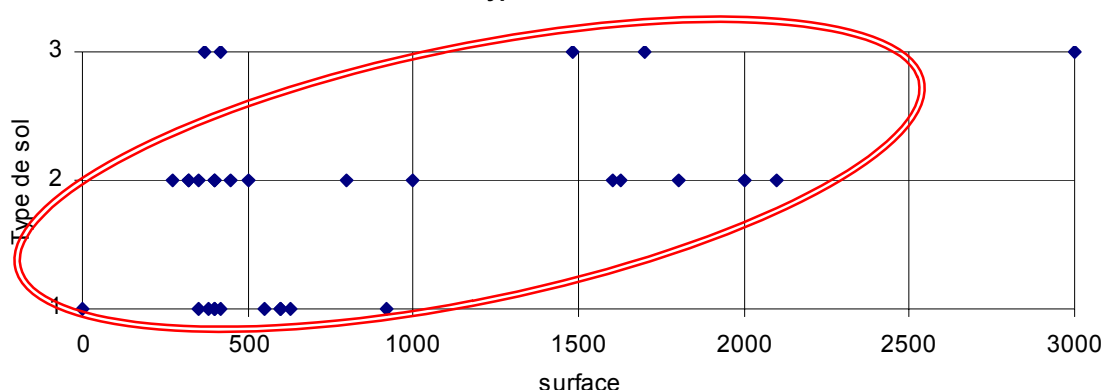
Nous avons également relevé le positionnement des différentes souches (arbres abattus et tombés = chablis) les unes par rapport aux autres et par rapport à S1 et S2 afin d'être en mesure de pouvoir représenter l'organisation de la zone d'abattage. Nous avons vu que des arbres abattus ou tombés dans les mêmes directions ou qui convergent vers le même point central favorise des ouvertures de la canopée minimales et inversement.

B. Résultats

1. Des zones d'abattages aux dimensions différentes

Nous avons caractérisé l'ensemble des zones d'abattages de l'UP Nord ainsi que sur deux pistes de l'UP ouest (nous avons fait ce découpage pour essayer d'avoir le maximum de diversité dans les surfaces d'ouverture des zones d'abattage afin de faire varier les deux critères l'un par rapport à l'autre). Au total, 32 zones d'abattages ont été ainsi caractérisées.

Figure 1 : Répartition des zones d'abattages en fonction de l'ouverture de la canopée (< 3000 m²) et du type de sol



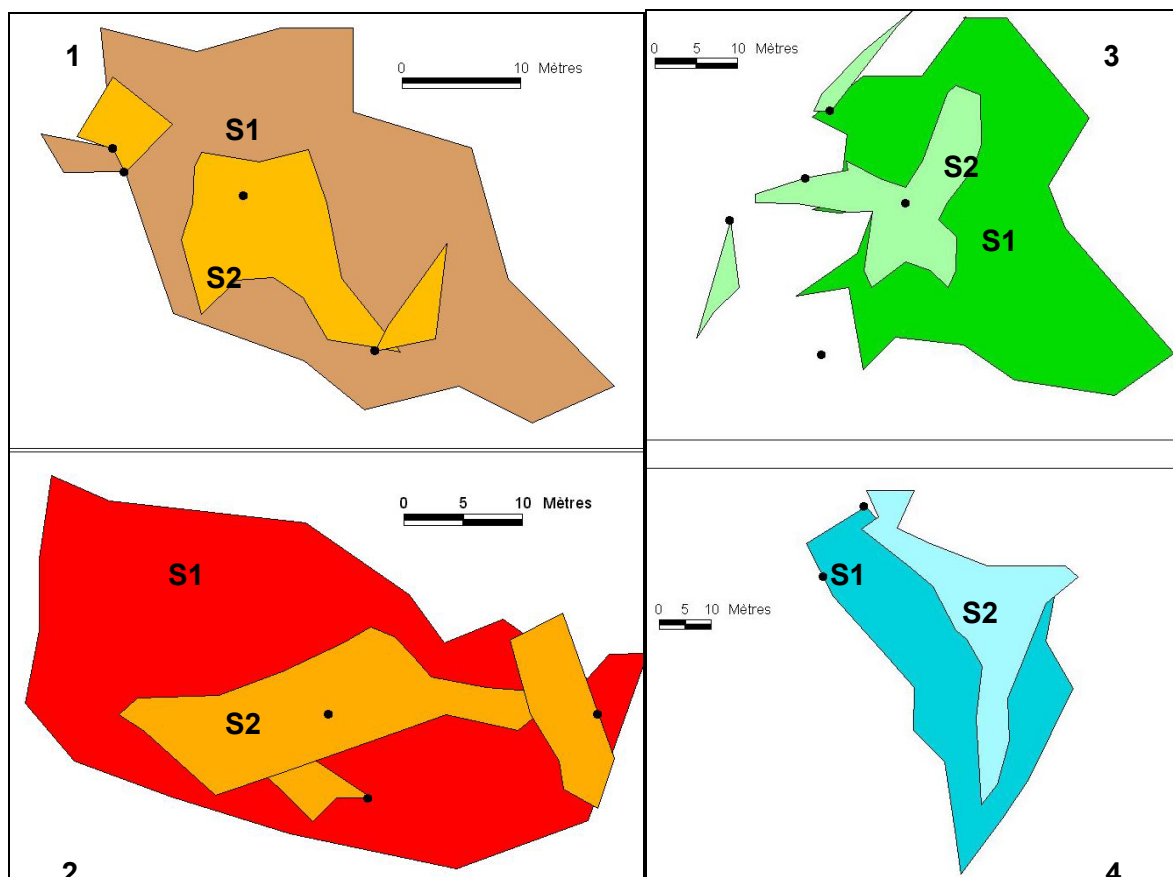
Sans traitements statistiques (échantillon faible), **nous avons considéré qu'une typologie pouvait se dégager** : il semble que plus une zone d'abattage est grande, plus son sol est perturbé. Cependant nous ne sommes pas en mesure de savoir quels sont les critères permettant de caractériser une zone d'abattage plus ou moins grande. C'est pourquoi il est nécessaire de caractériser plus finement les zones d'abattages afin de déterminer selon quels facteurs il est possible de les discriminer.

2. Les zones d'abattage < 1000 m²

Partant de l'hypothèse que sols et surfaces sont deux facteurs importants, nous avons décidé d'étudier des zones d'abattages ayant eu des notes de sols différentes (type 1 et type 3). Comme nous étions limités par le temps, le choix des quatre zones d'abattages que nous allons étudier précisément s'est décidé comme suit :

- Type 1 : 350 m² et 920 m².
- Type 3 : 380 m² et 630 m².

Figure 2 : Les zones d'abattages



Ces schémas sont incomplets : il manque le positionnement des arbres abattus et tombés. En soit, ces représentations sont intéressantes mais il faudrait pouvoir faire des traitements sur les formes des surfaces pour voir si des relations par types de zones d'abattages existent.

Tableau 1 : Résultats des quatre zones d'abattages mesurées

	Zone d'abattage 1	Zone d'abattage 2		Zone d'abattage 3	Zone d'abattage 4
Sol	Type 1	Type 3		Type 1	Type 3
Surface	350 m ²	630 m ²		920 m ²	380 m ²
S1	821 m ²	1104 m ²		1452 m ²	1056 m ²
S2	204 m ²	259 m ²		596 m ²	316 m ²
% sol type 1	84	91		98	83
% sol type 2	0	9		2	9
% sol type 3	16	0		0	8
Diamètre souche	75 cm	60 cm	60 cm	90 cm	85 cm
Direction abattage	105°	110°	260°	270°	100°
Longueur tige	21 m	22 m	20 m	24,4 m	23.8 m
Pente	10°	5°		10°	14°
Orientation piste	80°	Parallèle		Parallèle	60°
Biom Vég a/	8	14		5	6
Biom Vég b/	16	24		12	13
Biom Vég c/	5	2		4	2
Biom Vég d/	27	12		45	19

Il est très difficile de trouver des corrélations à partir de ces quatre séries de données. Il ne semble pas évident du tout qu'il y est une relation entre le calcul approximatif des surfaces et les valeurs de S1 et S2. De la même manière, définir des groupes ou une typologie des zones d'abattages avec les mesures de végétation que nous avons faite n'est pas évident sans une base de données plus complète.

C. Discussion

La récolte des données est une étape trop fastidieuse sans matériel adapté pour être envisagé à grande échelle : un viseur multi-laser (type VERTEX) donnant angles et distances instantanément semble indispensable. Au niveau du traitement des données, la méthode des points centraux est plus simple.

L'orientation de la piste de débusquage par rapport à la grume à évacuer pourrait être un facteur important. En effet, il nous semble que les sols sont d'autant plus perturbés par les ED lorsque la piste de débusquage est perpendiculaire à la grume à sortir et d'autant moins lorsqu'elles sont toutes les deux dans le même axe. La plus grande pente de la zone d'abattage semble également influencer les perturbations du sol car les ED ont d'autant plus de difficultés à sortir les grumes que la pente est forte.

Par ailleurs, nous pensons que les caractéristiques forestières (densité, taille, structure...) de la zone avant abattage conditionnent fortement l'importance de l'ouverture de la canopée. Nous avons essayé de voir dans quelle mesure il était possible de caractériser la forêt jouxtant la zone d'abattage – par comptage d'arbres par classes de diamètre dans une zone tampon autour de la zone d'abattage – mais étant donné la diversité des structures forestières, cette caractérisation, certainement déterminante, nous a été impossible.

Pour finir, les sols de type 1 des zones d'abattage simple ne renvoient certainement pas le même signal, car les sols ne sont pas apparents, qu'un sol de type perturbé pour les images satellites. Nous pouvons donc nous demander si les zones d'abattages simples ne passent pas inaperçues lors des traitements des données par télédétection. Par ailleurs, coupler l'étude de terrain des zones d'abattages avec l'utilisation de la télédétection semble incontournable.

IV. Conclusion

La cartographie des pistes d'exploitation, bien que simple à mettre en œuvre, est très consommatrice en temps et en énergie, ce qui semble difficile à envisager en contrôle de routine. Deux options sont alors envisageables :

- ⇒ Le parcours des pistes non pas à pied mais en engin motorisé (quad) qui pourrait permettre d'obtenir les mêmes résultats cartographiques plus rapidement.
- ⇒ La simplification de cette cartographie, en se basant principalement sur les axes principaux, avec identification des zones non explorées par l'exploitant.

Il est important de signaler que la parcelle 4 a été correctement parcourue et bien exploitée, même si il paraît indéniable que les oublis de grumes par l'exploitant, en bord de pistes ou dans les zones non parcourues, n'ont pas lieu d'être.

Il existe des divergences entre l'appréciation de la qualité des prospecteurs ONF et celle des abatteurs privés, ne nous permettant donc pas de qualifier ces tiges comme des oublis de la part de l'exploitant.

Une sélection des parcelles « suspectes » devrait être soigneusement faite avant le déclenchement du processus de diagnostic post exploitation, en définissant un seuil de différence entre le DIPA et l'exploitation réelle.

La caractérisation des zones d'abattage est une démarche très exploratoire, elle permet une première typologie générale basée sur la taille d'ouverture de la canopée et sur les dégâts au sol. Cette approche nous montre la très forte variation des types de zones d'abattage. La prolongation de l'étude vers une analyse plus fine est complexe et se heurte essentiellement à des problèmes méthodologiques.

V. Annexes

Annexe 1 : Inventaire post exploitation de l'UP Nord

Etat	Essence	Diamètre	Distance	Angle abatt (grad)	Efficac	Perte volume	Commentaires
A	Angélique	65	10 G	/	/	/	Très beau !!!
A	Angélique	70	30 G	/	/	/	Beau
A	Balata	60	7 G	/	/	/	/
A	Bois serpent	60	3 G	/	/	/	moyen, mais à prendre
A	Gonfolo	35 (est ce vraiment un diamètre si faible?)	1 D	/	/	/	Bord de piste, ctfs frottés
A	Gonfolo	65	3 D	/	/	/	Beau
A	Gonfolo	70	6 G	/	/	/	Risques abatt = lianes
A	Gonfolo	70	1 G	/	/	/	/
A	Grignon franc	60	1 D	/	/	/	Beau
A	Panacoco	55	1 G	/	/	/	Beau
A	St martin Rge	70	2 D	/	/	/	Très beau !!!
S	Amarante	55	/	123	+	/	/
S	Amarante	65	/	27	+	1	/
G	Angélique	60	/	123	+	Tête non accessible	/
G	Angélique	60	Débusqué	/	/	/	/
G	Angélique	100	/	285	+	/	Eclaté & pourri
S	Angélique	60	/	11	+	/	/
S	Angélique	60	/	88	+	/	/
S	Angélique	60	/	55	+	/	/
S	Angélique	65	/	22	+	Tête non accessible	/
S	Angélique	65	/	88	+	/	/
S	Angélique	70	/	144	+	Tête non accessible	/
S	Angélique	70	/	160	+	/	/
S	Angélique	75	/	123	+	Tête non accessible	/
S	Angélique	75	/	122	+	/	/
S	Angélique	80	/	111	+	Tête non accessible	/
S	Angélique	110	/	140	+	/	/
S	Bagasse	80	/	240	+	/	/
S	Dokali	70	/	240	+	/	/
S	Gonfolo	65	/	222	-	/	/
S	Gonfolo	65	/	77	+	/	/
S	Gonfolo	65	/	300	+	/	/
S	Gonfolo	75	/	55	+	/	/
S	Goupi	60	/	170	+	/	/
S	Grignon franc	65	/	33	+	1	/
S	Grignon franc	65	/	340	+	/	/
S	Grignon franc	70	/	88	+	/	/
S	Grignon franc	70	/	160	+	/	/
S	Grignon franc	75	/	170	-	/	/
S	Grignon franc	75	/	150	+	/	/
S	Grignon franc	75	/	110	+	/	/

Etat	Essence	Diamètre	Distance	Angle abatt (grad)	Efficac	Perte volume	Commentaires
S	Grignon franc	80	/	150	+	/	/
S	Grignon franc	100	/	90	+	/	/
G	Satiné rubané	75	/	265	+	/	Pourri à la base
S	St martin Rge	65	/	233	+	/	/
S	St martin Rge	70	/	290	-	/	/
S	Wacapou	50	/	144	+	/	/
S	Wacapou	50	/	85	+	/	/
S	Wacapou	55	/	188	+	/	/
S	Wacapou	60	/	170	+	/	/
S	Wacapou	65	/	145	+	/	/

Annexe 2 : Inventaire post exploitation partiel de l'UP Est

Etat	Essence	Diamètre	Distance	Abattage (grad)	Efficac	Perte vol	Commentaires
S	Grignon franc	80	/	120	+	/	/
A	Gonfolo	65	1 D	/	/	/	Risques abatt = lianes
A	Grignon franc	80	25 G	/	/	/	Risques abatt = lianes
S	Angélique	85	/	230	+	/	/
S	Angélique	80	/	290	+	/	/
S	Angélique	70	/	230	+	/	/
S	Wacapou	60	/	250	+	/	/
S	Angélique	65	/	45	+	/	/
S	Gonfolo	65	/	370	+	/	/
S	Wacapou	55	/	140	+	/	/
S	Angélique	60	/	160	-	/	/
A	Wacapou	65	1 D	/	/	/	Beau
S	Oueko	90	/	130	+	/	Beau
S	Cèdre	75	/	100	+	/	/
S	Grignon franc	95	/	160	-	/	/
S	Gonfolo	100	/	340	+	/	/
S	Wacapou	55	/	330	+	/	/
A	Wacapou	55	4 D	/	/	/	Beau
A	Wacapou	55	4 D	/	/	/	Beau
A	Moutouchi	70	3 D	/	/	/	Beau
A	Maho coton	80	7 G	/	/	/	Beau (gros contreforts)
A	Yayamadou montagne	60	4 D	/	/	/	Beau
S	Grignon franc	80	/	100	+	/	/
A	Maho cigare	85	8 D	/	/	/	/
S	Bagasse	80	/	160	+	/	/
A	Wanakouali	85	2 D	/	/	/	Beau
A	Gonfolo	60	5 G	/	/	/	Beau
S	Gonfolo	65	/	220	+	/	/
S	Gonfolo	80	/	130	+	/	/
S	Gonfolo	80	/	180	+	/	/
S	Gonfolo	90	/	80	+	/	/
G	Angélique	75	/	70	+	/	fendu & éclaté
S	Grignon franc	65	/	220	-	/	/
S	Grignon franc	65	/	100	+	/	/
S	Gonfolo	65	/	240	+	/	/
A	Maho noir	55	20 D	/	/	/	/
G	Gonfolo	75	/	120	+	/	Oublié

Etat	Essence	Diamètre	Distance	Abattage (grad)	Efficac	Perte vol	Commentaires
G	Grignon franc	90	/	185	+	/	Oublié
S	Grignon franc	90	/	185	+	/	/
A	Wandékolé	80	4 D	/	/	/	/
A	Asao	60	1 D	/	/	/	Beau
A	Angélique	60	1 G	/	/	/	Beau
A	Cimaouba	60	3 G	/	/	/	Beau
A	Angélique	65	6 G	/	/	/	Risques abatt = lianes
A	Maho cigare	75	4 D	/	/	/	Gros contreforts ms OK
G	Wacapou	65	30 criq	150	+	/	Oublié
A	Grignon franc	65	30 D	/	/	/	Beau

Annexe 3 : Caractérisation des zones d'abattages

UP	Numéro 1	Autres numéros	Surface	Type de sol 1	Type de sol 2	Nbr souche	Nbr gros arbres
Nord	1		270	2		1	0
Nord	2	3	630	1	2	2	0
Nord	4		600	1	3	1	0
Nord	5	6 7	1700	3	2	3	0
Nord	8		380	1		1	0
Nord	9	10 11	1800	2	1	3	0
Nord	12		450	2	1	1	0
Nord	13	14 15	1000	2		3	0
Nord	16		420	1		1	1
Nord	17		920	1		1	2
Nord	19	20 21	1480	3	2	2	4
Nord	18	22 23	2000	2		3	4
Nord	24	25	500	2		2	4
Nord	26		350	1	2	2	1
Nord	27	28	550	1	2	2	0
Nord	29		320	2		1	0
Nord	30		350	2	3	1	0
Nord	31		320	2		1	0
Nord	32		420	3		1	0
Nord	33		370	3		1	0
Nord	34	35 36 37	3000	3	1	4	3
Ouest	1	2 3 4	1630	2		4	6
Ouest	5		800	2		1	5
Ouest	6	1	1	1	1	1	1
Ouest	7		400	1		1	
Ouest	8		400	1		1	
Ouest	9		400	2		1	
Ouest	10		600	1		1	2
Ouest	11		2100	2	3	3	6
Ouest	12		400	2		1	
Ouest	13	plus	9500	2	3	9	30
Ouest	14	plus	1600	2		4	4
Ouest	15	plus	5200	3		4	10

Annexe 4 : Traitement SIG de la parcelle 4

