

Caractérisation des perturbations anthropiques de la forêt des pins d'Haïti : Cas de l'unité 2

Auteur : Mézard, Claudy

Promoteur(s) : Bogaert, Jan

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master de spécialisation en production intégrée et préservation des ressources naturelles en milieu urbain et péri-urbain

Année académique : 2017-2018

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/5169>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

CARACTÉRISATION DES PERTURBATIONS ANTHROPIQUES DE LA FORET DES PINS D'HAITI CAS DE L'UNITÉ 2

Claudy MEZARD

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER DE SPECIALISATION EN PRODUCTION INTÉGRÉE ET PRÉSERVATION DES RESSOURCES
NATURELLES EN MILIEU URBAIN ET PÉRI-URBAIN**

ANNÉE ACADÉMIQUE 2017-2018

PROMOTEUR : JAN BOGAERT

Copyright : "Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique de Gembloux Agro-Bio Tech."

"Le contenu du présent document n'engage que l'auteur."

CARACTÉRISATION DES PERTURBATIONS ANTHROPIQUES DE LA FORET DES PINS D'HAITI CAS DE L'UNITÉ 2

Claudy MEZARD

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER DE SPECIALISATION EN PRODUCTION INTÉGRÉE ET PRÉSERVATION DES RESSOURCES
NATURELLES EN MILIEU URBAIN ET PÉRI-URBAIN**

ANNÉE ACADÉMIQUE 2017-2018

PROMOTEUR : JAN BOGAERT

REMERCIEMENTS

Je remercie le Grand Architecte de l'Univers de m'avoir aidé à surmonter divers obstacles sur le terrain et d'être ma source d'inspiration.

Des remerciements vont également à l'Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur (ARES) car elle fut celle qui a financé ce master ainsi que la réalisation de ce travail de fin d'études. Je remercie Mr. Haissam JIJAKLI, le coordonnateur du Master, sans oublier ses collaborateurs Mr. Sébastien MASSART, Mr. Bruno SCHIFFERS, et d'autres professeurs pour qui j'éprouve une profonde admiration : Mme Anne LEBRUN, Mme Nicole DENET, Mr. Stéphane COGNET, Mr. Bernard BODSON, Mr. Arnaud MONTY et le Doyen Mr. Frédéric FRANCIS.

Je remercie spécialement mon promoteur Mr. Jan BOGAERT pour les conseils qu'il m'a donnés tout au long de la réalisation de ce mémoire. Je tiens surtout à féliciter son niveau de clairvoyance et sa capacité d'écoute ; comme a dit Calvin Coolidge : *Il faut être un grand homme pour bien écouter les autres.*

J'exprime enfin ma reconnaissance aux institutions et personnes-ressources qui ont d'une manière ou d'une autre contribué à la réussite de mon travail de fin d'études de Master, je cite :

- ❖ HELVETAS Swiss Intercooperation (HSI), qui est une organisation non gouvernementale travaillant dans le domaine de l'environnement et la gestion de l'eau en Haïti, de m'avoir facilité les déplacements sur le terrain et l'hébergement à l'Unité 2 de la Forêt des Pins pendant la durée de mon Stage : D'Avril à Juin 2018 ;
- ❖ La Direction du Parc National Naturel de l'Unité 2 de la Forêt des Pins, dont Mr. Elie DESMARRATTES est le Coordonnateur, d'avoir mis à ma disposition, chauffeurs et cuisinières pendant mon stage ;
- ❖ Le Conseil de Gestion du Parc, représenté par Mr. Néré GUYLITE, de m'avoir accompagné lors des visites dans des endroits très difficiles d'accès ;
- ❖ Mr. Yves André ALEXIS, le coordonnateur de l'ONG HELVETAS de m'avoir supporté dans mes déplacements et aidé à la réalisation des cartes ;
- ❖ Mlle. Camille FLÜCKIGER, chargée de capitalisation d'expériences au sein de HELVETAS, pour ses informations et critiques précieuses ;
- ❖ Mr. Nikerson PIERRE et Mr. Marcel NORMILUS, Mr. Frantz Raymond RENOUS pour leur bonne collaboration sur le terrain ;
- ❖ Mon ami Gurvitch JULIEN, pour ses commentaires pertinents.

SIGLES ET ABBRÉVIATIONS

ACM	: Analyse des Correspondances Multiples
ANAP	: Agence Nationale des Aires Protégées d'Haïti
ASEC	: Assemblée de la Section Communale
BEAS	: Bureau d'Enquêtes et d'Analyses Socio-économiques
BUCOSEH	: Bureau de Conseil et de Services Humanitaires
CASEC	: Conseil d'Administration des Sections Communales
CFET	: Centre de Formation et d'Encadrement Technique
cm	: Centimètre
CNIGS	: Centre National de l'Information Géospatiale
DBH	: Diameter at Breast Height
DDC	: Direction de Développement et de Coopération
DHP	: Diamètre à Hauteur de Poitrine
FAO	: Food and Agriculture Organization
ha	: Hectares
HSI	: Helvetas Swiss Intercooperation
IFP	: Institut Français de Padichéry
km	: Kilomètre
km²	: Kilomètre carré
m²	: Mètre carré
MDE	: Ministère de l'Environnement
MEDD	: Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
MINENVEF	: Ministère de l'Environnement, des Eaux et des Forêts
mm	: Millimètre
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
PNNFP2	: Parc National Naturel de la Forêt des Pins, Unité 2
SHADA	: Société Hatiano-Américain pour le Développement Agricole
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNESCO	: United Nations International, Scientific and Cultural Organization

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	I
SIGLES ET ABBRÉVIATIONS	II
TABLE DES MATIERES	III
LISTE DES TABLEAUX.....	VI
LISTE DES FIGURES.....	VII
LISTE DES PHOTOS	VIII
RÉSUMÉ.....	IX
ABSTRACT	X
1. INTRODUCTION	1
1.1. Justification et Contexte	1
1.2. Objectif général	3
1.3. Questions, Objectifs spécifiques, Hypothèses de la recherche.....	3
2. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
2.1. Le concept d’anthropisation des paysages.....	4
2.2. Les Aires protégées, problématique du développement des populations et concepts .	4
2.3. Les Perturbations pour comprendre la stabilité des organismes et écosystèmes.....	5
2.3.1. Perturbations écologiques, Définition	5
2.3.2. Perturbations écologiques et Comportements des espèces	7
2.4. Les régimes de perturbation, rôles et conséquences	9
2.4.1. Perturbations d’origine naturelle	9
2.4.2. Perturbations anthropiques	10
2.4.3. Conséquences des perturbations anthropiques sur la surface terrière des arbres	12
2.4.4. Conséquences des perturbations anthropiques sur les services écosystémiques	13
2.4.5. Perturbations écologiques et Résilience	15
2.5. Mesurer les perturbations anthropiques.....	16
2.5.1. Les caractéristiques dendrométriques et communautés végétales	16
2.5.2. Les indices.....	17
2.6. Historique de la dégradation de l’Unité 2 de la Forêt des Pins	17

2.6.1.	Colonisation de la Forêt des Pins	17
2.7.	L'exploitation de la Société Haitiano-Américaine de Développement Agricole	18
3.	METHODOLOGIE.....	20
3.1.	Description de la zone d'étude	20
3.1.1.	Cadre physique.....	20
3.1.2.	Cadre biologique	27
3.1.3.	Cadre institutionnel et légal.....	28
3.2.	Méthodes	30
3.2.1.	Prééchantillonnage	30
3.2.2.	Echantillonnage.....	31
3.2.3.	Typologie des perturbations anthropiques et indicateurs.....	33
3.2.4.	Inventaire de terrain	37
3.2.5.	Traitement des données	38
4.	RESULTATS ET INTERPRÉTATIONS	40
4.1.	Résultats de la typologie des Perturbations	40
4.2.	Aspects descriptifs des types de perturbations identifiées.....	41
4.2.1.	Le feu de végétation	41
4.2.2.	Le gemmage	41
4.2.3.	L'élevage.....	42
4.2.4.	L'agriculture.....	43
4.2.5.	La coupe d'arbres	44
4.2.6.	La fabrication de la chaux	44
4.2.7.	Le charbon de bois	45
4.2.8.	Inventaire et Classement participatif des perturbations anthropiques.....	46
4.2.9.	Fréquence des perturbations sur le terrain.....	47
4.2.10.	Analyse statistique de la distribution de fréquence des perturbations	48
4.2.11.	Niveau d'association des types de perturbations.....	49
4.2.12.	Influence des perturbations anthropiques sur les paramètres dendrométriques .	52
5.	DISCUSSIONS DES RESULTATS.....	55

5.1.	Critiques de la méthodologique	55
5.2.	Analyse de résultats	57
5.3.	Association des perturbations vers un renforcement de la menace	60
5.4.	Une stratégie réfléchie	60
5.5.	Influence des perturbations anthropiques sur les classes de diamètre	61
5.6.	Modification de la surface terrière.....	61
5.7.	Quid Services écosystémiques de l'Unité 2 de la Forêt des Pins	61
5.8.	Limitations.....	65
6.	CONCLUSIONS, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES	67
7.	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	69

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des organismes « barbares » et « civilisés ».....	8
Tableau 2 : Les cinq (5) zones de vie d’Holdridge au niveau de l’Unité 2 de la forêt des Pins	27
Tableau 3 : Perturbations anthropiques et Indicateurs soumis au Focus-groupe.....	34
Tableau 4 : Répartition des échantillons dans les Focus groupes/Zones centrales.....	36
Tableau 5 : Répartition des échantillons dans les Focus groupes/Zones tampons	37
Tableau 6: Répartition des quadrats dans les deux grands types de végétation.....	37
Tableau 7: Résultats de validation des types de perturbation et indicateurs.....	40
Tableau 8: Résultats statistiques du test Post-hoc de comparaisons multiples des fréquences des perturbations anthropiques.....	49
Tableau 9: Comparaison de la moyenne par rapport à la médiane	53
Tableau 10 : Types d’animaux d’élevage et Proportion des ménages qui pratiquent l’activité	58

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Trois (3) critères pour la définition de Perturbation	6
Figure 2: Relation entre Fréquence et amplitude d'une perturbation	7
Figure 3 : Localisation de l'Unité 2 de la Forêt des Pins	20
Figure 4 : Localisation de l'Unité 2 de la Forêt des Pins dans le Massif de la Selle	21
Figure 5 : Délimitation administrative de l'Unité 2 de la Forêt des Pins.....	22
Figure 6 : Pluviométrie moyenne mensuelle de la Forêt des Pins sur 10 ans (1979-1988)	23
Figure 7: Carte d'occupation des sols de l'Unité 2 de la forêt des Pins.....	25
Figure 8: Répartition de la population par Commune.....	26
Figure 9: Evolution des ménages au cours des années.	26
Figure 10: Les zones de vie d'Holdridge dans l'Unité 2 de la Forêt des Pins	27
Figure 11 : Structure de gouvernance du Parc National Naturel de l'Unité 2 de la Forêt des Pins	29
Figure 12: Ligne de Transect et distribution des quadrats au niveau des strates	33
Figure 13: Centres des Focus groupes réalisés au sein des ménages	36
Figure 14: Classement participatif des types de perturbations anthropiques	46
Figure 15: Classement des types de perturbations par région	47
Figure 16: Fréquence d'observation des types de perturbations sur le terrain.....	48
Figure 17 : Variation de la fréquence des types de perturbations anthropiques combinées au niveau de la Pinède.....	50
Figure 18 : Variation de la fréquence des types de perturbations anthropiques combinées au niveau des Latifoliées.....	51
Figure 19 : Diagramme de corrélation des types de perturbation anthropiques	52
Figure 20 : Distribution des classes de diamètre.....	53

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Strate de la Pinède.....	30
Photo 2 : Strate de la végétation latifoliée.....	31
Photo 3 : Séance de discussions de Focus-groupe en plein air, Badaud, Unité 2 de la Forêt des Pins	35
Photo 4 : Animation d'un Focus-groupe	35
Photo 5 : Quadrats au niveau d'un peuplement de la Pinède	38
Photo 6 : Mesure du DHP d'un Pin (<i>Pinus occidentalis</i>)	38
Photo 7 : Feu dans un peuplement de Pins	41
Photo 8 : Le gemmage	42
Photo 9 : Troupeau de caprins à la corde dans une plantation de Pins.....	42
Photo 10 : Jardin de Pomme de Terre.....	43
Photo 11 : Cultures de Maïs (<i>Zea mays</i>) dans une végétation de la Pinède.....	43
Photo 12 : Souche d'un jeune arbre au niveau d'un quadrat.....	44
Photo 13 : Bois empilés pour la fabrication de la Chaux	45
Photo 14 : Poudre de Chaux	45
Photo 15 : Culture de Depal (<i>Colocassia</i> sp) sur un site de fabrication de charbon de bois ...	46
Photo 16 : Dominance de la végétation herbacée après un épisode de feu de forêt associé à la coupe	60
Photo 18: Transport de bois sur la tête	62
Photo 19 : Morceaux de Pins coupés empilés	62
Photo 20 : Mure sauvage (<i>Rubus</i> spp.).....	63
Photo 21 : Vue de la Cascade Pichon,.....	63

RÉSUMÉ

La présence des communautés dans les zones centrale et tampon de l'Unité 2 de la Forêt des Pins engendre une pression continue sur sa végétation naturelle. Cette étude s'est intéressée à la caractérisation des différents types de perturbations occasionnées par l'homme ainsi qu'à leurs influences sur la surface terrière du Pin (*Pinus occidentalis*).

Les types de perturbations ont été identifiés au travers d'un inventaire participatif de type focus groupe réalisé avec 384 personnes, ces données ont été validées par un travail de terrain. Sept (7) types de perturbations ont été identifiés : La coupe, le feu de végétation, le gemmage, la fabrication de la chaux, le charbon de bois, l'agriculture et l'élevage. La fréquence de chaque perturbation a été notée lors des inventaires dans 451 quadrats de 10m*10m répartis dans deux strates différentes : La Pinède et les Latifoliées. Dans les 286 quadrats de la Pinède, ont été calculés le DHP des Pins.

L'analyse des distributions de fréquence avec le test Post-hoc a montré que la coupe des arbres et l'élevage sont les deux (2) types de perturbations anthropiques les plus fréquents. Le test χ^2 d'indépendance a mis en évidence une très forte corrélation entre le feu et le gemmage, le feu et le charbon de bois, entre le charbon de bois et le gemmage. Le couple Coupe-Elevage est plus fréquent au niveau de la Pinède tandis que dans la végétation des Latifoliées, la coupe et l'agriculture prédominent. 3321 Pins ont été mesurés au niveau des 286 quadrats établis dans la Pinède. Le DHP moyen est de $40,81 \pm 45,27$ cm et la surface terrière moyenne a été évaluée à $1,019 \pm 2,131$ m²/ha. La courbe des classes de diamètre décroissante montre que les peuplements ont subi des perturbations au fil du temps et sont en cours de reconstitution, mais c'est une régénération très fragile du fait de la fréquence encore très élevée des types de perturbations anthropiques et de l'augmentation de la population. La valeur de la surface terrière obtenue est en dessous du seuil de surface terrière optimale pour les peuplements de Pins, qui se situe entre 20 et 25 m²/ha, donc les perturbations annulent les compétitions entre les arbres en réduisant la densité à l'hectare.

Cette étude fournit des données importantes pour la mise en œuvre de directives en lien à la restauration de la forêt, se focalisant sur les perturbations principales, et les corrélations. Les perturbations, d'une manière générale, engendreraient une fragmentation de la végétation au détriment des espèces natives et du bien-être de la population locale.

Il s'avère toutefois utile de faire des analyses plus approfondies qui tiennent compte des communautés végétales.

Mots-clés : Unité 2 Forêt des Pins, Perturbations anthropiques, Surface terrière, *Pinus occidentalis*

ABSTRACT

The presence of communities in the core and buffer zones in the Unit 2 of the Pine Forest creates continuous pressure on its natural vegetation. This study focused on the characterization of different types of human disturbances and their influence on the basal area of Pines (*Pinus occidentalis*).

The types of disturbances were identified through a focus-group participatory inventory carried out with 384 people; these data were validated by field work. Seven (7) types of disturbances have been identified: Cutting, fire of vegetation, tapping, limestone-to-powder process, charcoal, agriculture and breeding. The frequency of each disturbance was noted during the inventories in 451 blocks of 10*10 m distributed in two different strata: The Pinewood and the deciduous vegetation. In the 286 quadrats of the Pine forest, the Pine DBH, were calculated.

The Post hoc analysis of frequency distributions showed that tree cutting, and rearing are the two (2) most frequent types of disturbance, and the independence test of χ^2 showed a very strong correlation between fire and tapping, fire and charcoal and between the latter and tapping. The Couple Tree Cutting-Rearing is more frequent in the Pinewood whereas in the deciduous vegetation the cut and agriculture predominate. 3321 Pines were measured in the 286 blocks established in the Pinewood. The average DBH is 40.81 ± 45.27 cm and the average basal area was estimated at 1.019 ± 2.131 m²/ha. The decreasing diameter class curve shows that stands have been disturbed over time and are recovering, but this is a very fragile regeneration due to the still very high frequency of identified anthropogenic disturbance types and population growth. The basal area value obtained is below the optimal basal area threshold for Pine stands, which is between 20 and 25 m²/ha, so disturbances cancel out the effects of competition between trees by reducing density per hectare.

This study provides important data for the implementation of guidelines related to the restoration of Pine Forest Unit 2, focusing on major disturbances, and correlations. In general, disturbances would lead to fragmentation of vegetation to the detriment of native species and the well-being of the local population.

However, more in-depth analyses that consider plant communities are useful.

Keywords: Unit 2, Forêt des Pins, Human disturbances, Basal area, *Pinus occidentalis*

1. INTRODUCTION

1.1. Justification et Contexte

« *Les pressions anthropiques sur le paysage sont fortement accrues avec l'expansion démographique au XX^{ème} siècle* [Traduction] » (Bogaert *et al.*, 2004). La population mondiale passera de 9,3 milliards d'habitants en 2050 à plus de 10.1 milliards en 2100 ; D'ici 2050 la population des pays moins avancés ne fera que doubler en passant de 851 millions d'habitants en 2011 à plus de 1.7 milliards (United Nations, 2011).

La croissance démographique galopante représente un réel danger pour plusieurs raisons : « *La conversion des paysages indigènes en activités humaines entraîne des changements généralisés dans la structure spatiale du paysage* [Traduction] » (Collinge, 1998), et d'énormes conséquences sur la biodiversité, les processus écologiques dont le cycle des nutriments et le cycle de l'eau [...] (Aber *et al.*, 2000). Ces conséquences s'amplifient avec l'accentuation des pressions anthropiques qui augmentent avec l'accroissement exponentielle des populations. Le rapport des écosystèmes pour le millénaire a montré qu'il n'existe aucun écosystème qui ne soit pas modifié par l'homme et que le taux actuel d'extinction est 1 000 fois supérieur au taux des extinctions antérieures (Millennium Ecosystem Assessment Board, 2005).

Les perturbations anthropiques modifient les fonctions des écosystèmes, ces modifications peuvent être mises en évidence à partir des analyses des déséquilibres au niveau de la structure ou de la distribution des diamètres (Riéra, 1995).

Selon Staszewski (1957), cité par (Laurent, 2004, p.1). Les forêts de montagne sont fortement impactées par l'expansion démographique mondiale, [leur climat frais et les ressources naturelles qu'elles renferment représentent un véritable attrait pour les populations et deviennent par conséquent l'un des groupes les plus fragilisés]. En 1945, 188 millions d'individus vivaient dans les montagnes, en 1990, elle est passée à 800 millions d'individus soit 15% de la population mondiale (Laurent, 2004). Selon les analyses de Meybeck *et al.* (2001), cité par (Laurent, 2004, p.4), 26% de la population mondiale vit à l'intérieur ou à proximité des zones de montagnes. Ce phénomène d'anthropisation des zones de montagne est encore plus accentué dans les régions tropicales et subtropicales où la diminution de la population a été [*est*] lente (Noin, 1997, cité par Laurent, 2004, p.6). Cela est à l'origine de perturbations qui affectent les habitats indispensables pour leurs multiples services écosystémiques.

Les perturbations fonctionnent à toutes les échelles temporelles et spatiales et à tous les niveaux d'organisation d'intérêt écologique et évolutif [Traduction] (Pickett & White, 1985), et « jouent un rôle fondamental dans l'assemblage et l'évolution des écosystèmes » (Jean-François, 2012).

La Forêt des Pins d'Haïti, qui est la plus grande réserve forestière du pays, est sous pression constante du développement de communautés à l'intérieur de ses zones centrale et tampon. En 2003, la population totale de l'Unité 2 de la Forêt des Pins a été estimée à 59 300 habitants répartis dans 10 000 ménages (Helvetas *et al.*, 2013). La pression anthropique est telle qu'entre 1978 et 2012, la superficie boisée de la Forêt des Pins est passée de plus de 7 600 hectares à moins de 5500 hectares (Sciacca, 2009). Plusieurs espèces endémiques ont disparu tandis que d'autres sont en danger critique d'extinction, c'est le cas du *Juniperus ekmanii*, de nombreuses espèces d'oiseaux et de reptiles. L'exploitation abusive des ressources a provoqué une modification dans la structure de la végétation d'où une perte de biodiversité, d'habitats et d'espèces. D'après l'analyse des photos aériennes datant de 1978 et des orthophotos de 2002 réalisée par Sciacca (2009), la couverture boisée de l'Unité 2 de la Forêt des Pins a diminué de plus de 2 000 hectares en 24 ans, passant de 51% en 1978 à 36% en 2002, soit environ 90 hectares par an.

Face à ce déséquilibre écologique qu'induisent les perturbations, l'identification et l'analyse des types de perturbations, la compréhension de leurs influences sur la végétation, demeurent nécessaires. Ceci pourrait mieux orienter les décideurs à propos des stratégies à mettre en œuvre pour limiter les effets des perturbations. Nous proposons à travers ce travail de fin d'études, de caractériser les types de perturbations anthropiques à travers des indicateurs sur le terrain et leurs influences sur la surface terrière du *Pinus occidentalis* à l'Unité 2 de la Forêt des Pins. La surface terrière des arbres se révèlent être des paramètres de croissance faciles à déterminer dans un temps plus court et offrent l'avantage d'être pratiques et fiables pour mesurer les perturbations, d'autant plus que la surface terrière est directement affectée par les perturbations sur le moyen ou le long terme contrairement à d'autres qui sont parfois indirects et difficiles à déterminer comme la dynamique des espèces, etc... Selon le bureau du forestier en Chef (2013), la surface terrière est l'une des mesures fiables de l'évaluation de la qualité de l'habitat, et son étude peut montrer l'effet des perturbations (IFP, 2002).

1.2. Objectif général

L'objectif principal de cette étude est de caractériser les types de perturbations anthropiques de l'Unité 2 de la Forêt des Pins.

1.3. Questions, Objectifs spécifiques, Hypothèses de la recherche

Question 1 : Quels sont les principaux types de perturbations d'origine anthropique qui menacent les écosystèmes de l'Unité 2 de la Forêt des Pins ?

Objectif spécifique 1 : Identifier et comparer les différents types de perturbations anthropiques en termes de fréquence, cet objectif nous permet de vérifier **l'hypothèse 1** stipulant que le feu de végétation et la coupe des arbres représentent les principaux types de perturbations anthropiques dans l'Unité 2 de la forêt des Pins en termes de fréquence ;

Selon FAO, (2016), la coupe des arbres et le feu sont deux (2) principaux facteurs de déforestation, avec 185 millions d'hectares de forêts coupées entre 2000 et 2010 et 65 millions d'hectares brûlés chaque année.

Question 2 : Comment est-ce que les perturbations anthropiques affectent négativement la surface terrière des arbres de l'Unité 2 de la forêt des Pins ?

Objectif spécifique 2 : Déterminer l'influence des perturbations sur la surface terrière du *Pinus occidentalis*, qui permet de vérifier **l'hypothèse 2** du travail : Les types de perturbations anthropiques influencent négativement la surface terrière du *Pinus occidentalis* en diminuant la densité à l'hectare et le diamètre des Pins.

D'après Adjonou *et al.*, (2016), les perturbations provoquent des changements dans les caractéristiques structurelles des peuplements, le diamètre et la surface terrière sont parmi ces paramètres les plus impactés.

2. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1. Le concept d'anthropisation des paysages

Selon Michon & Bouamrane (1997), l'anthropisation peut se définir que par opposition à un état défini ou naturel, comme toute modification consciente ou inconsciente des milieux par l'homme, « c'est donc l'empreinte marquante de l'homme sur les paysages » (Bonin & Loisel, 1996). Toutes les définitions utilisées, d'après Michon & Bouamrane, restent cependant subjectives, étant sujettes à des interprétations multiples.

La question fondamentale est : Quand peut-on parler du phénomène d'anthropisation ? Ou selon Michon & Bouamrane, à partir de quand une action humaine devient source de perturbation ?

Les réponses sont variables dépendamment de la place donnée à l'homme dans les considérations ; il fait partie intégrante des écosystèmes ou n'est-il qu'un élément extérieur ? Elles varient aussi avec l'échelle considérée : Une perturbation au niveau parcellaire serait insignifiante si elle est étudiée à une échelle plus grande « La forêt », dans ce cas, on parle d'anthropisation que lorsque la modification induite par la perturbation devient visible (Michon & Bouamrane, 1997).

Certaines régions du monde sont fortement soumises à l'anthropisation (Boisson *et al.*, 2018), parmi lesquelles se trouvent les écosystèmes des pays du Sud (Picouet, 1997). Cela s'explique par la forte croissance démographique des populations de ces régions, appelée « Révolution démographique » par Picouet, et liée aux conditions de vie précaires des gens. On vient de voir que la croissance démographique active les phénomènes d'anthropisation, ci-dessous, une analyse de ce phénomène au niveau des aires protégées.

2.2. Les Aires protégées, problématique du développement des populations et concepts

Comme on l'a montré dans l'introduction, la population mondiale augmente de façon exponentielle, elle atteindra plus de 10.1 milliards en 2100 (United Nations, 2011). La conclusion naturelle semble être que l'augmentation du nombre des habitants de la planète est la plus importante, voire la seule source de dégradation de l'environnement (Gendreau *et al.*, 1996). Cette problématique est responsable de l'érosion de la Biodiversité. Banalisation des paysages, artificialisation croissante des territoires, engendrent une fragmentation et une vulnérabilité des habitats naturels qui sont cités comme principales causes de l'érosion de la biodiversité (Barbault & Chevaussus-Au-Louis, 2005).

La surpopulation est d'ailleurs explicitée dans *la Tragédie des biens communs* de Hardin (1961). Ce problème ne se poserait pas si le rythme de la croissance démographique était autour

de l'optimum. Ceci n'étant pas le cas, la surpopulation contribue à l'aggravation de la situation. Les principales conséquences de la tragédie des communs sont : la surexploitation des écosystèmes, la dégradation de la biodiversité (érosion, pollution) et l'instabilité sociale. Les aires naturelles comme les forêts d'intérêt commun sont de plus en plus côtoyées ou habitées par des riverains pour leurs ressources naturelles et bienfaits immatériels. Ce cas est si bien connu dans certaines réserves de biosphère, que l'UNESCO promeut la diversification des sources de revenus pour l'amélioration des conditions de vie et la mise en œuvre de mesures d'atténuation pour un développement durable. Le cas par exemple de la réserve de Biosphère Maya au Guatemala, forêt tropicale humide de haute altitude où la population est passée de 25 000 à plus de 500 000 habitants entre 1970 et 2002 (UNESCO, s.d.). La gestion se base sur l'exploitation des alternatives économiques porteuses dont l'écotourisme qui rapporte des revenus à la population. Ces mesures peuvent aussi être couplées à d'autres interventions visant la diminution de la pression démographique comme le contrôle des naissances, ce qui permet d'évoquer les deux grands courants : Néomalthusianisme et Anti-malthusianisme.

Le premier courant du Néomalthusianisme stipule que la pression démographique est le seul responsable de la dégradation de l'environnement, le deuxième ou Anti-malthusianisme proprement appelé ne considère la pression démographique que comme un élément des problèmes environnementaux. L'anti-malthusianisme est subdivisé en courant populationniste qui soutient que l'accroissement démographique engendre le développement du progrès technique et de l'innovation, et en approche institutionnelle démontrant que la population est un facteur de dégradation, mais ce sont les structures socio-économiques qui provoquent la croissance démographique, la pauvreté et la dégradation de l'environnement (Ouharon, 1996). On a vu précédemment que la croissance démographique est source de dégradation écologique ou Perturbations, mais quelles sont ces modifications et comment se manifestent-elles ?

2.3. Les Perturbations pour comprendre la stabilité des organismes et écosystèmes

2.3.1. Perturbations écologiques, Définition

Le dictionnaire d'Oxford, 2000, définit une perturbation écologique ou « ecology disturbance » comme un petit changement dans la qualité, le comportement et le mouvement de quelque chose. Pickett *et al.* (1999) ; White & Jentsch (2001) l'ont défini comme un événement discret dans le temps, souvent imprévisible, agissant à toutes les échelles d'espace.

Le terme « qualité » est extrêmement important, c'est-à-dire une modification de l'état naturel et normal de l'écosystème, donc « un événement causant un écart par rapport aux conditions normales (Forman & Godron 1986 ; Van Andel & Van den Bergh, 1987). « *Les perturbations*

provoquent une altération de ce qui est habituel ou prévu, un écart relatif par rapport à toute étape nominale de la structure ou de la fonction à n'importe quel niveau d'organisation [Traduction] » (Odum *et al.* 1979), la définition de perturbation est donc relative. Une forte quantité de précipitations par exemple lors de la saison de pluies en montagne ne peut pas être considérée comme une perturbation, les organismes étant adaptés au rythme. Selon la définition relative, les événements à l'intérieur du domaine normal ne seraient pas des perturbations, aussi destructrices soient-elles, les événements à l'extérieur du domaine seraient des perturbations, aussi légères soient-elles. Ainsi, l'absence de feu dans une prairie a été qualifiée de "perturbation", le feu étant considéré comme normal (White & Jentsch, 2001). Tandis que la définition absolue de la « perturbation » est fondée sur les changements physiques et mesurables dans la biomasse (Grime, 1979) ou dans l'élimination des ressources (Sousa, 1984 ; Tilman, 1985, cités par Chris & Edwin, 1995), qu'ils soient récurrents ou normaux. La définition absolue met en évidence trois (3) critères que sont : L'ampleur ou magnitude, la durée et la brusquerie pour définir une perturbation, représentés sur la figure ci-dessous.

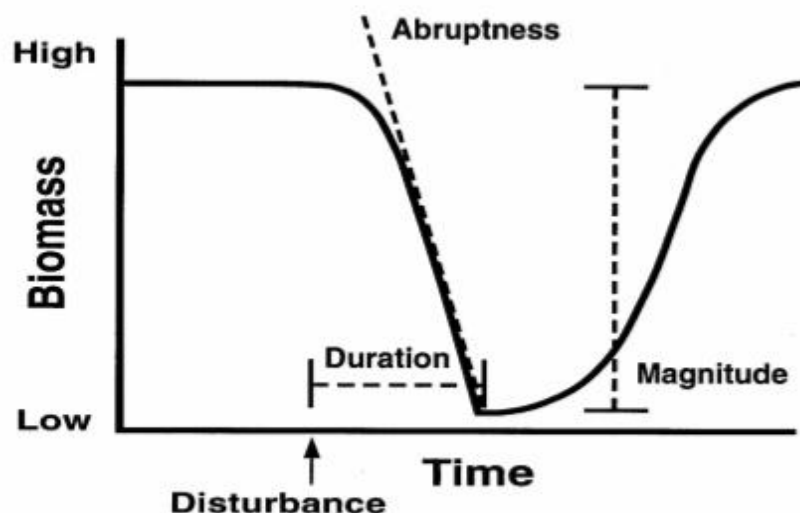


Figure 1: Trois (3) critères pour la définition de Perturbation

Source : White & Jentsch, 2001

La figure 1 met en évidence la définition absolue de la perturbation qui fait intervenir trois (3) critères que sont : L'ampleur ou magnitude, la durée et la brusquerie pour définir une perturbation. La notion de fréquence est aussi importante dans la prise en considération d'une perturbation.

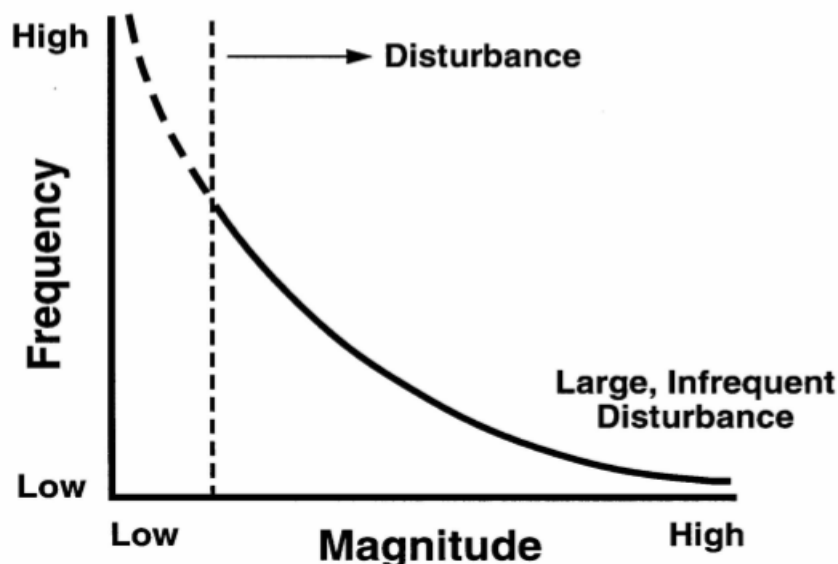


Figure 2: Relation entre Fréquence et amplitude d'une perturbation
Source : White & Jentsch, 2001

Selon White et Jentsch, la fréquence et l'ampleur d'une perturbation sont inversement liées ; les événements de faible amplitude sont fréquents, les événements de grande ampleur sont rares. Les événements doivent être d'une ampleur minimale pour être considérés comme une perturbation à une échelle particulière pour un écosystème particulier. « Les perturbations importantes et peu fréquentes ont été considérées comme un cas particulier de perturbation » (Turner *et al.* 1998, cité par Cordonnier, 2004).

2.3.2. Perturbations écologiques et Comportements des espèces

Différents mécanismes existent au niveau des communautés en vue de s'adapter aux modifications et sont connus sous le nom de « Anticipation » qui est un élément clé pour la stabilité des écosystèmes (Jean-François, 2012). L'anticipation est la manière dont un organisme ou une communauté se comporte en avance d'un événement prévisible, que celui-ci soit faste ou néfaste. Seuls les événements ou des séries d'événements déjà survenus peuvent être intégrés à la mémoire biologique de l'individu (Trewavas, 2005 ; Capellán & Nicieza, 2010 ; Gonzalez-Gomez *et al.*, 2011, cités par Jean-François, 2012). Par conséquent, des modifications nouvelles, brusques et récurrentes tels que les incendies sont perçus comme des éléments étrangers au patrimoine génétique des espèces et n'ont pas le temps de réagir positivement.

Tous les organismes ne réagissent pas de la même manière face aux régimes de perturbation. Certains caractères se retrouvent chez des espèces ou groupe d'espèces anciennes ayant une grande capacité de résister aux crises écologiques imprévisibles et sont appelées « Barbares »,

elles développent une grande capacité d'adaptation contrairement aux espèces dites « civilisées » qui sont plus récentes et n'ayant pas eu l'occasion de traverser ces crises et sont donc plus sensibles à l'extinction (Jean-François, 2012).

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques des organismes barbares et civilisés.

Tableau 1 : Caractéristiques des organismes « barbares » et « civilisés »

BARBARES	CIVILISÉS
Sélection r : Nombreuse descendance, reproduction précoce, mortalité très élevée	Sélection K : Descendance réduite, reproduction tardive, mortalité faible
Généralistes : Capables de prospérer dans un grand nombre de milieu	Spécialistes : Capables de prospérer dans une gamme étroite de milieu
Pionniers : Colonisant des milieux nouvellement formés	Climaciques : Correspondant au stade terminal d'une succession écologique
Colonisateurs : Temps de génération très court et se reproduisant en abondance, haute activité métabolique, résistants à la pollution	Persistants : Temps de génération long, se reproduisant faiblement, faible activité métabolique, intolérants à la pollution
Mouvements au hasard : peuvent être coordonnés mais non ciblés	Mouvements directionnels : Coordonnés et ciblés
Migrants : Sans territoire défini	Résidents : Avec un territoire défini (pouvant cependant changer au cours du temps)
Juveniles : et adultes néoténiques	Adultes

Source : Jean-François, 2012

Selon les analyses de Jean-François, on peut déduire deux remarques de ce tableau : Les organismes barbares privilégient la production, ils sont moins économes de leur énergie, les seconds privilégient l'information. Le cout évolutif est dominant chez les civilisés et le cout énergétique chez les barbares. Les espèces barbares s'adaptent mieux aux perturbations que les civilisés, ces dernières nécessitant plus de temps pour évoluer.

Lorsque survient un épisode de perturbation imprévisible et récurrente, deux stratégies sont possibles en fonction du coût énergétique et du coût évolutif. L'instabilité de l'environnement, lorsqu'elle atteint un seuil rendant ce dernier imprévisible pour les organismes qui l'habitent, génère une pression rendant la contrainte « temps » majoritaire sur la contrainte énergie » : les organismes « pressés » de s'adapter n'ont pas le temps de perfectionner des dispositifs imparfaits et doivent recourir aux possibilités que leur a laissé leur « schéma de base » : seules les espèces préadaptées (Jackson & Johnson, 2000 ; Afanasjeva, 2010) que Jean-François

appelle « Barbares », vont subsister, au besoin en recourant, outre à leur plasticité phénotypique (Reed *et al.* 2010), à des modifications épigénétiques induites par l'environnement (Angers *et al.* 2010, cité par Jean-François, 2012).

2.4. Les régimes de perturbation, rôles et conséquences

Les forêts font face à deux types de perturbations, différents du point de vue d'origine et d'impact. Le premier type est d'origine naturelle et fait partie du cycle de la vie des forêts, nous pouvons citer la sécheresse, la dynamique et l'influence des climats passés et actuels, les épidémies d'insectes et de maladies, le chablis, les interactions entre espèces, etc. Le deuxième est d'origine anthropique et reste le plus problématique, et est celui abordé dans le cadre de cette étude. Analysons deux (2) exemples de perturbations d'origine naturelle : La sécheresse et les épidémies d'insectes et de maladies.

2.4.1. Perturbations d'origine naturelle

2.4.1.1. La sécheresse

Classée parmi les événements climatiques, la sécheresse joue un rôle assez important dans l'évolution des écosystèmes. D'après Bied-Charreton (2007), on distingue cinq (5) types de sécheresse : météorologique, climatologique, hydrologique, agronomique. La sécheresse météorologique se définit comme le temps écoulé entre deux pluies efficaces et la sécheresse climatologique un déficit pluviométrique prolongé. Lorsque le débit des cours d'eau, de la nappe phréatique est en baisse, on parle de sécheresse hydrologique tandis qu'on parle de sécheresse agronomique ou écologique lorsque les apports pluviométriques sont dépassés par les quantités d'eau évaporées par les plantes et l'évaporation normale. Des suivis expérimentaux ont montré que les stratégies de régénération de certaines espèces annuelles sont favorisées par les sécheresses estivales, permettant l'établissement de banques de graines importantes (Akinola *et al.*, 1998). On sera dans une situation de sécheresse lorsque le nombre de mois secs devient trop important et occasionne un stress chez les plantes. Les plantes disposent de mesures d'adaptation face aux épisodes de sécheresses (pilosité, etc.), mais une plante ou une communauté végétale déséquilibrée/perturbée sera très sensible à la sécheresse : « Les études réalisées en prairie montrent que la probabilité pour une espèce particulière de disparaître d'une communauté au cours d'un épisode de sécheresse dépend de ses attributs vitaux et de son niveau d'abondance avant la perturbation » (Alard & Balent, 2007), car une communauté en parfaite équilibre ne sera pas affectée par un épisode de sécheresse, cela étant un élément fondamental à son cycle. D'une façon générale, les épisodes de sécheresse peuvent être vus comme des mécanismes d'extinction rapides qui sont compensés par un processus de

recolonisation lente, parfois incomplète ou détournée sous l'effet des pratiques (Alard & Balent, 2007). Les mauvaises pratiques anthropiques amplifient l'effet des perturbations et altèrent les capacités de résilience des communautés perturbées, nous présentons la « résilience » dans un point plus bas. Or, il a été montré que ces capacités de régénération, voire de recolonisation, étaient les principaux facteurs expliquant la dynamique de végétation après des sécheresses extrêmes (Stampfli & Zeiter, 2004). D'après Alard & Balent, ce sont les espèces les plus sensibles qui s'éteignent lors de la sécheresse. Avec le réchauffement climatique, les paramètres du climat sont modifiés, il y a alors un grand risque d'enregistrer des épisodes de sécheresses, de plus en plus sévères dans le temps.

2.4.1.2. Les Epidémies d'insectes et de maladies

Les insectes participent à la dégradation de la matière organique, facilitent l'aération des sols, etc... mais peuvent aussi occasionner de nombreux dégâts lorsque leur nombre dépasse le seuil tolérable ou lorsqu'ils sont nouveaux dans un écosystème donné pour lesquels ils n'existent pas ou peu d'éléments régulateurs. Les nombreux phytopathogènes peuvent être des phytophages, phyllophages, corticiphages, xylophages, ou simplement des suceurs de sèves des plantes (Nageleisen, 2005).

Les déplacements de personnes favorisent également les déplacements des insectes d'un endroit à un autre. Ces espèces dites « exotiques » sont alors introduites accidentellement dans un nouvel environnement où aucun de leurs ennemis naturels n'est présent. Même si ce n'est pas toujours le cas, certaines espèces d'insectes ou de champignons pathogènes peuvent ainsi proliférer et causer de graves dommages aux arbres et aux écosystèmes forestiers. Nous avons certains exemples comme la maladie hollandaise de l'orme causé par un champignon, introduit d'Europe en 1940 (Reboul & Taris, 1967), et qui a presque tué toutes les populations d'ormes d'Amérique, tandis que la spongieuse, une chenille défoliatrice introduite d'Asie à la fin du XIXème siècle (Agence Canadienne d'inspection des aliments, 2015), cause régulièrement de graves dommages aux forêts d'Amérique du Nord.

2.4.2. Perturbations anthropiques

L'homme est souvent la cause du dérangement de l'ordre naturel dans les forêts. Les perturbations anthropiques représentent toutes les actions intentionnelles ou non faites par l'homme, causant des torts semblables à ceux identifiés lors des perturbations naturelles, mais dévastatrices et souvent irréparables car elles ne font pas partie d'un système cyclique de la forêt. Parmi ces perturbations anthropiques, nous pouvons noter les feux de végétation, l'exploitation anarchique du bois, le pâturage libre, etc... Nous détaillons quelques exemples :

2.4.2.1. Les feux de végétation

Les feux de végétation sont des feux qui se propagent dans des formations végétales appelées forêts, d'une superficie supérieure ou égale à 1 ha (MEDD, 2000).

Dans certains écosystèmes, les incendies facilitent le maintien des cycles biogéochimiques, nous l'avons d'ailleurs vu précédemment. Ils jouent un rôle de stimulant de la croissance. Dans certaines forêts, le feu facilite la régénération des strates par la suppression de compétitions, il est dit d'origine naturel dans ce cas. Selon l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques), (2004), autour de 85 % des superficies brûlées annuellement, soit 2,5 millions d'hectares, le sont par des feux déclenchés par la foudre (Les feux font beaucoup de torts à la biodiversité, en détruisant la fertilité des sols et les prédisposant à l'érosion. Il existe un risque d'avoir du feu d'origine naturel lorsque les foudres sont assez fréquentes (Plana, 2016), lorsqu'il y a présence de volcans (Morin, 2012), une forte sécheresse (Dupuy *et al.*, 2015), une vitesse du vent très forte et une végétation sensible (Moretti, 2015). Le feu joue son rôle positif que lorsqu'il est sauvage, mais prend tout un autre sens lorsqu'il est provoqué (Otsuka, 2003), ils peuvent compromettre les ressources naturelles à sauvegarder pour les générations futures. Les incendies répétés aux mêmes endroits épuisent définitivement les couches arables des sols essentielles à leur fertilité (Otsuka, 2003). « [Traduction] *L'agriculture sur brulis est l'une des principales pratiques qui est à l'origine des incendies forestières, L'agriculture sur brûlis est responsable de la perte d'environ 50 ha de terre par heure dans le monde entier* (Bennett, 2017) ;

2.4.2.2. L'élevage

L'élevage peut être une source de perturbation des écosystèmes. L'impact des animaux sur les écosystèmes a été démontré, notamment l'influence des herbivores généralistes sur la végétation (Gizicki *et al.*, 2018). « [Traduction] *Le broutage peut détruire les jeunes arbres et réduire la croissance des survivants* (Miller & Cummins 1982 ; Fenton, 1985 ; Gill, 1992 ; Palmer & Truscott 2003, cité par Brooker *et al.*, 2006) », A titre d'exemple, « [Traduction] *les chèvres contribuent à la désertification [...] en amorçant un cycle de perte de sol à long terme qui se poursuit même après l'enlèvement des chèvres ; [...].* » (Gizicki *et al.*, 2018).

D'après Pescott & Stewart (2014), s'il est prouvé que le piétinement de la végétation résultant des activités récréatives peut avoir un impact négatif sur les habitats naturels, entraînant la perte de végétation et la dégradation des communautés végétales, l'élevage pourrait occasionner les mêmes impacts. En effet, selon l'étude réalisée par Pescot & Stewart, la végétation dominée par les hémicryptophytes et les géophytes se rétablit du piétinement dans une plus grande

mesure que la végétation dominée par d'autres formes de vie. Les propriétés intrinsèques des communautés végétales semblent être les facteurs les plus importants qui déterminent la réaction de la végétation au piétinement, et cela varie également en fonction de l'intensité du piétinement.

L'élevage peut nuire également à la levée des plantes, au stock de semences, à la croissance des plantules limitant ainsi la régénération des plantes. Une recherche effectuée par Wu *et al.*, (2015) sur les semences de 96 espèces dans les prairies alpines du plateau Qinghai-Tibetan en Chine à différents niveaux d'intensité de pâturage, a montré que les niveaux de pâturage affectent la relation entre la taille des semences et les propriétés d'abondance des espèces adultes, des semis et de la banque de semences du sol ; ce qui suggère qu'il y a un changement dans les relations entre la taille des semences, les espèces et l'abondance en réponse au gradient de pâturage ; un effet négatif significatif a été observé dans les prairies avec un pâturage intensif.

2.4.3. Conséquences des perturbations anthropiques sur la surface terrière des arbres

Après un épisode de perturbations, les arbres peuvent avoir différentes réactions dépendamment du type (anthropique ou naturel), de la fréquence, de l'intensité de la perturbation comme on l'a vu avec White & Jentsch sur la figure 1. Ils peuvent mourir, peuvent être modifiés ou continuer d'évoluer. Les plantes, certes, développent des stratégies de lutte (Oliver & Larson, 1996), discutées dans la section 2.3.2 à la page 7, mais ne peuvent plus résister lorsque la perturbation devient excessive. Les paramètres dendrométriques sont affectés lors des perturbations, sous l'action du feu notamment, il s'ensuit une modification au niveau du houppier, de l'épaisseur du liège, de l'état du cambium, etc... (Curt, 2010). D'après Maleki *et al.*, (2015), « *La croissance du diamètre des arbres est fonction des interactions avec les différentes autres plantes de l'espace, qui est un bon indice spatial de prédiction du développement* » [Traduction]. Une étude réalisée par Ouédraogo, (2006) sur la dégradation des peuplements de quatre (4) espèces ligneuses dont *Azizlia africana* et *Bombax costatum* en zone soudanienne du Burkina Faso, a révélé que l'allure des classes de diamètre peut renseigner sur l'état de dégradation des peuplements. Plusieurs allures peuvent être démontrées :

- Les allures en « cloche » et en « J » des histogrammes, traduisent un peuplement vieillissant, la forme en « J » montre principalement un état déjà avancé de la dégradation ;
- L'allure en « L » indique un niveau de régénération en cours, et que cette espèce a un fort potentiel pour reconstituer les populations stables.

Les perturbations divisent les forêts en fragments. La fragmentation se caractérise par deux (2) processus majeurs qui sont la perte d'habitats viables [...] et l'isolation [sic] spatiale des habitats (André, 2010). « Du point de vue de la densité des individus de régénération, les fragments forestiers présentent une forte stimulation pour les plantules et les sub-adultes comparativement à la forêt continue ». On peut trouver un effet positif pour les jeunes, suivant l'étude de André, (2010), Au niveau des fragments forestiers, les perturbations stimulent la dynamique du peuplement de régénération.

Un travail de recherche a été mené par Horn *et al.*, (2001) sur les réponses des plantes au feu et le taux de régénération post-feu, il a également comparé les résultats entre les régions caribéennes, sud-américaines et de l'Amérique central. L'espèce *Pinus occidentalis*, qui est d'ailleurs l'espèce cible de cette présente étude, a survécu après des incendies. L'espèce recrute abondamment après les incendies, ce qui est conforme aux caractéristiques de cette espèce (Darrow & Zanoni, 1991, cité par Horn *et al.*, 2001) et des Pins d'une manière générale (Agée, 1998, cité par Horn *et al.*, 2001) comme étant adaptés au feu. Il a été aussi observé que les pins de moins de 10 cm de diamètre présentaient une mortalité beaucoup plus élevée que les pins de plus grande taille après un incendie. Darrow & Zanoni (1991), cité par Horn *et al.*, (2001) a également constaté lors d'une étude semblable que la taille de l'espèce *Pinus occidentalis* est un facteur qui intervient dans la mortalité lors des incendies.

Selon une étude réalisée par le Conseil Général de la Martinique (2009), « les forêts perturbées présentent une faible surface terrière et une mortalité importante » il a également été observé que dans les aires perturbées, la distribution n'est pas homogène, les espèces pionnières sont peu à peu remplacées par des espèces opportunistes.

Un livre publié par l'Institut Français de Padichéry (IFP) en 2002 a montré que la surface terrière qui est corrélée avec la biomasse peut montrer l'effet des perturbations. Les effets des perturbations peuvent être encore plus néfastes lorsqu'elles se combinent : Dans un milieu fragmenté par des perturbations comme la coupe, l'agriculture, « le pâturage maintient les ouvertures », [et] « la collecte du bois de chauffe peut marquer une accélération du processus de la perturbation » (IFP, 2002).

2.4.4. Conséquences des perturbations anthropiques sur les services écosystémiques

La biodiversité d'un territoire donné résulte de l'influence de trois (3) grands facteurs : les facteurs biotiques, les facteurs abiotiques et les stress/perturbations (Burel & Baudry, 1999, cité par Allard & Ballent, 2007). Les facteurs biotiques regroupent l'ensemble des modes de compétition interspécifique, les facteurs abiotiques, eux, sont liés aux aspects « paysagers » qui

conditionnent les capacités de recolonisation après extinction locale et indiquent les échelles de fonctionnement des populations.

Les perturbations diminuent la valeur des forêts en altérant leur potentiel écosystémique, valeur qui reste incontestable pour la survie de l'espèce humaine. En effet, selon Costanza *et al.*, (1997), la valeur de l'ensemble de la biosphère est estimée en moyenne à 33 Milliards de dollars par an, deux fois supérieure au produit national brut mondial annuel évalué à 18 Milliards. Les aspects taxonomiques et fonctionnels de la biodiversité soutiennent le fonctionnement des écosystèmes et des services écosystémiques dans les forêts (Verheyen *et al.*, 2016), de plus, la structure et la superficie de l'habitat, en tant que substitut de la biodiversité, se sont révélées cruciales pour la fourniture de services écosystémiques tels que la pollinisation, la purification de l'eau, la lutte contre les ravageurs dans des contextes non-urbains (Harisson *et al.*, 2014).

Les aires protégées, selon Dudley, (2008), sont des espaces géographiques définis, consacrés et bien gérés afin d'assurer de manière durable la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques [...] qui lui sont associées. Les perturbations des écosystèmes constituent une menace sérieuse pour la biodiversité (Weng, 2007 ; Olff & Ritchie, 2002 ; Forsy & Allen, 2005). On a vu que les perturbations fragmentent les forêts, beaucoup d'études ont montré les effets de lisière¹ induits par la fragmentation (Lovejoy *et al.*, 1986 ; Malcolm, 1994 ; Williams-Linera, 1990 ; Williams-Linera *et al.*, 1998, cités par André, 2010), l'extinction des espèces natives est l'un des effets des lisières.

D'après Tilman, (1997), le pâturage est également une forme de perturbation qui nuit aux écosystèmes, il a en effet conclu qu'il y a une relation directe entre la diversité spécifique d'une région et la capacité d'une végétation à résister à des perturbations (invasion d'espèces exogènes), cela voudrait dire qu'aux intensités moyennes de pâturage la végétation est plus stable qu'aux intensités élevées, nous en avons discuté dans les sections ci-dessus.

Outre la fonction d'appui à la biodiversité, les perturbations affectent également la capacité de régulation et de production des forêts.

Selon la FAO, sd, les forêts de montagnes fournissent de l'eau à plus de 50% de la population de la planète, constituent des réservoirs de nourriture, d'énergie et de biodiversité. Ces biotopes

¹ Forman, (1995), Harrison et Bruna, (1999), Alignier, (2010) ; cités par Niyukuri, (2014), définissent la lisière comme l'interaction entre deux milieux, la matrice et l'habitat fragmenté ; et pour d'autres auteurs comme Harper et al, (2005) ; cité par Niyukuri, (2014), c'est une interface entre deux types d'écosystèmes différents. Les effets de lisière peuvent conduire à une augmentation de la richesse spécifique selon Niyukuri et peuvent également engendrer des effets négatifs pour les espèces endémiques.

uniques sont sensibles à tout changement brusque des équilibres écologiques et socio-économiques (Buttoud, 1998). Les écosystèmes de montagne sont également des puits de carbone, qui stockent le CO₂. D'après Malhi & Grace (2000) « Les forêts retiennent une partie importante du carbone organique et participent à la fixation du CO₂. Les perturbations dont les incendies de forêts, libèrent une grande quantité du taux de Carbone stocké tout en diminuant les capacités de stockage de ces formations végétales (Laurance & Delamonica, 1998). Le CO₂ étant un gaz à effet de serre, son échappement dans l'atmosphère participe au réchauffement du climat (Hulme *et al.*, 1999).

Selon l'IFP (2002), les perturbations engendrent une modification au niveau des propriétés du sol, d'où une baisse de la fertilité : « Il en découle un appauvrissement du Carbone organique, de l'azote total et la capacité d'échange cationique ».

2.4.5. Perturbations écologiques et Résilience

D'après Michon & Brouamrane (1997), la destruction des forêts tropicales n'est pas irréversible, « même après sa destruction, un climax peut être ré-atteint », cela explique cette capacité que possède les écosystèmes à se régénérer qu'on appelle « Résilience ». Il convient, selon les auteurs (Holling, 1973 ; Peterson *et al.*, 1998 ; Gunderson, 2000, Walker *et al.*, 2004, cités par Thompson *et al.*, 2009), de faire une différence entre deux (2) types de résilience : La résilience technique et la résilience écologique.

« [Traduction] *La résilience technique met en évidence la capacité de la forêt à retrouver son état initial avant perturbation avec plus ou moins des changements dans la composition des espèces, tandis que la résilience écologique considère la capacité de la forêt après perturbation à continuer à promouvoir en partie ou en totalité ses services écosystémiques* », dans le second schéma, l'écosystème peut être complètement différent de son état initial, mais reste fonctionnel en terme de structure.

Comme nous avons vu ci-dessus au niveau des comportements des espèces face aux perturbations, « *les écosystèmes sont résilients lorsque les interactions écologiques se renforcent mutuellement pour réduire l'impact des perturbations au fil du temps* [Traduction] » (Thompson *et al.*, 2009). Cela peut être atteint grâce à une gamme de mécanismes, y compris la redondance fonctionnelle² des espèces ou la compensation des différences entre espèces. Il

² Le terme « Redondance » en écologie, se rapporte au fait que, dans un écosystème, il existe toujours plusieurs espèces, dont les effectifs sont généralement peu abondants et dont les niches écologiques sont très proches. [En ligne] URL : www.Ecosociosystemes.fr/redondance.html

existe d'autres facteurs qui peuvent influencer le niveau de résilience des communautés végétales. Selon Mencuccini *et al.*, (2005) ; Voelker, 2011 ; Lloret *et al.*, (2004), cités par Granda, (2018), les réponses des arbres face à la sécheresse varient en fonction de leur âge ; des conditions climatiques et édaphiques suivant Colangeto *et al.*, (2017) ; Zang *et al.*, (2014), cités par Granda (2018).

Certains auteurs comme Johnstone *et al.*, (2016) évoquent une notion de « mémoire écologique » pour parler de la résilience des écosystèmes, cette notion de mémoire écologique (Trewavas, 2005 ; Capellán & Niecieza, 2010 ; Gonzalez-Gomez *et al.*, 2011, cités par Jean-François, 2012), a déjà été évoquée à la page 7. C'est-à-dire que les écosystèmes, au fil du temps, intègrent dans leur système les perturbations passées en vue de développer des mécanismes d'adaptation. Toutefois, ces héritages peuvent être perdus ou diminués à mesure que les régimes de perturbation et les conditions environnementales changent créant une « dette de résilience » qui ne se manifeste qu'après le système soit perturbé.

2.5. Mesurer les perturbations anthropiques

2.5.1. Les caractéristiques dendrométriques et communautés végétales

Caractériser les perturbations anthropiques revient à les identifier, les décrire en spécifiant leur provenance, mettant en évidence les éléments distinctifs, et consiste à connaître leur portée ou niveau d'influence sur la végétation ou les services écosystémiques.

Il existe plusieurs manières d'appréhender ce travail de caractérisation. Certains se basent sur les caractéristiques structurelles de la végétation afin de déterminer le mode d'influence des perturbations. On sait qu'il y a une dynamique entre les espèces et entre celles-ci avec leur habitat, toute perturbation entraînerait une modification de la niche écologique, d'où un comportement différent des espèces au sein de l'écosystème. La mesure statistique des liens interspécifiques et liens avec les variables écologiques définissent les communautés végétales selon Dagnélie (1965), cité dans Rakotondraso, (2013), et ces mesures peuvent servir d'indicateurs de toute modification dans le milieu. Prenons le cas d'une communauté végétale en équilibre, et qu'au fil du temps cette communauté subit des épisodes de coupe intensive, l'absence d'un nombre considérable d'une espèce conduirait à une compétition plus rude et qui affecterait le niveau d'assemblage par une modification des niveaux d'abondance-dominance ; les relations entre espèces et sous dépendance des facteurs écologiques sont étudiées par la phytosociologie.

Un autre élément qui permet de voir l'effet des perturbations sont les paramètres dendrométriques des arbres à savoir le diamètre, la hauteur, la surface terrière, etc.. Les travaux de Rakotondraso, (2013) sur l'analyse des facteurs anthropiques de dégradation des bois de tapia d'Arivonimamo au Madagascar ont montré que les perturbations anthropiques influencent la grosseur du diamètre des arbres et la surface terrière.

D'autre part la mesure de la fréquence sur le terrain autrement dit leur absence-présence permet de classer leur niveau d'incidence.

2.5.2. Les indices

Certains auteurs utilisent également des indices afin d'évaluer les perturbations. Ces indices peuvent être indépendants ou dépendants de la distance. Ces premiers groupes peuvent se répartir entre des indices qui caractérisent la compétition d'un peuplement dans son ensemble, et à ce titre, ils sont plus des descripteurs de peuplement que de véritables indices de compétition (densité, surface terrière, indice de Reineke...), et des indices mesurant la compétition subie par un arbre (indices utilisant les ratios, les caractéristiques de houppier par exemple). Les indices dépendants de la distance se basent sur l'hypothèse que la compétition est définie à un niveau local et les compétiteurs sont donc contenus à l'intérieur d'une zone d'influence dont le rayon doit être précisé. Pukkala et Kolström (1987) utilisent un rayon de 5m autour du sujet pour des pinèdes denses (1 200 à 3 800 tiges/ha et une hauteur moyenne de 8 à 15 m. Rouvinen et Kuuluvainen (1997) utilisent la même valeur seuil pour des pinèdes mûres (densité : 640 tiges/ha, hauteur moyenne : 22 m (Piutti & Cescatti, 1997, cité par Hahn & Emborg, 2007), utilisent 8m pour des hêtraies âgées de 80 à 140 ans.

2.6. Historique de la dégradation de l'Unité 2 de la Forêt des Pins

2.6.1. Colonisation de la Forêt des Pins

Des vagues d'immigrants, en raison d'événements historiques, ont colonisé la Forêt des Pins et ces zones tampons. On distingue plusieurs périodes charnières d'après Rousseau, (2000).

- (1) Durant la période de l'esclavage, pour échapper aux châtiments, les esclaves ont pratiqué le marronnage, et beaucoup s'étaient réfugiés dans des zones montagneuses inaccessibles comme certains endroits de la Forêt des Pins ;

- (2) La fuite des Cacos³ dans la forêt en vue d'entreprendre des activités de résistance face à l'occupation américaine au cours de la période 1915-1934 ;
- (3) Selon un rapport du Centre de Formation et d'Encadrement Technique [CFET] (1997), une vague massive d'immigrants afflue à la suite des massacres en République Dominicaine en 1937. Une colonie agricole a été établie à Savane Zombi par le Président Sténio Vincent pour les réfugiés ;
- (4) Avec l'installation des scieries pendant la période de 1941 à 1957, des travailleurs sont venus s'installer afin de travailler au sein de la SHADA, pour développer le commerce ou pour travailler des terres fertiles. La majorité de ces travailleurs seraient venus de Port-au-Prince, Pétion-Ville, Croix-des-bouquets, Thiotte, Ganthier et Jacmel.

2.7. L'exploitation de la Société Haitiano-Américaine de Développement Agricole

Entre 1959 et 1977, la Forêt des Pins est passée de 17 093 hectares de forêts denses à 10 095 hectares, soit une perte de 43%. En 1941, un contrat de bail de 50 ans a été donné à la Société SHADA par l'Etat sur 60 500 hectares de la réserve, les deux unités forestières sont comprises. (Ashley, 1989, cité par Dolisca, 2005). « *Un complexe d'exploitation forestière et de scierie a été établi ainsi que des bâtiments permanents, un réseau routier et des sentiers coupe-feu. Au cours de la première année, SHADA a traité et commercialisé 2 350 m³ de bois, ce volume est ensuite passé à environ 7 000 m³ au cours de la deuxième année d'exploitation et des années suivantes. La production de sciage a été estimée à 87 690 m³ de 1941 à 1952* [Traduction] (Berry & Musgrave 1977, cité par Dolisca, 2005).

Après la déclaration de faillite de la SHADA en 1952, le régime dictatorial des DUVALIER a continué l'exploitation, soit au début des années 80 (Gilbert, 2012). Après la chute de la dictature, des domaines ont été données au fermage à des exploitants d'horizons différents.

Il est très difficile de retracer l'évolution de la population à l'intérieur du Parc, les recensements réalisés n'ont pas tous considérés une même délimitation spatiale. Toutefois certaines données importantes ont été obtenues :

³ Les Cacos étaient des hommes armés, issus de la population esclave d'Haïti. Ils habitaient dans les régions montagneuses et exerçaient leur pouvoir après l'indépendance haïtienne de 1804. Le surnom de "cacos" a été un terme local utilisé pour désigner le trogon damoiseau « *Priotelus roseigaster* », oiseau à plumes rouges endémiques à Haïti et à la République dominicaine, parce que les insurgés se cachaient, comme l'oiseau, sous les feuilles pour attaquer leur ennemi de manière inattendue.

- Un recensement réalisé par CFET (1997), a estimé la population de la zone à 30 600 habitants répartis en 4 033 ménages. Ce travail a été réalisé dans 51 localités touchant les parties Est et Ouest du territoire ;
- 9 538 habitants ont été identifiés lors d'une enquête socio-économique réalisée par BEAS en 1985. 17 localités ont été prises en compte lors de ce recensement ;
- Une autre étude très sommaire réalisée en 1997 a fourni une estimation de 11 500 habitants, ce qui est largement supérieur aux estimations précédentes. Cette étude a considéré Savane Zombi, Ti Maché (Forêt des Pins), Oriani et Gros Cheval dans leur étude, ces localités n'étant pas rattachées au territoire de l'Unité 2 de la Forêt des Pins, a créé un problème dans l'estimation de l'évolution de la population ;
- La plus récente étude socio-économique réalisée par Helvetas (2013), estime la population de l'Unité 2 de la Forêt des Pins à 59 300 habitants répartis dans 10 000 ménages.

3. METHODOLOGIE

3.1. Description de la zone d'étude

Cette section contient des informations relatives à la description de l'Unité 2 de la Forêt des Pins du point de vue physique, biologique et légal.

3.1.1. Cadre physique

3.1.1.1. Situation géographique et délimitation administrative

La forêt des Pins occupe une partie du Morne des Commissaires, adjacent à la République Dominicaine (Ministère de l'Environnement & HELVETAS, 2017). Elle est constituée de deux (2) Unité : l'Unité 1 à l'Est et l'Unité 2 à l'Ouest. Les deux forment l'aire protégée de la Forêt des Pins, qui est l'une des aires protégées du Pays dont l'ensemble représente environ 6,28% du territoire, « soit 681,61 km², aires protégées terrestres et marines confondues » (Ministère de l'Environnement, 2016).

L'Unité 2 de la Forêt des Pins, se situe entre les coordonnées géographiques suivantes : 72° 04' 22" de longitude Ouest et 18° 21' 59" de latitude Nord. Localisée au Sud-est du pays, sur la carte ci-dessous elle est représentée par une boule noire.



Figure 3 : Localisation de l'Unité 2 de la Forêt des Pins
(CNIGS, 2013. modifiée).

Cette carte présente l'ensemble des aires protégées d'Haïti, dont la Forêt des Pins indiquée par la flèche en rouge, l'Unité 2 est à l'Ouest représentée par le point noir

L'Unité 2 de la Forêt des Pins se situe dans le Massif de la Selle, qui est la plus grande chaîne de montagne du Pays. Les deux unités de la Forêt des Pins et le Parc National Naturel La Visite forment les deux (2) unités forestières de ce massif. L'Unité 1 a une superficie de 4 780,57 ha et un périmètre de 44,95 Kilomètres, l'Unité 2, une superficie de 14 000 has et un périmètre de 73,86 Kilomètres et le Parc La Visite une surface de 3000 ha. Chacune est gérée de manière indépendante. La figure suivante présente la situation spatiale des deux (2) unités au niveau du Massif de La Selle.

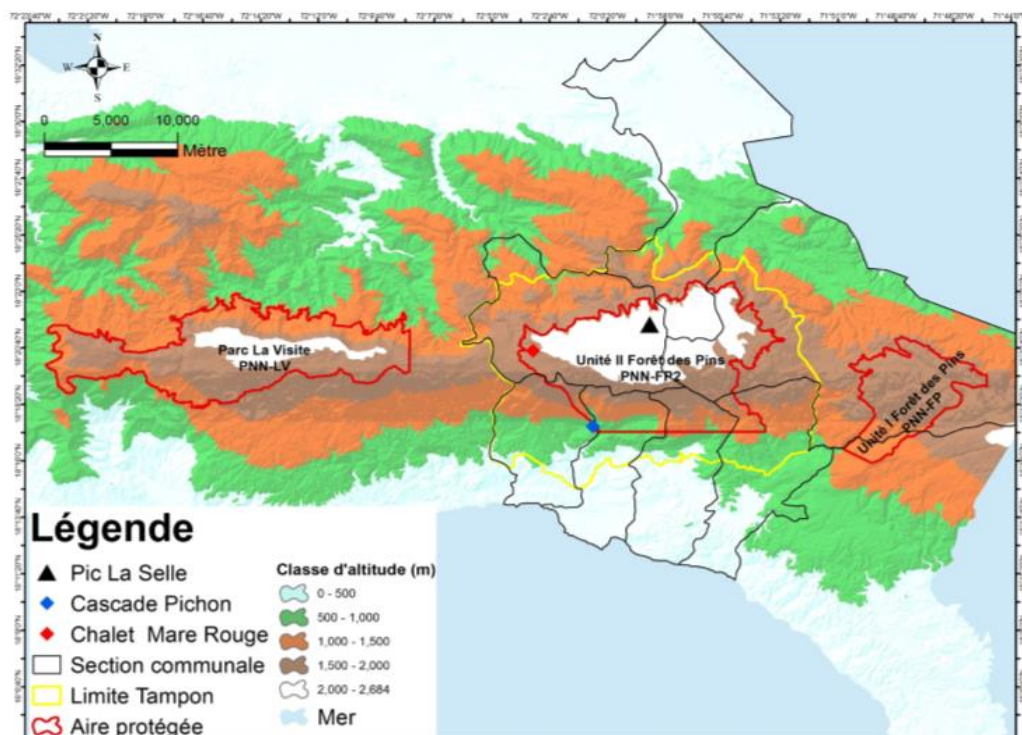


Figure 4 : Localisation de l'Unité 2 de la Forêt des Pins dans le Massif de la Selle (DDC/HSI, s.d.)

Haïti compte dix (10) départements, l'Unité 2 s'étend sur deux (2) d'entre eux : l'Ouest et le Sud-Est, et s'établit sur Cinq (5) communes : Croix des Bouquets, Fonds Verrettes, Belle Anse, Ganthier, Grand-Gosier. Onze (11) sections communales⁴ se rattachent à l'Unité 2, la plus importante est la 2^{ème} Belle Fontaine qui représente à elle seule plus de 1/3 du Parc. La figure 5 ci-dessous montre les délimitations administratives.

⁴ La section communale, l'équivalent d'une « commune » en Belgique ou en France, représente la plus petite division administrative d'Haïti ou encore celle la plus proche du citoyen. Elle est dirigée par le Conseil d'Administration de la Section Communale (CASEC) et l'Assemblée de la Section Communale (ASEC).

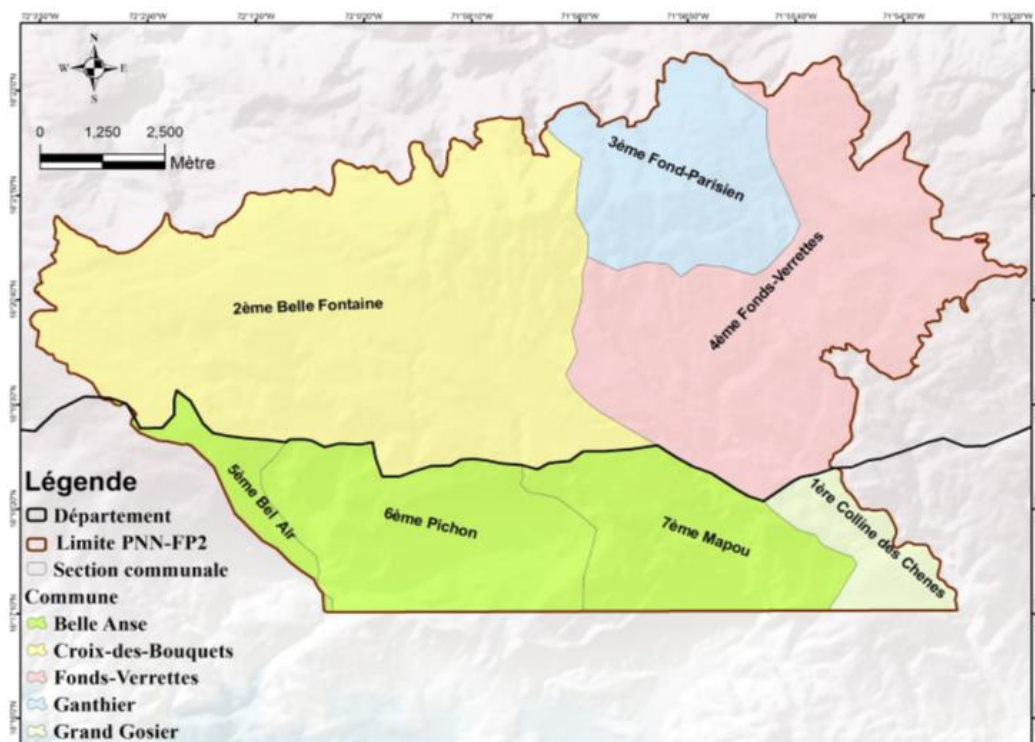


Figure 5 : Délimitation administrative de l'Unité 2 de la Forêt des Pins (DDC/HSI, s.d.)

3.1.1.2. Climat

A. Température

La température annuelle moyenne est de 14 degrés Celsius avec des minimums pouvant descendre en dessous de zéro degré la nuit entre Décembre et Février. L'amplitude journalière est de l'ordre de 5 à 8 degrés Celsius (Ministère de l'Environnement & HELVETAS, 2017).

B. Pluviométrie

La pluviométrie annuelle moyenne oscille entre 1600 et 2000 mm, parfois les précipitations annuelles atteignent 2500mm. Le régime pluviométrique est sous l'influence des vents dominés par le système des alizés (NE-SE) en provenance de la mer des Caraïbes (Scylla, sd).

On distingue deux (2) grandes saisons au niveau de l'année : Deux Saisons pluvieuses : Une petite (Mai-Juin) et une grande (Aout-Octobre) séparées d'une période de sécheresse en Juillet, et une autre saison sèche (Décembre-Mars) (Scylla, s.d.). La figure 6 ci-dessous montre la pluviométrie moyenne mensuelle au niveau de la zone.

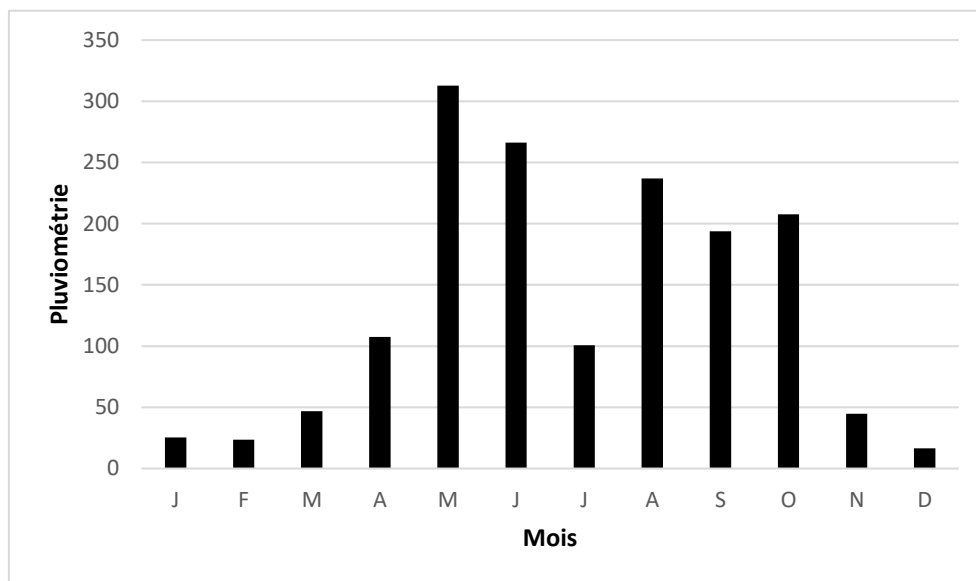


Figure 6 : Pluviométrie moyenne mensuelle de la Forêt des Pins sur 10 ans (1979-1988)
(Scylla, s.d.)

3.1.1.3. Relief et pédologie

L'Unité 2 de la forêt des Pins est située entre 1 500 et 2 680 mètres d'altitude. Elle présente un relief très accidenté formé d'une succession de montagnes, monticules, collines abruptes, de plateaux, de vallées, de ravines (Scylla, s.d.). Le paysage est caractérisé par la présence de calcaires karstiques comme roche mère. Les sols de l'Unité 2 de la forêt des Pins sont majoritairement calcaires. D'après HELVETAS, (2013), « on y rencontre quelques alluvions détritiques et des roches volcano-sédimentaires sur moins de 10% de la superficie totale de la forêt. La zone centrale est formée à plus de 90% de calcaire dur et un peu de calcaire marneux avec des traces de roches volcano-sédimentaires rencontrées dans la partie nord ».

Les sols forestiers sont superficiels, argilo-limoneux, riches en matières organiques. Ces sols présentent un pH alcalin à légèrement acide (7.2-6.5). L'épaisseur de la couche arable sous les peuplements de feuillus, varie de moins de 10 cm à plus de 60 cm. Sous les peuplements de Pins, L'épaisseur varie entre 10 et 30 cm. (Scylla, s.d.). Plus de 60% de la superficie totale de l'Unité 2 de la forêt des Pins a une pente inférieure à 30%. Les faibles pentes sont retrouvées dans la partie centrale. La partie Nord, est constituée de zones très accidentées. La région Sud est constituée d'altitudes allant jusqu'à 1 500 mètres.

3.1.1.4. Hydrologie

La rivière Pichon, la rivière Grise et la rivière Blanche sont les trois (3) principaux cours d'eau connectés à l'Unité 2 de la forêt des Pins. Les principales ravines issues de la forêt sont : La ravine Pintade, « Bwa Dime », « Ti Kwoke », les ravines Gue et Dyol nwè. L'écoulement des

eaux est en grande partie souterrain, des résurgences sont exploitées pour abreuver le bétail et l'alimentation en eau de la population (Scylla, s.d.).

3.1.1.5. Occupation du sol

D'après Scylla, deux modes d'occupation de sols ont été établis pour l'Unité 2 de la forêt des Pins, la plus ancienne date des années 2003 et subdivise la zone en quatre (4) grandes zones d'occupation qui sont les suivantes :

- La partie Nord-est jusqu'au centre est occupée par la Pinède⁵, qui correspond à la zone centrale dans laquelle on trouvait plus de 84% de forêt. La zone centrale est formée à plus de 90% de calcaire dur et un peu de calcaire marneux avec traces de roches volcano-sédimentaires rencontrées dans la partie nord ;
- La partie Sud-est, zone d'Agroforesterie de basse altitude sur du sol brun humifère qui correspond aux anciennes plantations de café, de Falaise blanche et de Bodarie ;
- La partie sud-ouest, une zone de cultures intensives et de pâturages sur sol ferralitique et sur sol brun humifère en partie. Cette partie correspond à la zone de Savane Large, Chauderie, haut Bel-Air ;
- La partie Nord-ouest qui correspond à une zone montagneuse dans laquelle on pratique le maraichage ;

La seconde cartographie, la plus récente, datée de 2017 et présentée sur la figure 7 ci-dessous, montre une situation différente :

Quatre (4) grandes zones d'occupation du sol dominant le paysage de la zone centrale de l'Unité 2 de la Forêt des Pins :

- Des cultures agricoles sans couvert arboré (20%) ;
- De la végétation à dominance herbacée (18%) ;
- De la végétation arborée (40%) ;
- De la végétation arbustive (17%).

Si on considère ces deux derniers paysages, la végétation naturelle occuperait encore environ 57% de la superficie du parc. Cependant dans la zone tampon :

⁵ La Pinède est une plantation de Pins. Dans le cas de notre l'Unité 2 de la Forêt des Pins, la Pinède est l'un des écosystèmes dont le Pin local (*Pinus occidentalis*) est le seul arbre dominant de la strate arborée.

- La végétation arborée occupe seulement 11% de l'espace qui est principalement dominé par des cultures intensives et de la végétation herbacée ;
- La partie sud-est est occupée par une zone d'agroforesterie de basse altitude sur du sol brun humifère qui correspond aux anciennes plantations de café de Falaise Blanche et de Bodarie ;
- La partie Sud-ouest Une zone de cultures intensives et de pâturages sur sol ferralitique et sur sol brun humifère en partie.

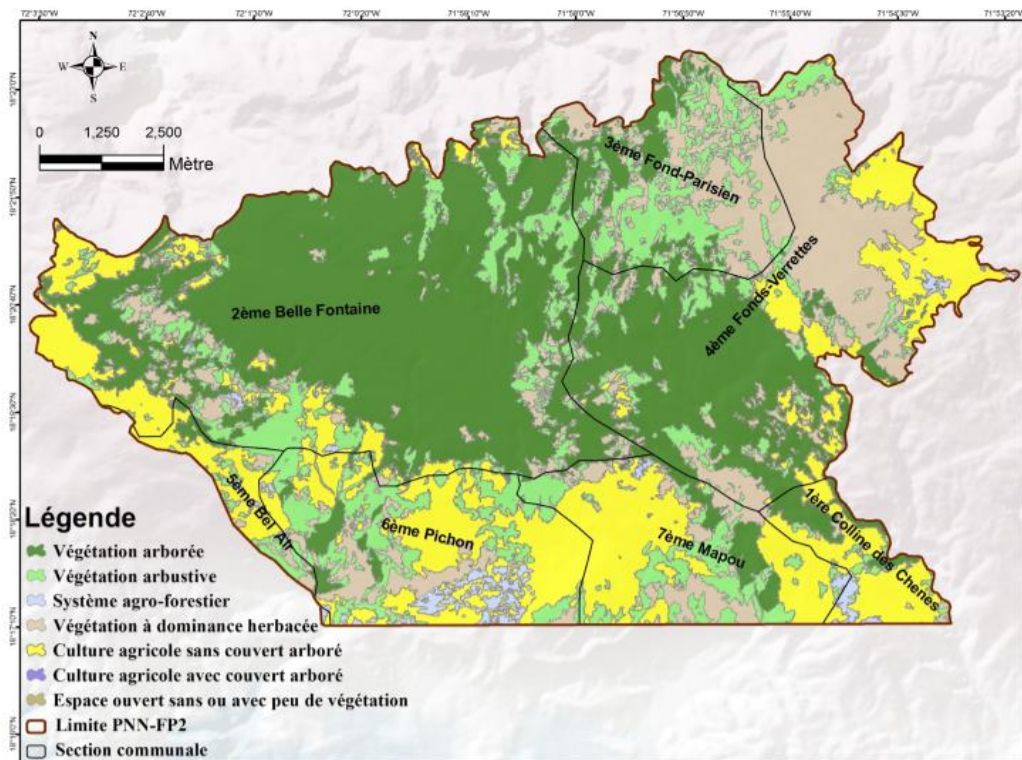


Figure 7: Carte d'occupation des sols de l'Unité 2 de la forêt des Pins
(Ministère de l'Environnement & HELVETAS, 2017)

Cette carte d'occupation a été réalisée dans le cadre de la rédaction du Plan de gestion quinquennal (2017-2022) de l'Unité 2 de la Forêt des Pins.

La seconde occupation datée de 2017 montre une réduction dans la superficie sous forêt de la zone centrale, mais cela peut être dû à l'augmentation de la surface totale de la forêt par l'arrêté de Janvier 2014, d'avantage de zones moins boisées sont intégrées dans la zone centrale.

3.1.1.6. Populations

Le nombre de ménages inventorié dans la zone centrale de l'Unité 2 de la Forêt des Pins entre 2014 et 2015 est de 741 et le nombre de personnes s'élève à 4 466 avec un taux moyen de 6,03 personnes par ménages (Alexis, 2015). La figure 8 montre la distribution de la population dans la forêt.

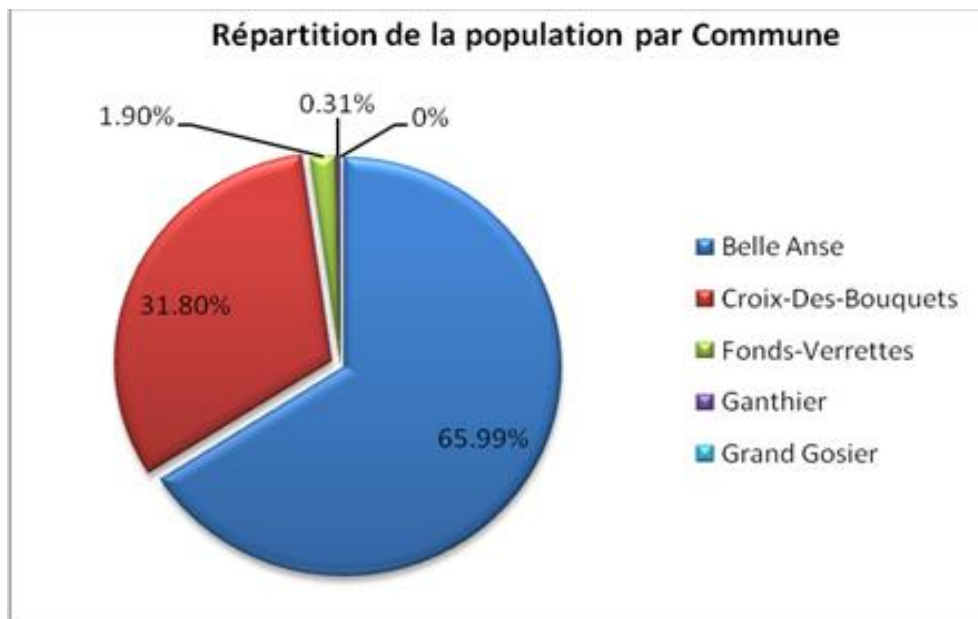


Figure 8: Répartition de la population par Commune
(Alexis, 2015)

Ces données ont été obtenues d'un travail d'enquête sur les ménages de l'Unité 2 de la Forêt des Pins entre 2014 et 2015

La commune de Belle-Anse à elle seule renferme plus de la moitié de la population vivant dans l'aire centrale de l'Unité 2 de la Forêt des Pins. Le nombre de personnes pourrait atteindre 4 843 en 2020 avec un taux de croissance de 1.6 (Alexis, 2015), supérieur au taux de croissance démographique du pays qui est de 1.57 (Dorvilier, 2010).

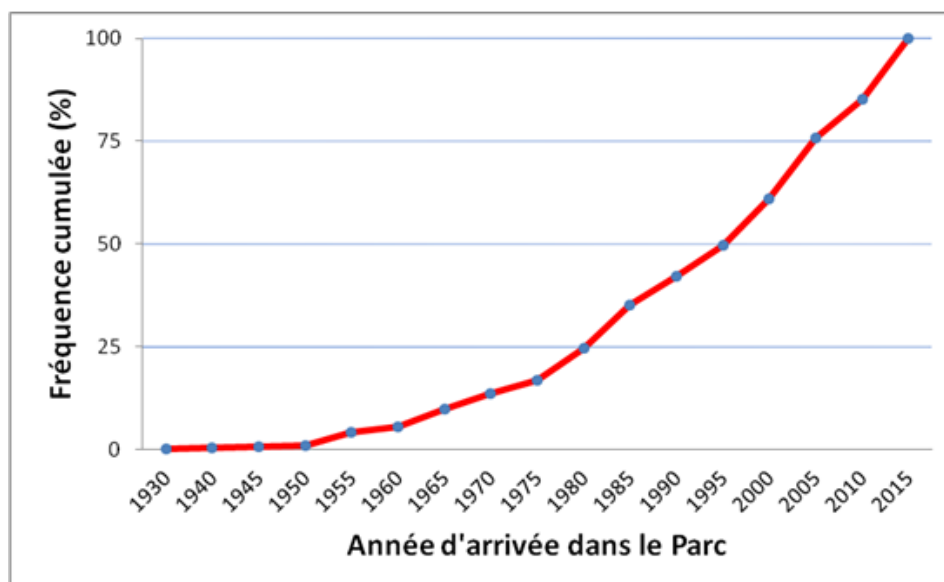


Figure 9: Evolution des ménages au cours des années.
(Alexis, 2015).

Ces données ont été obtenues du travail d'enquête sur les ménages de l'Unité 2 de la Forêt des Pins entre 2014 et 2015

3.1.2. Cadre biologique

3.1.2.1. Biodiversité

L'Unité 2 de la forêt des Pins présente une large diversité en termes d'écosystèmes et d'espèces, elle fait partie de La Selle qui a été désignée « Réserve de biosphère » en 2010 par l'UNESCO (Commission nationale haïtienne de coopération, 2012). Selon la classification d'Holdridge, cinq (5) zones de vie⁶ se trouvent dans l'Unité 2 de la forêt des Pins, elles sont représentées dans le tableau et la figure qui suivent :

Tableau 2 : Les cinq (5) zones de vie d'Holdridge au niveau de l'Unité 2 de la forêt des Pins

Zones de vie	Zone centrale	Zone tampon	Total
Forêt de montagne très humide	4937,41	68,52	5005,93
Forêt humide	0	1691,94	1691,94
Forêt humide de montagne basse	0	922,94	922,94
Forêt pluvieuse	320,16	3940,45	4260,61
Forêt pluvieuse de montagne basse	8742,96	12520,53	21263,45

Source : Ministère de l'Environnement & HELVETAS, 2017

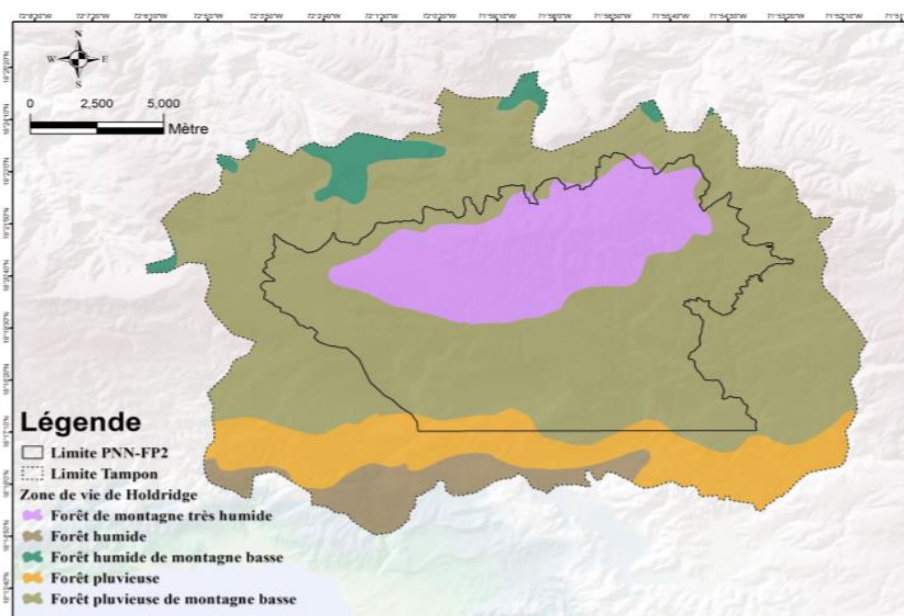


Figure 10: Les zones de vie d'Holdridge dans l'Unité 2 de la Forêt des Pins
(Ministère de l'Environnement, HELVETAS, 2017)

⁶ « Les zones de vie sont la principale unité écologique de classification et définissent les conditions de fonctionnement des écosystèmes. Les zones de vie sont délimitées par la température, les précipitations, le taux d'évapotranspiration potentielle et l'altitude » [Traduction] (Lugo, et al., 1999).

Les informations sur la biodiversité végétale et animale de l'Unité 2 de la Forêt des Pins ne sont pas précises, tant sur le nombre d'espèces que sur la dynamique des espèces. Mais de nombreuses études de flore et de faune qui ont été réalisées au niveau du Massif de La Selle, ont démontré qu'il y a une grande diversité d'habitats spécifiques, d'espèces d'oiseaux et de plantes endémiques, et notamment d'espèces en danger d'extinction comme le Genévrier d'Ekman (*Juniperus ekmanii*). Le *Pinus occidentalis* est avec deux espèces de Genévriers, dont le *Juniperus ekmanii*, les trois (3) conifères endémiques d'Haïti (Ministère de l'Environnement, 1998).

3.1.3. Cadre institutionnel et légal

En Janvier 2014, l'Unité 2 de la forêt des Pins a été désignée « Parc National Naturel⁷ » par un arrêté présidentiel. En tant que Parc National qui se rattache au réseau national des Aires Protégées d'Haïti, elle doit désormais bénéficier de l'appui directe de l'ANAP, l'organe exécutif du SNAP dont sa mission est de conserver, créer et gérer les différentes catégories d'aires protégées, de les mettre en valeur dans une perspective de développement durable et harmonieux sur le plan social et économique des communautés locales (Hilaire, 2009). La structure de gouvernance du Parc est présentée sur la figure 11 ci-dessous.

- Localement, le Parc National Naturel de l'Unité 2 de la Forêt des Pins est gérée par une direction de Parc, placée sous la tutelle de l'ANAP. La Direction du Parc est constituée de deux (2) membres exécutifs : le Directeur et son assistant, c'est le représentant local des autorités centrales compétentes, c'est-à-dire l'ANAP et le Ministère de l'Environnement ;
 - Un Conseil de gestion qui couvre les onze (11) sections communales rattachées au Parc ; il est formé d'un comité directeur de neuf (9) membres et de plusieurs sous-comités ;
 - La Brigade de Surveillance des Aires Protégées (BEAS), rattachée à l'ANAP, encadre la formation des 33 agents de surveillance environnementale présents dans l'Unité 2 ;
- Les élus locaux (CASECs et ASECs), les organisations locales, nationales constituent les membres du Conseil de gestion.

⁷ Un Parc National Naturel fait partie de la catégorie 2 de la classification des aires protégées de l'IUCN, et est défini comme toute aire naturelle ou quasi naturelle mise en réserve pour protéger les processus écologiques de grande échelle, ainsi que les espèces et les caractéristiques des écosystèmes de la région, qui fournissent aussi une base pour des opportunités de visites de nature spirituelle, scientifique, éducative et récréative (IUCN, 2008)

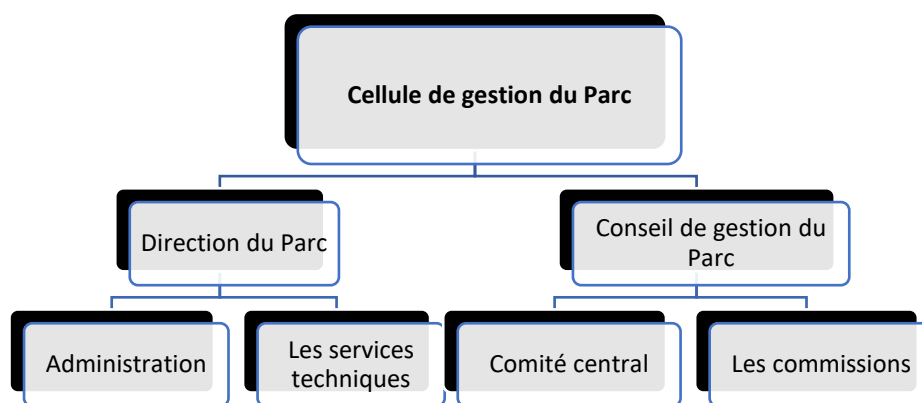


Figure 11 : Structure de gouvernance du Parc National Naturel de l'Unité 2 de la Forêt des Pins

Source : Ministère de l'Environnement & HELVETAS, 2017

L'Unité 2 de la Forêt des Pins étant un Parc National, sa gouvernance est régie par un ensemble de lois. Ces lois appuient la protection des Parcs d'Haïti et l'environnement d'une manière générale.

Le Chapitre 3 de la Constitution de 1987 d'Haïti comprend des articles qui sont entièrement consacrés à l'environnement, ces articles précisent, le rôle des Parcs et des forêts comme cadre naturel de vie, la fonction de l'Etat et les sanctions aux contrevenants ; citons entre autres :

La Constitution d'Haïti de 1987 :

Article 254 : L'Etat organise la mise en valeur des sites naturels, et assure la protection et les rend accessibles à tous.

Article 257 : La loi détermine les conditions de protection de la faune et de la flore. Elle sanctionne les contrevenants.

Le code rural de l'ex Président Duvalier (Ministère de la Justice, 1984), comporte des règles ayant rapport avec certaines activités sources de perturbations au niveau de la forêt :

Relatif à l'élevage libre

Article 84 : L'élevage libre est aboli sur tout le territoire de la République. Tout pâturage sera clôturé. Les clôtures des pâturages seront faites de haies vives, de pieux en bois accolés ou de ronces métalliques supportées par des pieux ou une haie vive.

Article 88 : Il est également interdit de laisser vaquer librement les animaux [...] dans les zones réservées et les forêts [...].

Relatif aux feux de forêts

Article 375 : Ceux qui auront causé ou provoqué des incendies de forêts seront sur procès-verbal du Garde Forestier ou de l'Agent de Police Rural compétent, punis en Justice de Paix

d'une amende de 15 à 25 gourdes, ce qui équivaut à 0,20 à 0,33 euro (au taux de 2018) et d'un emprisonnement de trois à dix jours. En cas de récidive l'amende et l'emprisonnement seront doublés.

3.2. Méthodes

3.2.1. Prééchantillonnage

Cette étape consiste à préparer la phase de l'échantillonnage, elle a été mise au point en fonction de la méthode d'échantillonnage qu'on aura appliqué. Un long transect d'environ 5 km a été effectué, cette ligne continue peut-être observée sur la figure 12 à la page 33. La méthode des transects a été utilisée lors des travaux sur la forêt de Tapia au Madagascar pour la caractérisation des types de perturbations anthropiques par Rakotondrasoa *et al.*, (2013). La ligne de transect a été tracée en fonction de la disposition des ménages et la présence de végétation partant d'un point le plus bas vers un point plus élevé afin de faciliter les observations. Le prééchantillonnage a deux raisons d'être : D'une part de valider les inventaires participatifs réalisés à l'aide des focus groupes, (ce point est développé dans la section 3.2.3), et d'autre part de diviser notre zone à échantillonner en strates homogènes. La validation des résultats des focus groupes a été effectué en observant les signes de perturbations sur la ligne du transect. Pour la stratification, on a noté des différences très visibles au sein de la végétation, ces différences nous ont permis de subdiviser le milieu en deux (2) strates ou stations : La Pinède et la végétation latifoliée, représentées sur les photos 1 & 2 ci-dessous :



Photo 1 : Strate de la Pinède

Unité 2 de la Forêt des Pins, (Photo : MEZARD C., Mars 2018)

Ce type de végétation s'établit sur des sols dont l'épaisseur varie entre 10 et 30 cm (Scylla, s.d.). Elle est constituée d'une combinaison de peuplement de Pins et d'espèces arbustives et herbacées formant le sous-bois. Le *Pinus occidentalis* est l'espèce dominante, d'où vient le mot « Pinède ».



Photo 2 : *Strate de la végétation latifoliée*

Unité 2 de la Forêt des Pins (Photo : MEZARD C., Mars 2018)

Cette strate est caractérisée par des espèces à feuilles larges, les espèces arbustives et herbacées dominant. *Dydimopanax tremulum* est l'espèce arborée caractéristique de ce type de végétation. L'épaisseur de la couche arable sous les peuplements de feuillus, varie de moins de 10 cm à plus de 60 cm (Scylla, s.d.). Retrouvée sur du calcaire karstique qui sont des endroits favorables à la conservation de l'humidité, ce type de végétation recèle une diversité floristique et faunique significative (Ministère de l'Environnement & Helvetas, 2017).

3.2.2. Echantillonnage

La méthode d'échantillonnage réalisée est en partie celle utilisée lors des travaux de Rakotondrasoa *et al.*, (2013) pour mesurer des types de perturbations anthropiques des peuplements de *tapia* dans la commune d'Arivonimavo au Madagascar : La méthode des transects et des placettes. La méthode consiste à établir des lignes de transect dont la longueur est définie, tout au long desquelles sont situées des placettes en vue d'identifier et de comparer les indicateurs de perturbations anthropiques, son but étant d'identifier les principaux types de perturbations d'origine humaine et de déterminer leur fréquence. Cette méthode a été adaptée en fonction de la réalité de l'Unité 2 de la forêt des Pins : les localités étant nombreuses et les

ménages dispersés au niveau de la forêt, il a été impossible de situer des lignes de transect autour d'une communauté à l'intérieur desquelles on distribue les placettes. Pour résoudre ce problème, comme on a effectué un long transect lors du prééchantillonnage et identifié deux strates, on a distribué de façon aléatoire les quadrats au sein de ces deux (2) strates.

Au total, on a établi 451 quadrats de 10m de côté chacun, 286 dans la pinède et 165 dans la végétation latifoliée. Dans ces quadrats, nous avons collecté des informations sur l'absence-présence des types de perturbation en fonction des indicateurs présentés dans le tableau 3 à la page 34, et mesuré le diamètre des Pins, ce dernier paramètre aura permis de calculer la surface terrière. Comme nous l'avons justifié dans l'introduction, nous avons tenu compte du diamètre des « Pins » car c'est l'unique arbre dominant de la Pinède et l'espèce cible de nombreuses activités d'exploitation. Au niveau des latifoliées, il existe plusieurs espèces d'arbres qu'il serait difficile d'appréhender en fonction de l'intervalle de temps alloué au travail de terrain.

Notre méthode d'échantillonnage répond aux deux (2) critères les plus importants pour l'établissement des relevés de végétation :

❖ **Dimensions adéquates**

10m*10m des quadrats a été l'ordre de grandeur préconisé dans la méthode de Rakotondraso, 2013, pour les inventaires des perturbations anthropiques.

❖ **Uniformité de l'habitat**

On a deux strates : La Pinède et Les Latifoliées

D'après Gillet, (2000), la subjectivité doit être un élément fondamental dans la réalisation des relevés : « [...] Les relevés ne sauraient être réalisés au hasard.] » ; « Il est préconisé d'organiser une stratification »

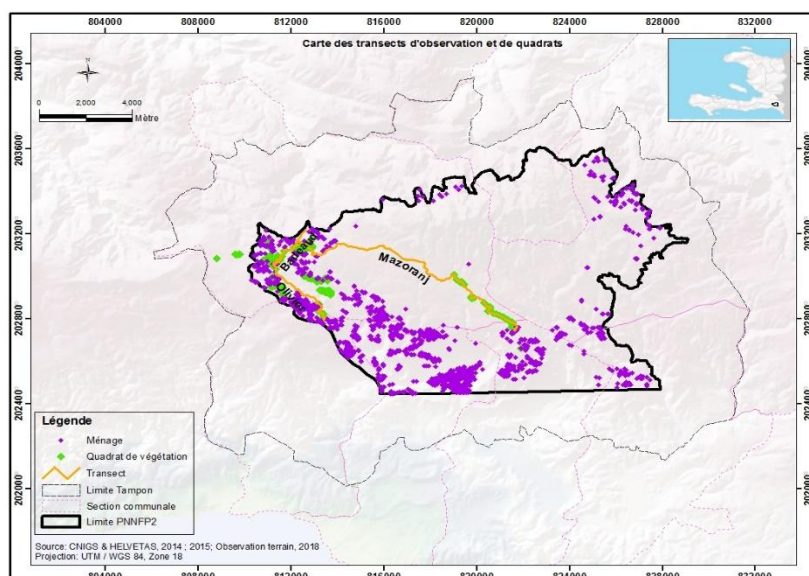


Figure 12: Ligne de Transect et distribution des quadrats au niveau des strates
(Alexis, Yves André & Mézard, Claudy, 2018)

Cette carte a été réalisée en Juin 2018 en utilisant le logiciel de cartographie ArcGis. Les données de base sont les points GPS des différents quadrats qui ont été intégrés sur la couche des ménages de l'Unité 2 de la Forêt des Pins.

3.2.3. Typologie des perturbations anthropiques et indicateurs

La typologie est une étape importante dans la détermination des facteurs anthropiques de dégradation. Selon (Chevrier, 1996 ; Blanc-Pamard *et al.*, 2003 ; Kull *et al.*, 2005, cité par Rakotondrasoa, 2013), la typologie basée sur la revue de littérature est la première étape dans l'identification des indicateurs de dégradation. La typologie des perturbations anthropiques susceptibles d'affecter l'Unité 2 de la Forêt des Pins a été présentée à la Population pour modification ; c'est l'approche participative de la méthode. Pour cela, des focus-groupes ont été réalisés. Les focus-groupes ont permis également d'avoir les éléments descriptifs des perturbations et un classement participatif en fonction des critères *perceptions des gens sur les dégâts sur le terrain* et *pourcentage de gens qui participent dans les activités de perturbations*, cela a permis d'avoir une idée sur la manière dont les gens perçoivent les perturbations. Les échantillons ont été prélevés dans vingt-quatre localités regroupées en Onze (11) groupes en fonction de leur niveau de rapprochement. Les centres des Focus groupes sont présentés sur la figure 13.

Les différents types de perturbation considérés sont ceux identifiés dans les pays tropicaux particulièrement la commune rurale d'Arivonimamo au Madagascar (Rakotondrasoa *et al.*, 2013), complétés avec d'autres retrouvés dans les peuplements de Pins. La fiche de l'orientation des discussions des Focus-groupes est présentée dans le tableau en Annexe 1. Les photos 3 & 4 montrent la réalisation des Focus-groupes.

Tableau 3 : Perturbations anthropiques et Indicateurs soumis au Focus-groupe

Types de perturbations	Indicateurs ou signes de perturbation
1. Coupe	Présence de souches d'arbres.
2. Agriculture	Présence de parcelles cultivées, résidus de culture, Traces de travaux du sol (buttes, billons, etc.).
3. Feux de végétation	Observation de troncs brulés, de traces noires, cendres, etc.
4. Gemmage	Traces de blessures sur les Pins, coulée de résine.
5. Invasion des espèces de reboisement	Observation d'arbres exotiques introduits.
6. Fabrication de chaux	Présence de sols nus, poudre de calcaire.
7. Récolte de produits forestiers non-ligneux	Absence du sous-bois, vente au marché
8. L'élevage libre	Présence d'animaux en liberté ou à la corde, présence de crottes
9. Charbon de bois	Présence de cendres, bois empilés, morceaux de charbon de bois

Ce tableau est réalisé à partir des données issues des travaux de Rakontondrasoa *et al.*, (2015), sur des perturbations anthropiques observées dans une forêt tropicale de Tapia au Madagascar, et complété avec d'autres types de perturbations retrouvés dans les peuplements de Pins et au contexte de la Forêt des Pins, comme le gemmage et la fabrication de Chaux

Les types de perturbation identifiés ont été soumis aux participants afin de déduire une première classification dite *participative* des types de perturbations principaux qui affectent l'Unité 2 de la Forêt des Pins. Les critères ont été présentés séparément aux focus groupes sans pondération. Les participants ont alors proposé deux classements. Pour effectuer le classement final, on aurait appliqué une pondération 70-30 : Niveau de dégâts estimés (70%), et le taux de participation des gens à 30%. La logique est que nous cherchons les perturbations les plus fréquentes, et l'intensité des dégâts renseigne sur la fréquence et vice versa. D'autre part, certaines activités de perturbations peuvent être pratiquées par une portion importante de la population, mais restent moins dégradantes que d'autres réalisées par une plus petite quantité de gens, le cas de la collecte des plantes médicinales sauvages par exemple.



Photo 3 : Séance de discussions de Focus-groupe en plein air, Badaud, Unité 2 de la Forêt des Pins
(Photo : MEZARD C., Avril 2018)



Photo 4 : Animation d'un Focus-groupe
(Photo : MEZARD C., Avril 2018)

La taille de l'échantillon pour l'ensemble des focus-groupes est de 384. Les personnes qui constituent les groupes ont été choisies en fonction de leur niveau d'implication dans les différentes activités d'exploitation ou de gestion de la forêt et sont : les maraichers, les éleveurs, les exploitants de bois, les agents du corps de surveillance environnementale, les autorités locales : CASECs et ASECs.

Tableau 5 : Répartition des échantillons dans les Focus groupes/Zones tampons

Zones tampons						Total
Mare-Letan	Mare-Blanche	Bois Paul, Tèlonj	Pays Pourri	Gros Cheval	Mazoranj	
35	35	35	35	35	35	210

3.2.4. Inventaire de terrain

451 quadrats au total ont été établis au niveau des deux strates, avec 286 quadrats au niveau de la Pinède et 165 au niveau de la strate des latifoliées. La distribution des quadrats au niveau des strates s'est faite aléatoirement. Le nombre total de quadrat et la taille minimale ont été déterminés en fonction de la littérature.

Tableau 6: Répartition des quadrats dans les deux grands types de végétation

Type de végétation	Nombre de quadrats
Pinède	286
Latifoliées	165
Total	451

3.2.4.1. Analyse de la fréquence des perturbations anthropiques

Pour chaque quadrat, nous avons noté la fréquence des types de perturbations qui sont observés à l'aide des indicateurs présentés dans le tableau 3. Une fois complété, on aura obtenu un tableau d'absence-présence des types de perturbations. Le format du tableau d'absence-présence est présenté dans les Annexes 2 & 3. Les variables nominales 'Oui' 'Non' ont été converties en variables ordinales pour faciliter les traitements avec des logiciels statistiques.

3.2.4.2. Analyse du DHP et de la surface terrière

On a noté le DHP avec un ruban métrique, soit à 1.30m du sol de tous les arbres ayant un $DHP \geq 5\text{cm}$ ainsi que la quantité de tous les arbres au niveau de chaque quadrat, voir la photo 6.

La surface terrière est un paramètre important, car il est un indicateur du renouvellement des futaies irrégulières (Cordonnier *et al.*, 2007), et des niveaux de compétitions. Les futaies irrégulières sont un système où les peuplements forestiers sont divisés en plusieurs classes

d'âge. La surface terrière sera calculée à partir du diamètre d : $g = \pi d^2/4$. Les arbres dont le diamètre est inférieur à 5cm ont été comptés dans un carré moins grand (1m*1m). L'illustration est donnée sur la photo 5.



Photo 5 : *Quadrats au niveau d'un peuplement de la Pinède*

Un quadrat de 10m*10m pour évaluer les arbres adultes et un quadrat plus petit d'1m*1m pour les plantules de Pins. Cette image a été prise lors de l'Etude de la végétation caractéristique de l'Unité 2 de la Forêt des Pins en 2013. (Photo : MEZARD C., Juillet 2013)



Photo 6 : *Mesure du DHP d'un Pin (Pinus occidentalis)*

Unité 2 de la Forêt des Pins. (Photo : MEZARD C., Mai 2018)

3.2.5. Traitement des données

Pour l'évaluation des fréquences des types de perturbation, nous avons utilisé le test de Friedman avec le logiciel SPSS qui a permis de voir s'il y a une différence significative ou non entre les fréquences. Selon (Dagnélie, 1978), ce test permet normalement de vérifier si les valeurs des échantillons sont différentes de celles d'autres échantillons, c'est un test non-paramétrique. Nous avons également utilisé un test post hoc toujours à l'aide du logiciel SPSS

pour comparer les types de perturbation deux à deux afin de déterminer quel (s) type (s) de perturbation (s) est ou sont différent (s) des autres.

Dans un troisième temps, a été réalisé un test χ^2 d'indépendance encore appelé analyse des correspondances multiples avec le logiciel SPSS afin de voir les relations d'association entre les perturbations.

4. RESULTATS ET INTERPRÉTATIONS

4.1. Résultats de la typologie des Perturbations

Le tableau 7 présente les sept (7) types de perturbations anthropiques qui ont été validés lors des Focus groupes. Deux (2) types de perturbation n'ont pas été jugés pertinents pour le contexte de la forêt : La récolte de produits forestiers non-ligneux et les espèces de reboisement. Selon la population, les nouvelles espèces introduites n'affectent pas la zone protégée car elles ont été plantées proche des habitations comme lisières. La collecte de fruits sauvages tels que le mûr sauvage (*Rubus spp*), le fraisier des bois (*Fragaria vesca*) se fait par un petit groupe de transformateurs et de façon saisonnière. Ces résultats ont aussi été validés par le prééchantillonnage dont l'un de ses objectifs était d'identifier le long du transect les types de perturbations. Tous les indicateurs des types de perturbations présentés dans le tableau suivant ont été retrouvés. Des espèces d'arbres exotiques n'ont pas été identifiés au niveau des deux (2) strates. Au marché, n'a pas été observé la vente de fruits sauvages frais ou en confitures, quoique c'était la période de production.

Tableau 7: Résultats de validation des types de perturbation et indicateurs

Types de perturbations	Indicateurs ou signes de perturbation
1. Coupe	Présence de souches d'arbres
2. Agriculture	Présence de parcelles cultivées, résidus de culture
3. Feux de végétation	Observation de troncs brûlés, de traces de cendres
4. Gemmage	Traces de blessure sur les troncs, coulée de résine
5. Fabrication de chaux	Présence de sols nus, poudre de chaux, bois empilés
6. L'élevage libre	Présence d'animaux en liberté ou à la corde, présence de crottes, de cordes
7. Charbon de bois	Présence de cendres, bois empilés, morceaux de charbon de bois

Résultats des Focus groupes sur l'inventaire participatif et validés par le prééchantillonnage
Unité 2 de la Forêt des Pins, Mars 2018

Ces différents types de perturbations sont propres à l'Unité 2 de la Forêt des Pins et sont illustrés à l'aide de photos dans les pages qui suivent

4.2. Aspects descriptifs des types de perturbations identifiées

Ces éléments de description ont été obtenus suite aux échanges réalisés dans les Focus groupes sur les perturbations, et complétés par les observations de terrain.

4.2.1. Le feu de végétation

Les incendies enregistrés sont de deux types : involontaire et criminel. Beaucoup d'agriculteurs pratiquent l'agriculture sur brulis, ce qui est souvent à l'origine des incendies, le feu s'échappe des parcelles et incendie la forêt. Comme c'est observé sur la photo 11 ci-dessous, tous les pieds de Pins sont morts, y compris la végétation herbacée après une incendie. Des cas d'imprudences (jets de mégots), et beaucoup d'autres causes raisons ont été soulevées comme la mise à feu pour se frayer des chemins, etc.



Photo 7 : Feu dans un peuplement de Pins

Unité 2 de la Forêt des Pins. (Photo : MEZARD C., Mai 2018)

4.2.2. Le gemmage

Le gemmage est la collecte de morceaux de bois résineux des Pins qui sont utilisés comme allume-feu par les ménages. Pour gemmer, les exploitants mettent du feu autour de l'arbre, ce qui provoquerait une concentration de la résine dans les parties inférieures du tronc d'après eux. Dans certains cas, ce feu s'échappe des arbres cibles et consument d'autres surfaces.

Les morceaux de bois résineux représentent source d'énergie utilisée par toute la population de la forêt ; ils sont coupés, puis vendus sur les marchés locaux et/ou acheminés vers des centres urbains. C'est une source de revenu pour les communautaires. Ci-dessous le témoignage d'un communautaire sur la pratique du gemmage.

Jean Exael Examon, 34 ans. Localité : Bois Paul : « [...] Du mardi au jeudi, mes compagnons et moi partions en groupe de dix personnes extraire du bois gras. C'était une activité très attrayante car elle permet de gagner un minimum de 500 gourdes par personne en moins d'une journée. Parfois, si l'arbre était assez gras, nous le coupions pour en extraire une quantité de bois qui pouvait être vendue pour une somme de 10 000 gourdes. Dans le cas où l'arbre n'était pas assez gras, on le laissait et on en coupait un autre. Cette méthode pouvait nous amener à couper jusqu'à cinq arbres par semaine. C'était une activité régulière qui se renouvelait de semaine en semaine. » [Notons que 500 gourdes=6.6 € et 10 000=133€, année 2018]



Photo 8 : *Le gemmage*

Unité 2 de la Forêt des Pins. (Photo : MEZARD C., Mai 2018)

4.2.3. L'élevage

Les animaux sont gardés à la corde ou en liberté. Ne disposant pas d'enclos pour le bétail, les éleveurs utilisent la forêt pour les paître et les ramènent la nuit dans de petites constructions faites en bois pour les protéger contre les chiens sauvages. Le gros bétail est constitué de bovins, caprins, d'ovins et d'équins, de porcins, et le petit bétail de basse-cour notamment les dindes et poules. Il existe plusieurs marchés régionaux de vente des animaux vivants ou abattus.



Photo 9 : *Troupeau de caprins à la corde dans une plantation de Pins*

Unité 2 de la Forêt des Pins. (Photo : MEZARD C., Mai 2018)

4.2.4. L'agriculture

Les cultures maraîchères sont les plus cultivées dans la région vu le climat frais de la zone et les conditions édaphiques qui sont propices. Les agriculteurs cultivent principalement le Choux (*Brassica oleracea* L.), la Pomme-de-terre (*Solanum tuberosum* L.), le Petit pois (*Pisum sativum* L.), la Carotte (*Daucus carota*, L.), le Poireau (*Allium porrum*), des cultures vivrières telles que les céréales : Maïs (*Zea mays* L.) et blé (la production est très faible). D'autre part, les agriculteurs cultivent le Persil (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss (syn. : *Petroselinum sativum*), le Thym (*Thymus vulgaris* L.) qui sont figurées parmi les cultures de rente de la zone. Toutefois les denrées cultivées varient avec les localités, en fonction de leurs potentialités. Les agriculteurs exploitent les espaces vides créés par la coupe des arbres pour cultiver les terres. La photo 10 montre une parcelle cultivée proche des maisons et la photo 11 une plantation de Maïs dans un espace vide créé dans la Pinède.



Photo 10 : Jardin de Pomme de Terre

Unité 2 de la Forêt des Pins. (Photo : MEZARD C., Mai 2018)

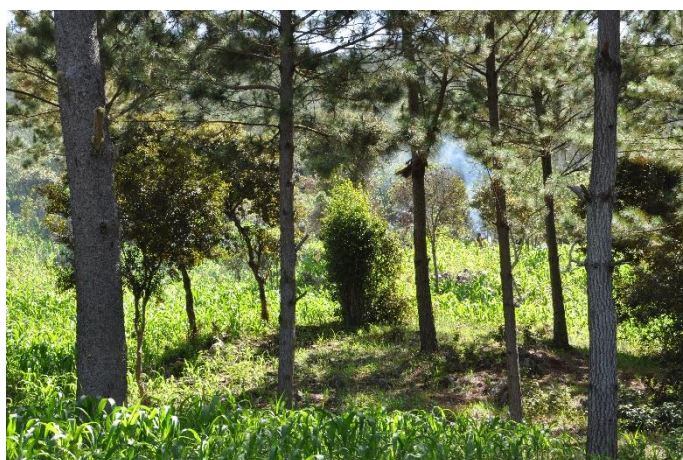


Photo 11 : Cultures de Maïs (*Zea mays*) dans une végétation de la Pinède

Unité 2 de la Forêt des Pins. (Crédit Photo : Camille, FLÜCKIGER., 2017)

4.2.5. La coupe d'arbres

La coupe des arbres comprend l'exploitation du bois d'œuvre et de chauffe. En fonction de l'utilisation par la population, les essences forestières sont divisées en deux catégories : Les essences exploitables à des fins de construction, pour la fabrication de meubles, dans ce groupe on trouve le Pin, les grands arbres des latifoliées comme le Bois Tremble (*Didymopanax tremulum* Krug & Urb.), etc..., et un autre groupe comprenant des essences à faible valeur, mais qui sont utilisées comme bois de chauffe ou pour faire des poteaux pour la construction des chaumières, dans cette nous avons le Bois bêt (*Rhus sp*), des espèces de fougères arborescentes du genre *Cyatea*, etc..



Photo 12 : Souche d'un jeune arbre au niveau d'un quadrat
Unité 2 de la Forêt des Pins. (Photo : MEZARD C., Mai 2018)

4.2.6. La fabrication de la chaux

Est une forme d'exploitation forestière qui consomme beaucoup de ressources ligneuses. Elle consiste à empiler des pierres en un tas disposées sur des morceaux d'arbres coupés. On met du feu aux morceaux de bois qui provoque l'éclatement et la calcination des roches. Il en résulte de ce processus une poudre blanche qui est utilisée en lieu et place du ciment comme liant dans les constructions de chaumières, de citernes et comme blanchisseur des murs et parterres. Les essences forestières utilisées sont les mêmes choisies comme bois d'œuvre, dont le Pin principalement. Cette pratique consomme une quantité élevée de bois. La quantité d'arbres coupés pour un poids donné de poudre de CaCO_3 n'a pas été déterminée.



Photo 13 : Bois empilés pour la fabrication de la Chaux
Unité 2 de la Forêt des Pins. (Photo : MEZARD C., Mai 2018)



Photo 14 : Poudre de Chaux
Unité 2 de la Forêt des Pins. (Photo : MEZARD C., Mai 2018)

4.2.7. Le charbon de bois

Dans le contexte de l'exploitation forestière par les ménages, le charbonnage peut être défini comme la pratique qui permet d'obtenir du charbon de bois à partir de la combustion du bois en milieu anaérobique. Elle s'obtient en empilant de la terre sur un tas de bois et d'y mettre le feu. La terre sert à contrôler l'incendie, c'est une combustion qui se fait en milieu contrôlé. On utilise de grands arbres, des arbustes ayant des morceaux de grands et de petits diamètres. Les charbons de bois réalisés dans la zone sont souvent vendus sur les marchés métropolitains.



Photo 15 : Culture de Depal (*Colocassia sp*) sur un site de fabrication de charbon de bois
Unité 2 de la Forêt des Pins. (Photo : MEZARD C., Mai 2018)

4.2.8. Inventaire et Classement participatif des perturbations anthropiques

Les deux (2) critères considérés ont été : Compréhension des dégâts et la quantité de personnes qui participent dans cette activité. Les participants ont proposé deux classements identiques dans tous les cas. Pour eux, cela signifie que les activités de perturbations que la majorité des exploitants exercent dans la région, sont également celles les plus impactantes.

Le classement est présenté dans les figures ci-dessous. Les données de base sont issues du dépouillement des fiches d'orientation des Focus-groupe, dont le modèle du tableau d'absence-présence est présenté dans les Annexes 2 & 3.

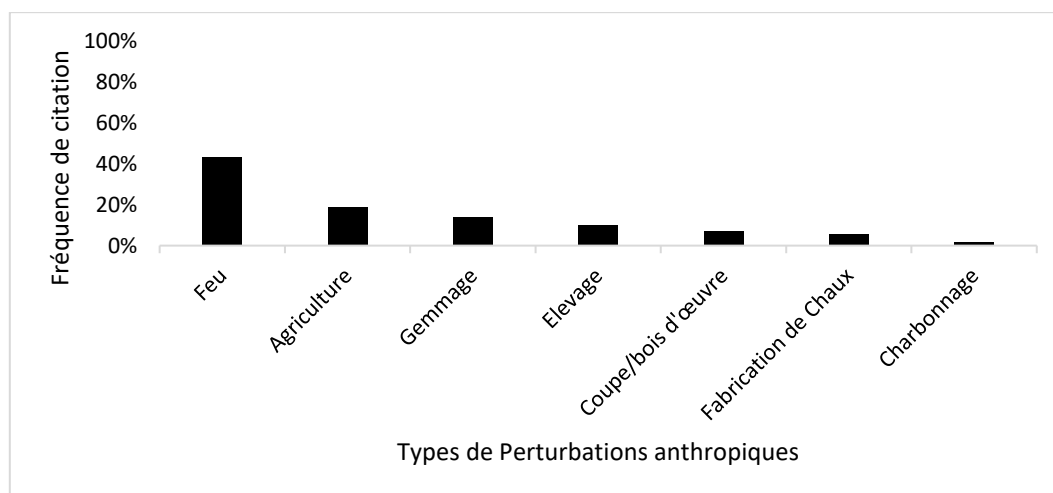


Figure 14: Classement participatif des types de perturbations anthropiques

Les données de base proviennent des focus groupes réalisés sur un échantillon de 384 personnes en fonction des critères « perceptions sur les dégâts sur le terrain » et « pourcentage de gens qui participe dans l'activité ». Unité 2 de la Forêt des Pins. MEZARD C., Mars-Avril 2018

43% des répondants ont choisi le feu comme perturbation principale au niveau de l'Unité 2 de la forêt des Pins, suivi par l'agriculture sous forêt, le Gemmage, l'élevage, la coupe, la fabrication de chaux et le charbonnage.

Ce classement tient compte de toute l'étendue de l'Unité 2 de la Forêt des Pins. La situation a été étudiée de façon plus détaillée en séparant les régions de la zone centrale de celles de la zone tampon. On a considéré les mêmes critères, mais en regroupant les gens en fonction de leur provenance. Les résultats sont présentés sur la figure 15 ci-dessous.

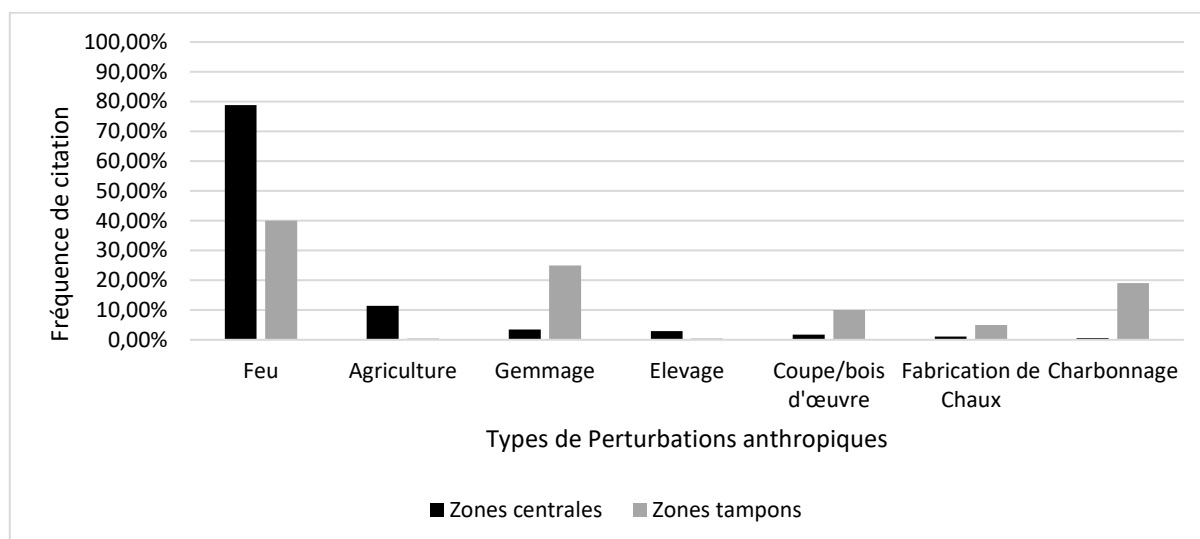


Figure 15: Classement des types de perturbations par région

Les données de base proviennent des focus groupes réalisés sur un échantillon de 384 personnes en fonction des critères « perceptions sur les dégâts » et « pourcentage de gens qui soit responsable ».

Unité 2 de la Forêt des Pins, MEZARD C., Mars-Avril 2018

Le feu reste le principal type de perturbation anthropique dans les zones centrale et tampon de la forêt pour 78,85% et 40% des interviewés respectivement. L'agriculture est en deuxième position dans la zone centrale avec 11,42% de répondants. Dans les zones tampons, le gemmage est en deuxième position dans le classement avec 24,75% de répondants et le charbonnage en troisième. Le charbonnage n'est pas pratiqué dans les zones centrales de la forêt.

4.2.9. Fréquence des perturbations sur le terrain

A l'aide des indicateurs définis, nous avons noté dans le tableau d'absence-présence en Annexe 2, la fréquence de chaque type de perturbation observé dans les quadrats. Le graphique ci-dessous montre les résultats de la distribution de fréquence des types de perturbations anthropiques identifiés.

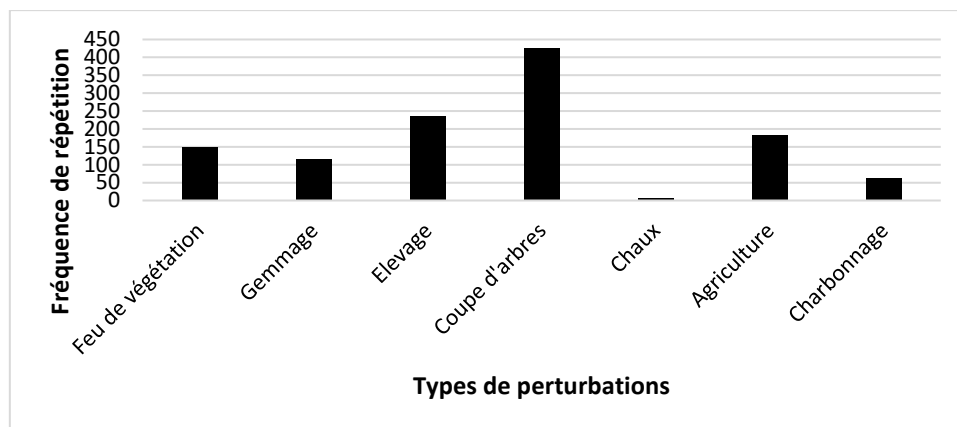


Figure 16: Fréquence d'observation des types de perturbations sur le terrain

Ce graphique est obtenu en calculant la fréquence de répétition des types de perturbations anthropiques au niveau des 451 quadrats. Les données sur la fréquence sont obtenues à partir de la grille présentée en Annexe 2, et les données sur les fréquences en Annexe 4.

Unité 2 de la Forêt des Pins. (MEZARD C., Mars-Avril 2018)

D'après cette figure, la coupe des arbres est plus fréquente au niveau des quadrats. En divisant la fréquence des coupes qui est de 412 par le nombre de quadrats qui est de 451, on obtient un ratio égal à 0,91, ce chiffre traduit que 91% des quadrats ont présenté des signes de coupe.

4.2.10. Analyse statistique de la distribution de fréquence des perturbations

A. Test de Friedman

Ce test non paramétrique a permis de voir si les fréquences sont significativement différentes. Voir en Annexe 5 toutes les données issues de l'analyse de Friedman. Les résultats du test sont présentés dans le tableau 8 qui suit :

Tableau 8 : Résultats du test statistique de Friedman sur la distribution de fréquence

Test^a

N	451
Khi-deux	1034,856
ddl	6
Signification asymptotique	,000

La signification asymptotique étant nul, l'hypothèse nulle est rejetée, c'est-à-dire qu'il y a une différence significative entre les médianes des trois variables, qu'il y a au moins une des 7 variables qui est différente des autres.

B. Test Post Hoc

Appelé aussi test de Wilcoxon apparié, ce test a permis, en comparant deux à deux les types de perturbations, de trouver celui ou ceux qui sont significativement différents. Les différents

tableaux appariés du test sont présentés en Annexe 6. Ils nous ont permis de construire le le tableau 9 qui suit.

Tableau 8: Résultats statistiques du test Post-hoc de comparaisons multiples des fréquences des perturbations anthropiques

Types de perturbations	Fréquence	
Coupe d'arbres	412	a
Elevage	220	bc
Agriculture	184	c
Feu de végétation	149	cd
Gemmage	117	d
Charbonnage	64	e
Fabrication de Chaux	7	f

Ces résultats ont été obtenus en comparant statistiquement les données de fréquence des types de perturbations sur le terrain en annexe 4 via le test post hoc de Wilcoxon apparié sur SPSS. Les fréquences ayant deux lettres différentes sont significativement différents, ceux qui sont affectés de lettres différentes ne le sont pas.

Selon le test apparié, la coupe est significativement différente de tous les autres types de perturbation, tandis qu'il n'y a pas de différence significative entre l'élevage et l'agriculture, entre le feu et le gemmage et entre le feu et l'élevage en ce qui concerne les fréquences sur le terrain. Cela traduit que la coupe représente le type de perturbation le plus fréquent observé avec l'indice « a » dans le tableau 8., viennent ensuite l'élevage et l'agriculture.

4.2.11. Niveau d'association des types de perturbations

D'après nos observations sur le terrain, plusieurs types de perturbations se combinent au niveau des quadrats. Nous avons déterminé la fréquence de ces niveaux de combinaisons. Les figures 17 & 18 qui suivent montrent les résultats par groupe de strate.

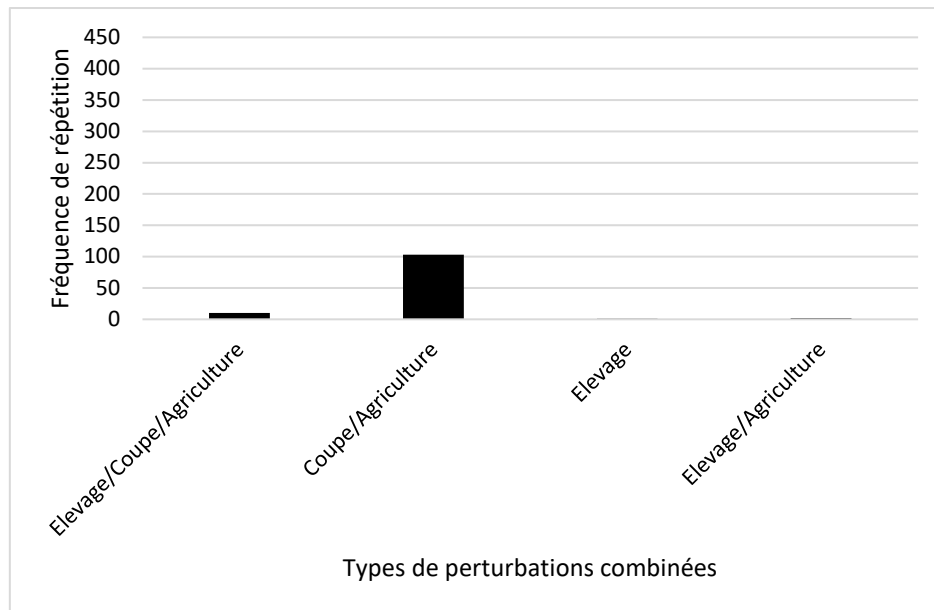


Figure 18 : Variation de la fréquence des types de perturbations anthropiques combinées au niveau des Latifoliées

Les données de base sont issues des inventaires de fréquences des perturbations effectués dans 451 quadrats de 10m*10m. Les données de fréquence sont en annexe 5.

Unité 2 de la Forêt des Pins, HAÏTI, (MEZARD C., Juillet 2018)

Les figures 17 & 18 montrent le niveau d'association des types de perturbations et leur fréquence. La première observation est que le nombre de perturbations est plus significatif au niveau de la Pinède, elles sont moins grandes au niveau des latifoliées. Comme deuxième observation nous avons la distribution de fréquence de l'association Elevage-Coupe d'arbres qui est plus considérable au niveau de la Pinède mais reste légèrement moins importante que l'association Coupe-Agriculture dans la végétation des Latifoliées (considérant les deux types de végétation). Non seulement la coupe est présente au niveau des deux associations les plus représentatives : Elevage-COUBE et Agriculture-COUBE, mais elle est également associée avec d'autres types de perturbations d'environ 15 fois et devient la perturbation qui la plus combinée. Cela corrobore avec les interprétations du test post-hoc de Wilcoxon montrant que la coupe est la perturbation la plus fréquente, elle se combine donc plus fréquemment avec l'élevage et l'agriculture.

Test Khi-Carré d'indépendance

Aussi appelée analyse multivariée, elle a permis de déterminer les relations entre les différents types de perturbations. L'Analyse des Correspondances Multiples ou ACM est utilisée pour étudier les variables qualitatives nominales ou ordinales en permettant de voir la dispersion des réponses et les corrélations existantes. L'annexe 7 présente les tableaux des données de SPSS.

L'ensemble des corrélations entre les deux variables est donné dans le tableau *corrélations des variables transformées* en Annexe 7. Les corrélations les plus fortes se trouvent entre le gemmage et la fabrication du charbon de bois, le feu de végétation et la fabrication du charbon de bois, le gemmage et le feu de végétation, dans des proportions de 68.3 %, 57.9%, 47.1% respectivement. Cela traduit que la présence/l'augmentation d'un de ces types de perturbation démontre la présence ou conduit à l'augmentation de l'autre. La corrélation la plus faible se situe entre l'agriculture et l'élevage. Ces corrélations sont présentées sur la figure suivante.

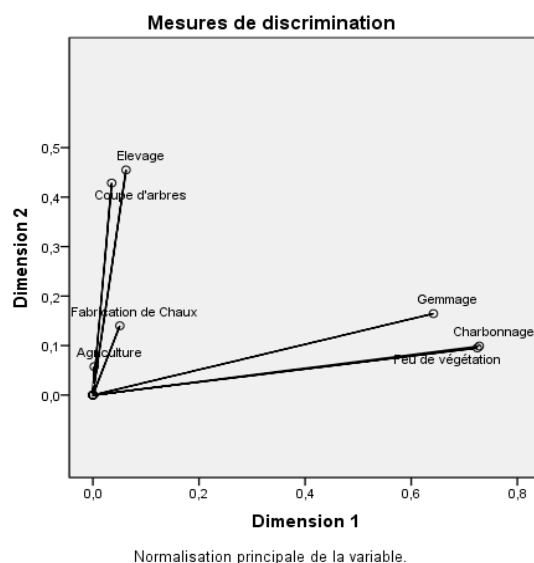


Figure 19 : Diagramme de corrélation des types de perturbation anthropiques

Les données de base sont issues des inventaires de fréquence des perturbations effectués dans 451 quadrats de 10m*10m au niveau de l'Unité 2 de la Forêt des Pins, HAÏTI. Ces données ont été analysées sur SPSS. (MEZARD C., Juillet 2018).

4.2.12. Influence des perturbations anthropiques sur les paramètres dendrométriques

4.2.12.1. Distribution des classes de diamètre

Le DHP a été calculé pour chaque arbre au niveau des 286 quadrats établis dans la végétation Pinède. 3321 pieds de pins ont été comptés. Les données ont été arrangées en des classes distinctes présentées sur la figure suivante.

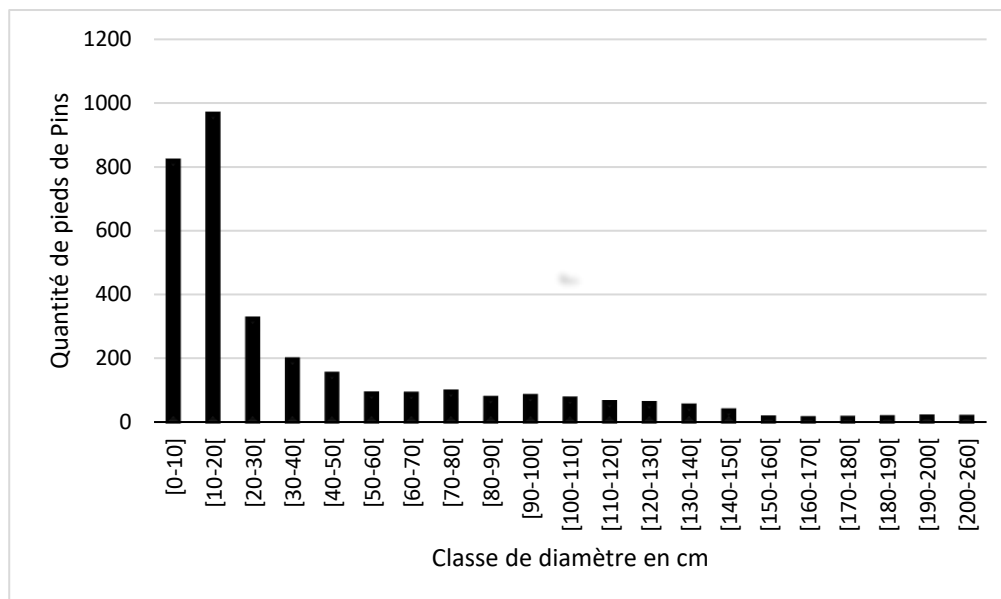


Figure 20 : Distribution des classes de diamètre

Les données de base sont issues des inventaires de fréquences des perturbations effectués dans 286 quadrats de 10 m² au niveau de la Pinède. Unité 2 de la Forêt des Pins, HAÏTI.
(MEZARD C., Juillet 2018).

Cette figure montre la répartition par intervalle de 10 des classes de diamètres des échantillons d'arbres mesurés. La classe dominante est comprise entre 10 et 20 cm et les classes les moins représentées sont comprises entre 140 et 260 cm. Toutes les classes de diamètre sont présentes, mais il n'y a pas d'équilibre entre elles. La population des jeunes représentée par la classe [0-10], [10-20] et [21-30] sont en plus grand nombre. Le diamètre maximal observé est de 260 cm. Le diamètre moyen est de $40,81 \pm 45,27$ cm. La classe de diamètre présente l'allure d'une courbe exponentielle décroissante en forme « L ». La forêt perturbée comporte des arbres de plus petite taille que de grande. Les peuplements de Pins échantillonnés présentent une structure inéquienne, donc les arbres n'ont pas à peu près le même âge, car les diamètres sont très variés.

4.2.12.2. Variation de la surface terrière des arbres mesurés

Tableau 9: Comparaison de la moyenne par rapport à la médiane

Médiane (cm)	Ecart-type (cm)	Surface Terrière moyenne (m ²)	Surface terrière médiane (m ²)	Surface terrière (m ² /ha)	Ecart-type (cm)
20	45.279597	0,291641529	0,0314	1.019725625	0.60933071

Ce tableau est calculé à partir des données issues des mesures de diamètre de 3321 Pins dans 286 quadrats établis dans la Pinède. Unité 2 Forêt des Pins, Avril-Mai 2018.

N étant impair, la médiane représente la valeur du milieu, cela veut dire que 50% des valeurs sont inférieures ou égales aux valeurs médianes présentes dans le tableau. On peut traduire

comme suit : 50% des arbres échantillonnés ont une surface terrière inférieure ou égale à 0,0314 m². La moyenne et la médiane sont très éloignées, ceci montre une répartition inégalitaire au niveau des surfaces terrières. La médiane étant inférieure à la moyenne, alors plus de la moitié de l'échantillon a une surface terrière moins que la moyenne (0,29 m²) et moins de la moitié a une surface terrière de plus de 0,29 m².

5. DISCUSSIONS DES RESULTATS

5.1. Critiques de la méthodologique

Afin de vérifier nos deux (2) hypothèses qui étaient : (1) La coupe des arbres et le feu de végétation sont les deux (2) principaux types de perturbation qui affectent l'Unité 2 de la Forêt des Pins ; (2) les perturbations influencent la surface terrière du Pin (*Pinus occidentalis*) (Adjonou *et al.* 2016), nous avons mis en place une méthodologie, qui a ses points forts et faiblesses.

❖ Points forts

Notre travail de caractérisation des types de perturbations anthropiques a été conçu suivant une approche multidimensionnelle. Un inventaire participatif, des observations de terrain et des analyses statistiques des données ont été effectués.

Echantillon représentatif

Nous avons priorisé la méthode d'échantillonnage utilisée lors des travaux d'analyse des facteurs anthropiques de dégradation des bois de Tapia (*Uapaca bojeri*) (Rakotondrasoa *et al.*, 2015), cette méthode est basée sur la réalisation de transects et de placettes. Toutefois, dans un souci de mieux cerner la problématique en fonction du contexte de dispersion des ménages, nous avons modifié la méthode. Il n'existe pas d'agglomération à proprement parler dans la zone d'étude, les maisonnettes en chaumes sont regroupées en maisons familiales et sont dispersées des autres groupes d'environ 500 m à plus d'1 km, il a été judicieux de disposer les quadrats de manière aléatoire le long d'un transect qui tient compte des ménages et la forêt, mais non principalement de les répartir d'une manière systématique autour des « villages » comme lors des travaux de Rakotondrasoa. Cela a favorisé l'obtention de données sur des zones qui sont effectivement influencées par les activités humaines. Le nombre de quadrats inventoriés qui est de 451 et la taille minimale (10m*10m) répondent aux critères établis pour réaliser des inventaires au niveau des groupements forestiers.

Approche participative

Nous avons intégré l'approche participative dans notre étude. Les communautaires sont les exploitants de la forêt, ils sont bien placés pour décrire les situations. Cet aspect a été considéré avant les travaux de terrain afin de mieux organiser notre inventaire. 11 Focus groupes ont été réalisés en tenant compte des différences dans le milieu et les différences en termes des activités pratiquées. Le nombre total de personnes des entretiens est de 354 avec une moyenne de 35 personnes par centre. Ces chiffres ont été calculés selon la formule statistique dans la méthodologie en vue d'avoir une bonne représentativité.

Analyses statistiques

Les données sur la fréquence des types de perturbations ont été soumises aux tests de Friedman, Post-hoc et Khi-carré d'indépendance réalisés avec le logiciel SPSS. Ces analyses nous ont permis de vérifier notre première hypothèse, et d'aller plus loin dans les réflexions sur la description des perturbations.

❖ Faiblesses

Absence d'indices

Comme nous l'avons analysé dans la synthèse, certains auteurs utilisent des indices pour mesurer les niveaux de compétitions et sont parfois de bons outils pour observer/mesurer les perturbations à côté de la surface terrière et la mesure de fréquences. Notre méthodologie n'a pas considéré certains paramètres comme le houppier, la hauteur des arbres, qui auraient permis de calculer certains indices. D'une part, notre travail était limité dans le temps, mais aussi certains indices comme celui de Reineke se calcule à partir des paramètres de densité et du diamètre, qui sont des paramètres déjà pris en compte dans le cadre de notre travail. Cet indice se rapproche de la surface terrière en termes d'objectif.

Les résultats que nous avons obtenus concordent avec ceux obtenus par Rakondontraso, *et al.*, 2015 dans la forêt tropicale de Tapia au Madagascar sur les perturbations anthropiques mentionnant la coupe comme le type présentant la fréquence la plus élevée.

5.2. Analyse des résultats

❖ L'inventaire participatif

Les résultats obtenus à partir des focus groupes ont montré que le feu de végétation et l'agriculture sont les deux (2) principaux types de perturbations parmi les sept (7) types identifiés : la coupe, le charbonnage, le gemmage, l'agriculture, l'élevage et la fabrication de la chaux, le feu de végétation. Ce premier résultat obtenu de l'inventaire participatif vérifie notre première hypothèse à un seul niveau : *le feu est l'un des principaux types de perturbations anthropiques au niveau de la forêt*. Mais la deuxième partie de l'hypothèse est infirmée ; l'agriculture remplace la coupe. Certaines études ont effectivement montré le rôle principal de l'agriculture dans la déforestation de nombreuses forêts. Selon Murillo-Sandoval (2018), l'agriculture est le deuxième type de perturbation des forêts de Picachos dans les Andes colombiennes suivie par l'élevage. Les participants ont ainsi justifié leur classement : *« Il n'existe presque pas de personnes qui ne possèdent des lopins de terres au niveau de l'Unité 2 de la forêt des Pins, c'est la vie du paysan. Les terres qui sont nouvellement cultivées ont été jadis ou très récemment couvertes de forêts ; sans agriculture, il est impossible de survivre. »* Sachant qu'il existe des interdictions dans le plan de zonage de cultiver les régions sous forêt et que des agents de surveillance environnementale veillent à ce que ces principes soient respectés, est-il possible que l'agriculture soit l'un des types de perturbations les plus fréquents au niveau de la zone centrale de la forêt ? Pour les exploitants, la coupe serait une perturbation de plus faible niveau, car les forêts sont déboisées pour faire l'agriculture et l'élevage principalement. Cette réflexion montre les relations d'interdépendance qu'il y a entre les perturbations, qui est fondamentale mais ne peut pas expliquer la place de l'agriculture perturbation principale, au contraire, cela devrait contribuer à augmenter le niveau de fréquence de la coupe comme type de perturbation.

❖ L'inventaire de terrain

La coupe et l'élevage, les principaux types de perturbations anthropiques

Les résultats des inventaires sur la distribution de fréquence des perturbations anthropiques ont montré que la coupe des arbres et l'élevage sont les deux types les plus fréquents au niveau de la forêt. Ces résultats sont en contradiction avec ceux obtenus de l'inventaire participatif, mais justifient en partie l'hypothèse de départ qui stipulait que la coupe des arbres et le feu seraient les deux (2) principaux types de perturbations à l'Unité 2 de la Forêt des Pins. Le feu est dans ce cas substitué par l'élevage. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette observation. Premièrement, le contexte de l'Unité 2 de la forêt des Pins est spécifique, les communautés

quoique dispersées, sont enclavées par rapport à la zone métropolitaine, le secteur agricole est alors la seule source de revenus pour les gens ; l'élevage principalement. L'élevage pratiqué est de type extensif, mais reste la première source de revenus des gens et est pratiqué par 77% de la population (Ministère de l'Environnement & HELVETAS, 2010), voir le tableau 10 ci-dessous. Cela correspond à la tendance des zones de campagnes du pays, où les animaux d'élevage sont considérés comme « le carnet d'épargne » du paysan (Le Nouvelliste, 2010). Notre résultat est en accord avec les réflexions de Philippe (1999), il cite : « *L'élevage est la principale activité responsable des défrichements en Amazonie* ». Vu le pourcentage élevé de gens qui participent à cette activité, il est logique que l'élevage soit l'un des deux (2) principaux types de perturbations les plus fréquents dans la forêt.

Tableau 10 : Types d'animaux d'élevage et Proportion des ménages qui pratiquent l'activité

Animaux	Nb. Moyen	Valeur unitaire en Gourde Haïtien (HTG)	Valeur moyenne en Gourde Haïtien (HTG)	Ménages qui pratiquent cet élevage
Bœufs	0,51	8,484	4,327	29%
Chevaux	0,2	4,000	800	13%
Mules	0,09	12,500	1,125	8%
Ânes	0,1	12,500	1,250	8%
Chèvres	0,71	1486	1,055	30%
Moutons	0,27	1281	346	12%
Porcs	0,53	1703	903	31%
Volaille	3,48	168	585	66%
Valeur vénale par ménage			10,390	77%

Source : Enquêtes socio-économiques de 2010, HELVETAS & BUCOSEH, 2010
Une Gourde Haïtienne (HTG) correspond à 0,013 Euros (Taux du 08 Aout 2018)

A côté du niveau de revenu que l'élevage assure, d'autres éléments peuvent justifier pourquoi l'élevage et la coupe sont les plus fréquents au niveau de la forêt. Le climat de la zone est de type humide, elle est favorable à la pousse d'herbes. Hormis les saisons sèches prolongées, les animaux comme les bœufs, caprins et moutons sont bien alimentés lorsqu'ils sont pâturés dans la forêt. L'herbe est plus disponible au niveau des zones clairsemées, et comme l'élevage libre est une activité très prisée, les éleveurs sont alors obligés de chercher de nouvelles zones de

pâturage. Ils coupent les arbres, créent de nouveaux espaces. Certaines fois, l'élevage ne vient qu'en troisième alternative après avoir observé une baisse dans la fertilité des sols qui étaient cultivés après le défrichement. Mais pourquoi malgré la surveillance environnementale, l'élevage et la coupe sont toujours fréquents au niveau de l'Unité 2 de la Forêt des Pins ? Nous devons souligner que nous avons noté principalement le nombre de souches comme indicateurs de coupe, cela ne voudrait pas dire que l'activité n'a pas ralenti, parce que les souches d'arbres coupés resteront visibles tant que la végétation n'a pas été complètement régénérée. Le cas de l'élevage est cependant différent, il est devenu une situation de fait que les gens le font, malgré qu'il y ait de plus en plus de rigueur de la part des agents de surveillance et de HELVETAS dans la lutte contre l'élevage libre. Il est très difficile de contrôler les éleveurs. Il y a également le problème de clarification des titres de propriétés. Officiellement, les terres appartiennent à l'Etat, mais beaucoup d'exploitants possèdent des droits de propriétés qu'ils ont acquis de leurs ancêtres qui étaient les premiers occupants de la forêt.

Les traces de feu n'ont pas été trop importantes pour être l'un des principaux types de perturbations. Les feux de forêt au niveau de l'Unité 2 de la forêt des Pins sont de moins en moins signalés à cause du programme de surveillance environnementale. Lorsqu'un feu se déclare, les agents de surveillance, dans la majorité des cas arrivent à maîtriser la situation. Ceci peut être aussi expliqué par la résilience de la forêt : Comme nous l'avons discuté dans la synthèse bibliographique, les écosystèmes ont cette capacité d'absorber les chocs et de se régénérer après une perturbation. La forêt a pu se régénérer après des épisodes d'incendies antérieures et constituer de nouveaux peuplements au niveau desquels les signes de perturbations sont absents, du moins sont plus observables via les moyens visuels utilisés dans le cadre de ce travail. Mais à quel prix ? Comme nous l'avons observé avec Holling, (1973) ; Peterson *et al.*, (1998) ; Gunderson, 2000, Walker *et al.*, (2004), cités par Thompson *et al.*, (2009), la forêt peut bien se régénérer après un choc, tout en ayant la capacité de fournir des services écosystémiques, mais est modifiée du point de vue d'association d'espèces. La photo qui suit, montrent un début de colonisation de l'espace incendié par une végétation herbacée.



Photo 16 : *Dominance de la végétation herbacée après un épisode de feu de forêt associé à la coupe*

Unité 2 de la Forêt des Pins. (Photo : MEZARD C., Mai 2018)

5.3. Association des perturbations vers un renforcement de la menace

L'Analyse des Correspondances Multiples ou ACM utilisée nous a montré que la corrélation la plus forte se trouve entre le gemmage et la fabrication du charbon de bois. Comme nous l'avons observé, le charbon de bois est une activité réalisée surtout dans les zones éloignées de l'aire centrale de la zone protégée du fait qu'elles sont éloignées des structures de gestion qui sont plus effectives dans la zone centrale. Ces zones sont plus accessibles aux régions métropolitaines et peuvent facilement écouler les charbons et autres produits, une deuxième raison est plutôt culturelle, les gens qui habitent la zone centrale n'ont pas l'habitude de faire du charbon de bois mais plutôt d'utiliser le bois pour la cuisson. Donc, au niveau de ces zones tampons, où le gemmage est aussi très fréquent, lorsque les gens coupent les arbres et font du charbon de bois sur un site, ils profitent également pour écorcher les arbres qui sont encore debout et d'en extraire des morceaux résineux qui serviront d'allume-feu, les deux augmentent de manière proportionnelle. Il est aussi le cas pour le feu de végétation et la fabrication du charbon de bois, et le gemmage et le feu de végétation, l'élevage et la coupe.

5.4. Une stratégie réfléchie ?

La coupe combinée avec l'élevage sont plus fréquents dans la Pinède tandis que dans la végétation des latifoliées, la coupe associée avec l'agriculture dominant. D'après SCYLLA, (sd), présenté la Méthodologie, l'écosystème des feuillues est plus diversifié du point de vue d'espèces, mais aussi a une profondeur de sol variant entre 10 et 60 cm qui est beaucoup plus grande que la Pinède, son sol est également plus riche en matières organiques et est moins acide, donc une gamme de potentialités agricoles plus large. De façon claire, la principale cause de la coupe de la pinède serait d'obtenir du bois et ensuite pour faire de l'élevage, et la coupe des

feuillues pour faire de l'agriculture étant donné que le sol est très fertile ou plus fertile que la Pinède.

5.5. Influence des perturbations anthropiques sur les classes de diamètre

Comme on l'a constaté sur les figures 14 & 15 sur les pages 46 & 47, les classes de diamètre présentent l'allure d'une courbe exponentielle décroissante en forme « L », c'est-à-dire le nombre de Pins de gros diamètre ont drastiquement chuté en faveur de jeunes de diamètre inférieur ou égal à la moyenne qui est de 40 cm. Les arbres de plus gros diamètre sont en effet les plus prisés, un arbre de 40 cm ne sera pas coupé si l'objectif est d'avoir des planches d'une bonne valeur marchande. Toujours selon l'allure de la courbe, on peut déduire cependant qu'il y a une régénération naturelle en cours. Cette réflexion concorde avec les résultats de Ouédrao, (2006) en zone soudanienne du Burkina Faso, présentés à la page 12 de la synthèse bibliographique, selon lesquels l'état de dégradation peut être analysé en fonction de l'allure des classes de diamètre, que la forme « L » montre un certain niveau de régénération en cours, et que cette espèce a un fort potentiel pour reconstituer les populations stables.

Nous avons remarqué que les peuplements sont constitués majoritairement de jeunes « La forme en L ». Cela est vérifié par les travaux de André, (2010) sur le *Pinus occidentalis* et présenté à la page 13, stipulant que les perturbations stimulent la dynamique du peuplement de régénération ; les perturbations créent des fragments forestiers, qui présentent une forte stimulation pour les plantules et les sub-adultes comparativement à la forêt continue.

5.6. Modification de la surface terrière

La surface terrière moyenne obtenue est de 1,019 m²/ha, donc pour un hectare de forêt, les Pins mesurés ont une surface transversale d'1 m². Selon (CRPF, 2010) la surface terrière optimum pour les Pins se situe entre 20 et 25 m²/ha. La surface terrière est aussi une bonne mesure de la densité et par conséquent un bon indicateur de la compétition entre les arbres. La surface terrière étant inférieure à la référence, il n'y a pas de compétition. Les perturbations anthropiques font diminuer la densité des arbres et annulent les compétitions. **L'hypothèse 2** stipulant que les types de perturbations anthropiques affectent la surface terrière des Pins en jouant négativement sur le diamètre et la densité est vérifiée. Cela est corrélé avec les réflexions des auteurs (Cordonnier *et al.*, 2007) ; le Conseil Général de la Martinique, 20009 ; IFP, 2002, montrant que les peuplements perturbés ont une faible surface terrière.

5.7. Quid Services écosystémiques de l'Unité 2 de la Forêt des Pins

Nous avons démontré à travers nos résultats que les types de perturbations anthropiques identifiés influencent les paramètres structurels des Pins, mais qu'en est-il des services

écosystémiques ? La forêt serait-il toujours en mesure de fournir ses services si ces perturbations persistent ?

Les bienfaits des écosystèmes de montagne sont connus, ils sont définis dans la synthèse bibliographique, et par analogie, la forêt des Pins possède des fonctions écosystémiques variées qui ne sont pas différentes.

5.7.1. Menaces potentielles pour les fonctions écosystémiques

❖ Les Fonctions écosystémiques de l'Unité 2 de la forêt des Pins

La forêt sert de source d'approvisionnement en bois pour les ménages. Les multiples usages des arbres font d'elles une ressource importante pour les communautés de l'Unité 2 de la Forêt des Pins. Les grands arbres dont le Pin (*Pinus occidentalis*) sont exploités comme bois d'œuvre, leurs branches sèches et arbustes sont utilisés comme bois de feu. Les produits forestiers non-ligneux comme les mures sauvages (*Rubus* spp), le fraisier des bois (*Fragaria vesca* L.), etc... sont également exploités : Ils sont consommés frais ou transformés en confitures par les communautés. Les communautés utilisent les plantes médicinales et aromatiques telles que le Bois Dine (*Eugenia fragrans* (Sw.) Wild.), la Camomille pays (*Gnaphalium stachidifolium* Lam.), le Zodevan (*Eugenia crenulata*), le Millepertuis (*Hypericum perforatum* L.), etc.



Photo 17: Transport de bois sur la tête

Photo 18 : Morceaux de Pins coupés empilés

Unité 2 de la Forêt des Pins. (Photo : MEZARD C., Mai 2018)



Photo 19 : *Mure sauvage (Rubus spp.)*

Unité 2 de la Forêt des Pins. (Photo : MEZARD C., Mai 2018)

L'Unité 2 de la forêt des Pins étant un écosystème de montagne rend de nombreux services écologiques. L'eau des précipitations, grâce à la végétation, s'infiltre dans les couches du sol et constitue une réserve hydrique qui alimente les résurgences en aval. Par son rôle important dans le mécanisme du cycle de l'eau, l'Unité 2 de la forêt des Pins rend disponible et purifie l'eau qui est utilisée par les communautés en eau.

Il a été montré que les localités très boisées de la forêt sont plus protégées contre les cyclones que les zones déforestées. Ci-dessous le témoignage de Mérius Brévil, un des habitants de l'Unité de la forêt des Pins :

Mérius Brévil : « Sur l'une de mes parcelles, je possède un rak bwa formé de plusieurs espèces d'arbres et de buissons. J'en prends beaucoup soin car je sais qu'il est très utile en cas de cyclone. Grâce à mon rak bwa, je me sens plus protégé lors du passage de cyclones et je sais que mon bétail est plus en sécurité. » [Ici le terme Rakbwa désigne la végétation Latifoliée].



Photo 20 : *Vue de la Cascade Pichon,*
Unité 2 de la Forêt des Pins (Plan de Gestion, 2017)

Les écosystèmes de montagne de l'Unité 2 de la Forêt des Pins assurent un rôle d'habitat pour des espèces animales différentes : oiseaux, reptiles, insectes, etc. Les habitats spécifiques servent de zone de conservation pour des espèces endémiques et en danger de disparition comme le Genévrier (*Juniperus ekmanii*) et l'oiseau musicien (*Myadestes genibarbis*). Seulement sept (7) pieds de Genévrier sont inventoriés dans toute la forêt, mais les gens commencent à observer le retour des oiseaux musiciens, ci-dessous un témoignage d'un membre de la population locale.

Emilio Augustin: « Zwazo mizisyen an se yon ti bet ki te pati nou pat janm tandel nan peyi a anko. Kounya mw rete lakay mw mtandel ap chante lel chante li fem plezi, li fem byen. Tout moun renmen wel men le yo tap kraze fore a tout te kite peyi a. Yo te kite peyi a paske moun te konn ap kraze fore a, fe jaden epi pandan yap lage dife pou boule epi bet yo tou lage. Men pandan yo pa koupe mete dife anko bet yo komanse tounen. »

Emilio Augustin : « *Je pense que les agents de surveillance environnementale font bien leur travail. Ils réunissent la population, l'informent sur l'environnement et sur la protection de celui-ci. Ce qui m'a beaucoup marqué, c'est le retour de l'oiseau musicien dans notre forêt. Ce si bel oiseau avait quitté la forêt des pins et était parti chanter ses douces mélodies dans d'autres endroits. J'étais très triste car tout le monde apprécie cet oiseau. Grâce au travail des agents, il est maintenant de retour.* » [Traduction obtenue de Camille FLÜCKIGER] ».

❖ Les feux, un exemple de menaces pour les services écosystémiques de l'Unité 2 de la Forêt des Pins

Les incendies influencent également les grands arbres dont le *Pinus occidentalis* en supprimant les plantules et en empêchant les adultes de constituer la canopée. Les arbres brûlés peuvent encore rester debout pendant quelques temps, mais sont littéralement morts, cela diminue l'importance de l'écosystème comme support de la biodiversité. Les habitants collectent le bois de chauffe dans la forêt (sur la photo 17), et une forêt incendiée de temps en temps se voit sa capacité de production de biomasse diminuer, ce qui aura des répercussions sur les communautaires. Prodon *et al.*, (1984), il y a moins de diversification après un épisode d'incendie, ce qui diminuera la valeur écotouristique de la forêt.

Les forêts sont des puits de carbone, « elles participent activement à la fixation de CO₂ » Vennetier, (2000) ; Malhi et Grace (2000). Les incendies de forêts permettent la libération d'un taux élevé de CO₂ stockée dans l'atmosphère. Selon FAO (2001) ; Laurance et Delamonica (1998). « la combustion de la biomasse contribue de façon importante aux émissions de gaz à effet de serre et aux précurseurs de l'ozone troposphérique », or parmi les gaz à effet de serre,

le CO₂ est pour son rôle dans le réchauffement du climat (Keller et Haldi, 2011), cela suit les mêmes réflexions tirées de (Hulme *et al.*, 1999), à la page 11 de la synthèse bibliographique

5.7.2. Le gemmage, une possibilité de gestion participative ?

Le gemmage est une méthode d'exploitation forestière qui se réalise selon des règlements. Les arbres sont gemmés normalement quatre (4) années avant la coupe définitive. On considère que le gemmage peut être un domaine fondamental voir le seul où la population locale puisse participer dans l'aménagement forestier (FAO, 1985). Au niveau de l'U2FdP, il n'y a pas de normes dans le choix du diamètre des Pins à gemmer et la manière d'extraire la résine, une bonne épaisseur du Pin est écorchée allant jusqu'à faire tomber l'arbre. Or, toujours selon la FAO, seuls les Pins dont le DHP est strictement supérieur à 35 cm peuvent être gemmés, dans le cas contraire, le gemmage provoque les mêmes dégâts sur l'écosystème que la coupe. Le statut de Parc National Naturel de l'Unité 2 de la Forêt enlève tout droit d'exploitation de la forêt de manière délibérée comme on l'a vu au niveau du cadre légal, faudrait-il bien que les organismes de gestion trouvent une stratégie d'établir de façon pérenne des peuplements de Pins destinés au gemmage et à la coupe pour la population locale. Cette activité doit être considérée dans un optique d'exploitation durable par les ménages afin de réduire les pressions sur les forêts. Suivant les conventions internationales sur la biodiversité et principalement celle de Nagoya, les communautés vivant dans les périphéries des aires protégées doivent bénéficier et vivre des services écosystémiques, le gemmage planifié et réglementé pourrait être un atout ; selon les estimations, le gemmage des Pins peut offrir un revenu brut total de 85 000 dollars par an (FAO, 1985).

5.8. Limitations

Ce travail a toutefois certaines limitations

La forêt des Pins se situe sur deux Unités, quoique les deux présentent un passé historique identique, une structure paysagère commune et une diversité animale et végétale plus ou moins égale, mais les interactions entre biotopes et biocénoses ne sont pas les mêmes car les deux s'inscrivent dans deux contextes de dynamique de population différente. Ce travail se porte uniquement sur l'Unité 2 de la forêt des Pins. Les données de ce travail ne sauront être extrapolées au contexte de l'Unité 1 de la Forêt des Pins.

La biodiversité inclue deux éléments fondamentaux : Les animaux et les végétaux. Les assemblages entre ces êtres vivants forment la biocénose. Les perturbations affectent aussi bien les groupes séparément que les niveaux d'interactions, pour bien cerner tous les impacts des

perturbations, il est judicieux de prendre en compte les relations d'interdépendance. Mais dans cette étude, on se limitait à la biodiversité végétale et aux perturbations anthropiques à cause du temps alloué au travail. De plus, ce travail n'a pas inclus les analyses approfondies sur la végétation comme la mesure de la flore, les rapports phytosociologiques, qui est un élément fondamental pour mesurer les perturbations à travers le comportement des espèces.

Cela va sans dire que la biodiversité animale et végétale est fortement menacée par ce type de perturbation, il menace directement la survie des espèces animales, le processus de renouvellement des espèces végétales.

6. CONCLUSIONS, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

L'objectif principal de cette étude a été de caractériser les perturbations anthropiques qui menacent l'Unité 2 de la Forêt des Pins, à travers : un processus d'identification participatif, une analyse des distributions de fréquences sur le terrain, et la détermination de leur influence sur la surface terrière du *Pinus occidentalis*.

Les résultats des analyses de terrain ont montré que la coupe et l'élevage sont les deux (2) principaux types de perturbations anthropiques au niveau de la Forêt des Pins. Les perturbations varient également en fonction des régions et du type de végétation. La Pinède est plus affectée par la coupe et l'élevage tandis que dans la végétation des Latifoliées, la coupe et l'agriculture sont plus présentes.

Les perturbations anthropiques sont dans la majorité des cas combinées sur le terrain, l'augmentation de l'une en termes de fréquence et d'intensité conduirait nécessairement au renforcement de l'autre, le cas du gemmage et le feu de végétation par exemple.

Ces perturbations anthropiques affectent négativement la surface terrière des pieds de Pins, en diminuant principalement la densité des arbres.

Il convient de prendre certaines mesures, afin de préserver l'intégrité de l'Unité 2 de la Forêt afin qu'elle puisse continuer à jouer son rôle de patrimoine naturel pour les populations locale, nationale, et *internationale*. ? Car nous avons vu que les perturbations anthropiques favorisent la fragmentation des habitats et diminuent au fur et à mesure la capacité de la forêt à remplir ses fonctions écosystémiques.

Certaines informations issues de cette étude comme : les niveaux de combinaison des perturbations, permettraient d'envisager des stratégies efficaces pour lutter contre la déforestation. Donnons un exemple concret, pour lutter contre les incendies de forêts, une stratégie serait de former les agriculteurs sur des techniques agroécologiques afin qu'ils connaissent les impacts négatifs de l'agriculture sur brulis pour la fertilité de leurs sols, ce qui permettrait d'une part de lutter contre les incendies involontaires (FEU-AGRICULTURE), ou d'encourager les éleveurs à construire des enclos et la mise en place de parcelles fourragères pour mieux protéger leur bétail, (ELEVAGE-COUPÉ), etc... En ce sens, ce travail peut être une base pour la construction de modèles de stratégies de lutte.

Autres pistes de solutions :

❖ Encourager la plantation de forêts énergétiques par les ménages et sensibiliser la population sur les modes de gestion tels que la coupe sélective, l'extraction de résine, etc... ;

- ❖ Encourager et aider à la mise en place de parcelles agroforestières autour des maisons et dans les zones tampons proches ;
- ❖ Inventorier périodiquement les arbres âgés qui peuvent être soumis à l'exploitation forestière ;
- ❖ Sensibiliser les communautaires sur les impacts des feux de végétation et les activités de dégradation d'une manière plus générale à travers d'inventaires participatifs ;
- ❖ Renforcer le corps de surveillance environnementale pour des interventions plus efficaces ;
- ❖ Mettre en œuvre des activités de sensibilisation spécifiques à la planification familiale.

Ce travail donne lieu à d'autres perspectives de recherches :

- ❖ Comme nous avons expliqué dans les limitations, il faut une étude sur le suivi des communautés végétales, afin de comprendre l'impact de ces perturbations anthropiques sur les niveaux d'associations ;
- ❖ Un travail beaucoup plus approfondi qui saurait croiser les variables structurelles comme le diamètre, la surface terrière, la hauteur avec les variables de fréquences ;
- ❖ Une étude sur la photographie aérienne comparant l'évolution de la dégradation sur plusieurs années.

7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Le Nouvelliste. « Le Lait en Haïti » [En ligne]. (Décembre 2010). <https://lenouvelliste.com/lenouvelliste/article/87051/Le-lait-en-Haiti#> [Page consultée le 07 Aout 2018].
- ABER, J., N. Christensen, I. Fernandez, J. Franklin, L. Hidingier, M. Hunter, J. McMahon, D. Mladenoff, J. Pastor, D. Perry, R. Slangen, and H. Van Miegroet. 2000. Applying ecological principles to management of U.S. National Forests. *Issues in Ecology*. Issue 6. 20 pp. Ecological Society of America. Washington, D.C.
- Adjonou, K., Aboudou, R. R., Adzo, D.K., Kouami, K., « Considération des caractéristiques structurales comme indicateurs écologiques d'aménagement forestier au Togo (Afrique de l'Ouest) », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 16 Numéro 1 | mai 2016, mis en ligne le 09 mai 2016, consulté le 25 juillet 2018. URL: <http://journals.openedition.org/vertigo/17004> ; DOI : 10.4000/vertigo.17004
- Afanasjeva, G.A. (2010). Large extinctions of articulate brachiopods in the Paleozoic and their ecological and evolutionary consequences. *Paleontological Journal* 44:1200-1208.
- Agence Canadienne d'inspection des aliments, 2015. Rapport sur l'initiative Par-delà la frontière : Plan d'action sur la sécurité et la compétitivité économique à l'intérieur du périmètre-Evaluation conjointe sur la spongieuse asiatique. Consulté le 12 Aout 2018.
[En ligne] URL : <http://www.inspection.gc.ca/vegetaux/phytoravageurs-especes-envahissantes/insectes/la-spongieuse/la-spongieuse-asiatique/evaluation-conjointe-sur-la-spongieuse-asiatique/fra/1417104662171/1417104737098?chap=0>
- Akinola M.O., Thompson K., Buckland S.M. (1998): "Soil seed bank of an upland calcareous grassland after 6 years of climate and management manipulations", *J. of Applied Ecology*, 35, 544-552.
- Alard, D., Balent, G. Sécheresse : quels impacts sur la biodiversité en systèmes prairiaux et pastoraux ? (2007) *Fourrages* (N°190). pp. 197-206. ISSN 0429-2766
- Alignier A. (2010). Distribution des communautés végétales sous l'influence des lisières forestières dans des bois fragmentés. Thèse doctorale, INP Toulouse, France, 230p ; cited in : Niyukuri, Jonathan., Ndayishimiye, Joël., Nzigidahera, Benoît., Bogaert, Jean., Habonimana Bernadette. (2014). Diagnostic de l'effet lisière dans les paysages anthropisés du secteur Rwegura dans le Parc Naturel de la Kibira, Burundi. 6p.
- Angers, B., Castonguay, E. & Massicotte, R. (2010). Environmentally induced phenotypes and DNA methylation: how to deal with unpredictable conditions until the next generation and after. *Molecular Ecology* 19 :1283-1295 ; cité dans : Jean-François Ponge. Perturbations, organismes et écosystèmes. 2012.« hal-00679149v1 »
- Arrêté divisant en deux parties le Parc National Naturel Forêt des Pins (PNN-FP). (J.O. 16 Janvier 2014). Le Nouvelliste, Port-au-Prince, HAÏTI. 169^e Année No. 10.
- Ashley, M. D., 1989. A management plan for the Forêt des Pins National Forest (1989-1993). *Projet Forestier National/ Ministry for Agriculture, Natural Resources, and Rural Development (MARNDR)*, Damien, Haiti; cite in Dolisca, Frito., 2005. Population pressure, land tenure, deforestation and farming systems in Haiti: The case of Forêt des Pins reserve. Thesis, Auburn University, Alabama. 213p.
- Barbault, R., Chevaussus-au-Louis, B. (dir.), 2005. Biodiversité et changements globaux. Enjeux de société et défis pour la recherche, Ministère des affaires étrangères-ADPF, Paris, 241p.

- Bennett, B. (2017). Deforestation and climate change. 12p. [En ligne] URL: climate.org/wp-content/uploads/2017/04/deforestation-final_r1.pdf
- Bernard, R., 1995. Rôles des perturbations actuelles et passées dans la dynamique et la mosaïque forestière. *Rev. Ecol. Terre Vie*, 50 (1995), pp. 209-222.
- Bied-Charreton, M., 2007. Sécheresse, désertification et développement en Afrique. Cours de master2 – 2007- UVSQ et CERDI.
- Blanc-Pamard, C., Ramiarantsoa, R., 2003. Madagascar : Les enjeux environnementaux. In : LESOURD, M. (éd). *L'Afrique. Vulnérabilité et défis*. Nantes, France : Éditions du Temps, 354-376 ; cité dans : Rakotondraso, L. et al., 2013. Analyse des facteurs anthropiques de dégradation des bois de tapia (*Uapaca bojeri*) d'Arivonimamo, pp. 13. In : VERHEGGEN, F., BOGAERT, Jan., HAUBRUGE, Éric., (ed.), *Les vers à soie malgaches*. Les presses agronomiques de Gembloux (Belgique).
- Bogaert, J., Ceulemans, R., Salvador-Van Eysenrode, D. *Environmental Management* (2004) 33: 62. <https://doi.org/10.1007/s00267-003-0027-0>
- Boisson, S., Shutcha, N.M., Mahy, G., (2018). Concilier la conservation des métalrophytes et la phytoremédiation des sols pollués par les éléments traces métalliques. In : Bogaert, J., Colinet, G., Mahy, G., 2018. *Anthropisation des paysages Katangais*. Gembloux, Belgique : Presses universitaires de Liège-Agronomie-Gembloux
- Bonin, G., Loisel, R., (1996). Anthropisation et analyse écologique en milieu Méditerranéen. In Patrick Baudot, Daniel Bley, Bernard Brun, Hélène Pagezy, Nicole Vernazza-Licht. Impact de l'Homme sur les milieux naturels : perceptions et mesures. BAUDOT Patrick, BLEY Daniel, BRUN Bernard, PAGEZY Hélène, VERNAZZA-LICHT Nicole France. de Bergier, pp.208, 1997, Travaux de la Société d'Ecologie Humaine, 2-9507852-7-1.
- Bureau d'Enquêtes et d'Analyses Socio-économiques [BEAS] 1985. Enquête socioéconomique de la région de Forêt des Pins. Ministry for Agriculture, Natural Resources, and Rural Development (MARNDR), Damien, Haiti.
- Bureau du forestier en chef. 2013. Manuel de détermination des possibilités forestières 2013-2018. Gouvernement du Québec, Roberval, Qc, 247 p.
- Burel F., Baudry J. (1999) : Ecologie du paysage, concepts, méthodes et applications, Paris, Tec & Doc ; cité dans Alard, Didier and Balent, Gérard Sécheresse : quels impacts sur la biodiversité en systèmes prairiaux et pastoraux ? (2007) Fourrages (N°190). pp. 197-206. ISSN 0429-2766
- Buttoud, G. 1998. Questions sur les forêts de montagne. ENGREF, Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, Nancy, France. *Revue Forestière Française* [Rev. For. Fr.], ISSN 0035-2829, 1998, Vol. 50, N° sp, p. 11-14.
- Capellán, E., Nicieza, A.G. (2010). Constrained plasticity in switching across life stages: pre- and post-switch predators elicit early hatching. *Evolutionary Ecology* 24 : 49-57.
- Centre de Formation et d'Encadrement Technique (CFET) 1997. Diagnostic des communautés vivant au sein et dans le voisinage de la Forêt des Pins. Assistance Technique pour la Protection des Parcs et Forêts (ATPPF)/ Ministère de l'Environnement (MDE), Port-au-Prince, Haïti.
- Centre Régional des Propriétés Forestières des Pays de la Loire (CRPF), 2010. Connaitre et utiliser la surface terrière. http://crpf-paysdelaloire.fr/sites/default/files/fiches/Connaitre_et_utiliser_la_surface_terriere.pdf
- Cescatti, A., Piutti, E. 1998. Sylvicultural alternatives, competition regime and

- sensitivity to climate in a European beech forest. *For. Ecol. Manage.* 102: 213-223; cited in Hahn, Kathrine., and Emborg, Jens. 2007. Structures and processes in a temperate, deciduous forest reserve. *Ecol. Bull.* 52: 000-000.
- CHEVRIER, P., 1996. *Opération Malaza: Problématique de la forêt de Tapia*. Berne : Programme FDP, Intercoopération Suisse ; cité dans : Rakotondrasoa, L. et al., 2013. Analyse des facteurs anthropiques de dégradation des bois de tapia (*Uapaca bojeri*) d'Arivonimamo, pp. 13. In : VERHEGGEN, F., BOGAERT, Jan., HAUBRUGE, Éric., (ed.), *Les vers à soie malgaches*. Les presses agronomiques de Gembloux (Belgique).
- Colangelo, M., Camarero, J. J., Borghetti, M., Gazol, A., & Ripullone, F (2017). Size matters a lot: Drought affected Italian oaks are smaller and show lower growth prior to tree death. *Frontiers in Plant Science*, 8, 135; cite par Granda, Elena & Gazol, Antonio & Camarero, Jesús. (2018). Functional diversity differently shapes growth resilience to drought for coexisting pine species. *Journal of Vegetation Science*. 10.1111/jvs.12617.
- Collinge, S. K. 1998. Spatial arrangement of habitat patches and corridors: clues from ecological field experiments. *Landscape and Urban Planning* 42 :157–168.
- Commission nationale haïtienne de coopération, (2012). La réserve de biosphère La Selle : Atouts et Défis. [En ligne] URL : http://www.unesco.org.uy/mab/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/2012/Presentation_de_la_reserve_1.pdf
- Conseil Général de la Martinique, Joseph, Philippe. (dir.), 2009. Ecosystèmes de la Caraïbe. 784p.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 (6630), 253–260.
- Curt, Thomas., (2010). Modélisation de la mortalité des ligneux après perturbations. CEMAGREV/Sciences, Eau et Territoires. 55p. [En ligne] URL : https://www.eccorev.fr/IMG/pdf/curt_mortality_2010.pdf
- Dagnélie, P. 1978. Théories et méthodes statistiques. Vol.2 Les Presses agronomiques de Gembloux (Belgique).
- Dagnélie, Pierre., (1965). L'étude des communautés végétales par l'analyse statistique des liaisons entre les communautés. <https://www.jstor.org/stable/pdf/2528095.pdf>; cité dans : Rakotondrasoa, L. et al., 2013. Analyse des facteurs anthropiques de dégradation des bois de tapia (*Uapaca bojeri*) d'Arivonimamo, pp. 13. In : VERHEGGEN, F., BOGAERT, Jan., HAUBRUGE, Éric., (ed.), *Les vers à soie malgaches*. Les presses agronomiques de Gembloux (Belgique).
- Davila, A., DOMÍNGUEZ, M., (2010). Formats des groupes et types de discussion dans la recherche sociale qualitative. Université Complutense de Madrid. Vol. 29(1), 2010, pp. 50-68
- Dorvillier, F. (2010). Les causes de la crise de la transition démographique en Haïti : Une analyse néo-institutionnelle. « *Ralentissements, résistances et ruptures dans les transitions démographiques* ». Université Catholique de Louvain/Université d'Etat d'Haïti. 28p.
- Dudley, N. (Editeur) (2008). *Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires Protégées*. Gland, Suisse : UICN. x + 96pp.
- Dupuy J.L., Boivin T.1, Duché Y., Martin-St Paul, N., Pimont, F., Rigolot E., (2015). Impact du changement climatique sur les risques en forêt : le cas de l'incendie et de ses interactions avec la sécheresse et les pullulations d'insectes. *Innovations Agronomiques* 47 (2015), 29-50

- FAO, (2016). Cécile Arnoud, modifié en 2017. Infographie sur les forêts de notre planète : menaces et enjeux. Consultée le 10 Janvier 2018, en ligne sur <https://www.especes-menacees.fr/actualites/les-forets-de-notre-planete>]
- FAO, 1985. Aménagement polyvalent des forêts intensifs sous les tropiques : Etudes de cas en Inde, en Afrique, en Amérique Latine et aux Antilles. ISBN : 92-5-202200-7.
- FAO, 2001. Origines, impacts, effets et maîtrise du feu dans les zones boisées d'Afrique Australe.
- FAO, sd. Les montagnes et les objectifs de développement durable. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/mountain_partnership/doc/POLICY_BRI_EFS/call23fr.pdf].
- Fenton, J. (1985) Regeneration of native pine in Glen Affric. *Scottish Forestry*, **39**, 104–116; cited in Brooker, R.W., Scott, D., Palmer, S.C.F., Swaine, E., (2006). Transient facilitative effects of heather on Scots pine along a grazing disturbance gradient in Scottish moorland. *Journal of Ecology*, **94**, 637-645.
- Forman, R.T.T. (1995) . Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology* 10 (3): 133-142; cited in Niyukuri, Jonathan., Ndayishimiye, Joël., Nzigidahera, Benoît., Bogaert, Jean., Habonimana Bernadette. (2014). Diagnostic de l'effet lisière dans les paysages anthropisés du secteur Rwegura dans le Parc Naturel de la Kibira, Burundi. 6p.
- Forman, R.T.T., Godron M., (1986). Landscape ecology. Wiley, New York
- Forys, E. and Allen C. R., 2005. The impacts of sprawl on biodiversity: the ant fauna of the lower Florida Keys. *Ecology and Society* 10(1):25. <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art25/>.
- Gendreau, F., Gubry, P., Véron, J. « La population et le défi du développement durable », dans *Populations et Environnement dans les pays du Sud*, sous la dir.de GENDREAU, Francis., GUBRY, Patrick., VÉRON, Jacques., Paris : KARTHALA, 1996. 308p. [URL :https://www.researchgate.net/profile/Patrick_Gubry/publication/235423710_Populations_et_environnement_dans_les_pays_du_Sud_People_and_environment_in_developing_countries/links/0fcfd51174960e18d7000000/Populations-et-environnement-dans-les-pays-du-Sud-People-and-environment-in-developing-countries.pdf]
- Gilbert, M. (2012). SHADA : Chronique d'une extravagante escroquerie. L'Imprimerie S.A. 216p
- Gill, R.M.A. (1992) A review of damage by mammals in north temperate forests. 3. Impact on trees and forests. *Forestry*, **65**, 363–388; cited in: Brooker, R.W., Scott, D., Palmer, S.C.F., Swaine, E., (2006). Transient facilitative effects of heather on Scots pine along a grazing disturbance gradient in Scottish moorland. *Journal of Ecology*, **94**, 637-645.
- Gillet F., 2000. La Phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. Université de Neuchâtel, Institut de botanique. Doc. Labo. Écol. Vég., 1, 68 p.
- Gizicki, Z.S., Tamez, V., Galanopoulou, A.P. et al. Biol Invasions (2018) 20: 1537. <http://sci-hub.tw/10.1007/s10530-017-1645-4>
- González-Gómez, P.L., Bozinovic, F., Vásquez, R.A. (2011). Elements of episodic-like memory in free-living hummingbirds, energetic consequences. *Animal Behaviour* 81 :1257-1262.
- Grime, J.-P., 1979, Plant strategies and vegetation processes, John Wiley & Sons, New York, 22p. ; cite dans Michèle et al., Réponses des communautés végétales aux conditions environnementales : Perturbations ou contraintes. 63-77p. [URL : <http://www.set-revue.fr/sites/default/files/articles-eat/pdf/DG2008-PUB00024560.pdf>]

- Groupe sur l'évolution du climat (GIEC), Changements climatiques 2007 : les éléments scientifiques. Résumé à l'intention des décideurs, Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC, 2008, [GIEC 2008] ; cité dans Genre et changement climatique, s.d. [En ligne] URL : <http://www.rqfe.org/sites/default/files/u100/fiche1.pdf>
- Gunderson, L. 2000. Ecological resilience: in theory and application. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 31: 425-439.; cité dans Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., Mosseler, A. (2009). Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 43, 67 pages.
- Hardin, G., 1968. «The Tragedy of the commons». *Science* 162: 1243-1248 (1968).
- Harper K.A., Macdonald, S. E., Burton P.J., Chen J.Q., Brososke K.D., Saunders S.C., Euskirchen E.S., Roberts D., Jaiteh M.S. & Esseen P.A. (2005). Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, 19: 768- 782; cited in Niyukuri, Jonathan., Ndayishimiye, Joël., Nzigidahera, Benoît., Bogaert, Jean., Habonimana Bernadette. (2014). Diagnostic de l'effet lisière dans les paysages anthropisés du secteur Rwegura dans le Parc Naturel de la Kibira, Burundi. 6p.
- Harrison S. et Bruna E., (1999). Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure? *Ecography*, 22: 225-232; cited in Niyukuri, Jonathan., Ndayishimiye, Joël., Nzigidahera, Benoît., Bogaert, Jean., Habonimana Bernadette. (2014). Diagnostic de l'effet lisière dans les paysages anthropisés du secteur Rwegura dans le Parc Naturel de la Kibira, Burundi. 6p.
- Harrison, P.A., Berry, P.M., Simpson, G., Haslett, J.R., Blicharska, M., Bucur, M., Dunford, R., Egoh, B., Garcia-Ijorente, M., Geamănă, N., Geertsema, W., Lommelen, E., Meiresonne, L., Turkelboom, F., 2014. Linkages between biodiversity attributes and ecosystem services: a systematic review. *Ecosyst. Serv.* 9, 191-203.
- Hegyi, F. (1974). A simulation model for managing jackpine stands, In: Fries, J. (Ed.), *Proceedings of IUFRO meeting S4.01.04 on Growth models for tree and stand simulation*, Royal College of Forestry, Stockholm, Sweden; cited in Maleki, Kobra & Kiviste, Andres & Korjus, Henn. (2015). Analysis of Individual Tree Competition Effect on Diameter Growth of Silver Birch in Estonia. *Forest Systems*. 24. e023. 10.5424/fs/2015242-05742.
- Helvetas Swiss Intercooperation (HSI), Direction du développement et de la Coopération (DDC), Bureau d'Etudes et de Conseils Humanitaires (BUCOSEH). (2013). *Situation socio-économique et environnementale de l'Unité 2 de la Forêt des Pins*. Projet de Valorisation de la Biodiversité. Delmas 60, HTI.
- Hilaire, J. V., (2009). Stratégies de montage de l'Agence Nationale des Aires Protégées (ANAP). Résumé, 5p. URL : <http://taiguy.org/forum-ap-haiti/files/Strategie%20de%20montage%20ANAP%20-%20Synth%C3%A8se.pdf>
- Holling, C.S. 1973. Resilience and stability of ecosystems. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 4: 1-23; cité dans Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., Mosseler, A. (2009). Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 43, 67 pages.
- Hulme, M., Mitchell, J., Ingram, W., Lowe, J., Johns, T., New, M. & Viner, D., 1999. Climate change scenarios for global impacts studies. *Global Environmental Change* 9: S3-S19

- Institut Français de Padichéry (IFP). « L'homme et la Forêt en Inde du Sud : Modes de gestion et symbolisme de la forêt dans les Ghâts occidentaux », sous la dir., de Pouchepadass, J.P., Puyravaud, J. PH., Paris : KARTHALA, 2002. 224p
- Jackson, J.B.C., Johnson, K.G. (2000). Life in the last few million years. *Paleobiology* 26S:221-235.
- Jean-François Ponge. Perturbations, organismes et écosystèmes. 2012. <hal-00679149v>
- Keller, J-C., H, P-A., (2011). Les conséquences de l'augmentation du taux de CO₂ atmosphérique, état de la connaissance scientifique à fin 2010. URL : http://www.conferences-climat-energie.ch/ConferencesClimatEnergie/Medias_files/WECVersFrancaise.pdf
- Kull, C.A., Ratsirarson, J., Randriamboavonhy G., Les forêts de *tapia* des Hautes terres malgaches. *Terre Malgache*, **24**(2), 22-58 ; cité dans : Rakotondrasoa, L. et al., 2013. Analyse des facteurs anthropiques de dégradation des bois de *tapia* (*Uapaca bojeri*) d'Arivonimamo, pp. 13. In : VERHEGGEN, F., BOGAERT, Jan., HAUBRUGE, Éric., (ed.), *Les vers à soie malgaches*. Les presses agronomiques de Gembloux (Belgique).
- La Constitution de la République d'Haïti de 1987. Consulté le 07 Aout 2018. [En ligne] URL : <http://www.ifrc.org/docs/IDRL/Haiti/Constitution%201987.pdf>
- La Constitution de la République d'Haïti, 1987. Chap.3. URL : <http://www.ifrc.org/docs/IDRL/Haiti/Constitution%201987.pdf>
- Laurance, W. F., Bierregaard Jr., R. O. 1997. Tropical forest remnants: Ecology, management and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press, Chicago and London, 616p; cité dans MARTIN, Pascal. Influence de la fragmentation forestière sur la régénération des espèces arborées dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat : Univ. Genève, 2008, no. Sc. 3989
- Laurance, W. F., Delamonica, P., 1998. Tropical forest fragmentation and greenhouse gas emissions. *Forest Ecology and Management* 110 : 173-180
- Laurent, R. Les populations des montagnes du monde : répartition et systèmes de peuplement. *Prace geograficzne*, 2004, 113, pp.171-1837.
- Lloret, F., Siscart, D., Dalmases, C. (2004). Canopy recovery after drought dieback in holm-oak Mediterranean forests of Catalonia (NE Spain). *Global Change Biology*, 10, 2092–2099. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2004.00870.x> ; cite par Granda, Elena & Gazol, Antonio & Camarero, Jesús. (2018). Functional diversity differently shapes growth resilience to drought for coexisting pine species. *Journal of Vegetation Science*. 10.1111/jvs.12617.
- Lovejoy, T. E., Bierregaard Jr., R. O., Rylands, A. B., Malcolm, J. R., Quintela, C. E., Harper, L. H., Brown, Bibliographie 261 K. S. Jr., Powell, A. H., Powell, G. V. N., Schubart, H. O. R. & Hays, M. B. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: Soulé, M. E. (ed.) *Conservation biology: The science of scarcity and diversity*, pp. 257-285, Sinauer associates, Sunderland, USA; cited in André, M.P.J., 2010. Influence de la fragmentation forestière sur la régénération des espèces arborées dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Suisse, Genève, Faculté des Sciences de l'Université de Genève. 320p
- Lugo, A. E., Brown, S.L., Dodson, R., Smith, T.S., Shugart, H.H. (1999). The Holdridge life zones of the conterminous United States in relation to ecosystem mapping. *Journal of Biogeography*, 26, 1025–1038. [En ligne] URL : https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/ja_iitf_1999_lugo002.pdf

- Lyons, K. G. & Schwartz, M. W., 2001. Rare species loss alters ecosystemfunction - invasion resistance. *Ecology Letters* 4: 358-365 ; cité dans MARTIN, Pascal. Influence de la fragmentation forestière sur la régénération des espèces arborées dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat : Univ. Genève, 2008, no. Sc. 3989
- Malcolm, J. R., 1994. Edge effects in central amazonian forest fragments. *Ecology* 75 : 2438-2445 ; cited in André, M.P.J., 2010. Influence de la fragmentation forestière sur la régénération des espèces arborées dans le Sud-Ouest de la Cote d'Ivoire. Suisse, Genève, Faculté des Sciences de l'Université de Genève. 320p
- Maleki, Kobra & Kiviste, Andres & Korjus, Henn. (2015). Analysis of Individual Tree Competition Effect on Diameter Growth of Silver Birch in Estonia. *Forest Systems*. 24. e023. 10.5424/fs/2015242-05742.
- Malhi, Y., Grace, J., 2000. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *TRENDS in Ecology & Evolution* 15: 332-337
- M.E.D.D., 2002 : Les feux de forêt. Dossier d'information, France, 20 p. [En ligne] URL : www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DRNP/PI/doc/IFD/I_IFD_REFDOC_0071198/les-feux-de-foret-dossier-d-information
- Mencuccini, M., Martinez-Vilalta, J., Vanderklein, D., Hamid, H.A., Korakaki, E., Lee, S., & Michiels, B. (2005). Size-mediated ageing reduces vigour in trees. *Ecology Letters*, 8, 1183–1190. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00819.x> ; cité par Granda, Elena & Gazol, Antonio & Camarero, Jesús. (2018). Functional diversity differently shapes growth resilience to drought for coexisting pine species. *Journal of Vegetation Science*. 10.1111/jvs.12617.
- Meybeck et al., 2001, A new topology for mountain and other relief classes and application to global water resources and population distribution, *Mountain Research and Development*, 21, n°1, pp. 35–45; cite dans Laurent Rieutort. Les populations des montagnes du monde : répartition et systèmes de peuplement. *Prace geograficzne*, 2004, 113, pp.171-1837.
- Michon, G., Bouamrane, M., 1997. Anthropisation et artificialisation : Continuité ou rupture avec un état naturel ? In : Chaboud, C. and Gillon, Y. (eds.), *Dynamique et Usage des Ressources Renouvelables*. Orston, Paris, forthcoming.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *ECOSYSTEMS AND HUMAN WELL-BEING: WETLANDS AND WATER Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Miller, G.R., Cummins, R.P. (1982) Regeneration of Scot pine *Pinus sylvestris* at a natural tree-line in the Cairngorm Mountains, Scotland. *Holarctic Ecology*, 5, 27–34; cited in: Brooker, R.W., Scott, D., Palmer, S.C.F., Swaine, E., (2006). Transient facilitative effects of heather on Scots pine along a grazing disturbance gradient in Scottish moorland. *Journal of Ecology*, 94, 637-645.
- Ministère de l'Environnement (MDE) et Helvetas Swiss Intercooperation (HSI), 2017. Plan de gestion 2017-2022 du Parc National Naturel de l'Unité 2 de la Forêt des Pins.
- Ministère de l'Environnement (MDE), 1998. Implantation de la convention sur la diversité Biologique en Haiti : Rapport intérimaire à la quatrième conférence des Parties., Mars 1998. [<https://www.cbd.int/doc/world/ht/ht-nr-01-fr.pdf>]
- Ministère de l'Environnement (MDE), Agence Nationale des Aires Protégées (ANAP), (UNEP), Global Environment Facility (GEF), (2016). Cinquième Rapport National de la République d'Haïti sur la mise en œuvre de la Convention sur la diversité biologique. HTI. 312p.
- Ministère de la Justice, (1984). Code Rural Dr. Francois Duvalier. Consulté le 07 Juillet

2018. [En ligne] URL : http://www.agriculture.gouv.ht/view/01/IMG/pdf/Code_Rural_1984.pdf
- Ministère de la Justice, Aout 1984. Code rural de Francois Duvalier. URL : http://www.agriculture.gouv.ht/view/01/IMG/pdf/Code_Rural_1984.pdf
- Moretti, B., Modélisation du comportement des feux de forêt pour des outils d'aide à la décision. Modélisation et simulation. Université Pascal Paoli, 2015. Français.
- Morin, J., Gestion institutionnelle et réponses des populations face aux crises volcaniques : études de cas à La Réunion et en Grande Comore. Géographie. Université de la Réunion, 2012. Français.
- Murillo-Sandoval, P.J., Hilker, T., Krawchuk, M.A., Van Den Hoek, J., (2018). Detecting and attributing drivers of forest disturbance in the Colombian Andes using Landsat Times-series. *Forests* 2018, 9, 269. 44p
- Nageleisen, L.-M. (2005). Insectes sous-corticaux : des mortalités records dans l'est de la France en 2004. (La santé des forêts [France] en 2004) Min. Agri. et Pêche.(DGFAR), Paris, France, 6p.
- Noin, D. 1997. L'humanité sur la planète, Ed UNESCO, Paris, 46p + carte ; cité dans Laurent Rieutort. Les populations des montagnes du monde : répartition et systèmes de peuplement. *Prace geograficzne*, 2004, 113, pp.171-1837.
- Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE), (2004). Examens environnementaux de l'OCDE, Canada. Les éditions de l'OCDE, Paris, France. 260p.
- Odum E.P., Finn, J.T., Franz E.H., (1979). Perturbation theory and the Subsidy-Stress gradient. *Bioscience* 29:349–352.
- Oloff, H. and Ritchie, M.E., 2002. Fragmented nature: consequences for biodiversity. *Landscape and urban planning*, Vol.58, No.2-4, 83-92.
- Otsuka, Masahiro., (2003). Manuel sur la lutte contre le feu de végétation : Compilation du savoir-faire actuel. Antananarivo. 114p.
- Ouédrago, A., Thiombiano, A., Hahn-Hadjali, K., Guinko, S., Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse* 2006 ; 17(4) : 485-91. 22p
- Ouharon, Aicha., "L'approche néo-malthusianisme en question », dans : *Populations et Environnement dans les pays du Sud*, Sous la dir. De GENDREAU, Francis., GUBRY, Patrick., VÉRON, Jacques., Paris : KARTHALA, 1996. 79-91p.
- Palmer, S.C.F., Truscott, A.M., (2003). Browsing by deer on naturally regenerating Scots pine (*Pines sylvestris* L.) and its effects on sapling growth. *Forest Ecology and Management*, **182**, 31–47; cited in: Brooker, R.W., Scott, D., Palmer, S.C.F., Swaine, E., (2006). Transient facilitative effects of heather on Scots pine along a grazing disturbance gradient in Scottish moorland. *Journal of Ecology*, **94**, 637-645.
- Pescott, O. L., Stewart, G. B. (2014). Assessing the impact of human trampling on vegetation: a systematic review and meta-analysis of experimental evidence. *PeerJ*, 2, e360. <http://doi.org/10.7717/peerj.360>
- Peterson, G., C.R., Allen and C.S. Holling. 1998. Ecological resilience, biodiversity and scale. *Ecosystems* 1: 6-18. ; cité dans Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., Mosseler, A. (2009). Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 43, 67 pages.
- Philippe, L., (1999). La forêt amazonienne, un enjeu politique et social contemporain. *Autrepart* (9), 1999 : 97-120.

- Pickett S.T.A., Wu, J., Cadenasso, M.L. 1999. Patch dynamics and the ecology of disturbed ground: A framework for synthesis. Pages 707–722 in Walker LR, ed. *Ecosystems of the World: Ecosystems of Disturbed Ground*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Pickett, S.T.A., et P.S. White. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press INC., Orlando, 1985
- Picouet, M., (1997). Dynamique démographique et anthropisation dans les campagnes tunisiennes. In Gastellu, J-M. *La ruralité dans les pays du Sud à la fin du vingtième siècle*. Paris : ORSTOM, 675-694. (Colloques et Séminaires). Atelier sur la Ruralité dans les Pays du Sud à la Fin du Vingtième Siècle, Montpellier, (FRA), 1996/04/02-03. ISBN 2-7099-1369-0
- Pieret N., Delbart E., Vanderhoeven S., Mahy G., 2009. Méthodes de gestion des principales plantes invasives en zones humides. 1^{ère} Partie. URL <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/27374/1/gestion%20plantes%20invas06-08-5.pdf>
- Plana, E., Font, M., Serra, M., Borrás, M., Vilalta, O., Chauvin, S., Gladiné, J. 2016. Le feu et les incendies de forêt en méditerranée ; l'histoire d'une relation entre forêts et société. Cinq mythes et réalités, pour en savoir plus. Projet eFIREcom. Editions CTFC. 36pp
- Prevosto, B., 2005. Les indices de compétition en foresterie : exemples d'utilisation, intérêts et limites. ENGREF, Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, Nancy, France. 413-430p.
- Prodon, R., Fons, R., Peter, A-M., 1984. L'impact du feu sur la végétation, les oiseaux et les micromammifères, dans diverses formations méditerranéennes des Pyrénées orientales : Premiers résultats. Rev. Eco/. (Terre Vie), vol. 39, 1 984. 30p. URL http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/55159/LATERREETLAVIE_1984_39_2_129.pdf?sequence=1
- Pukkala, T., Kolström, T. Competition indices and the prediction of radial growth in Scots pine. *Silva Fennica*, vol. 21, 1987, pp. 55-67.
- Rakotondrasoa, L. et al., 2013. Analyse des facteurs anthropiques de dégradation des bois de tapia (*Uapaca bojeri*) d'Arivonimamo, pp. 13. In : VERHEGGEN, F., BOGAERT, Jan., HAUBRUGE, Éric., (ed.), *Les vers à soie malgaches*. Les presses agronomiques de Gembloux (Belgique).
- Reboul, A., Taris, B., (1965). La maladie hollandaise de l'orme *Ceratocystis ulmi* (Buism.) C. Moreau. In DELATOUR et L. LANIER : Etude du pouvoir pathogène du *Caliciopsis Pinea* Peck sur le Pin maritime des Landes. — A. FRANCIET : Une méthode de greffage du *Cupressus Dupreziana* sur *Cupressus sempervirens*. — O.P.G. : Jurisprudence.
- Reed, T.E., Schindler, D.E. & Waples, R.S. (2010). Interacting effects of phenotypic plasticity and evolution on population persistence in a changing climate. *Conservation Biology* 25:56-63.
- Reineke, L.H. Perfecting a stand density index for even-aged forests. — *Journal of Agricultural Research*, vol. 46, 1933, pp. 627-638.
- Rousseau, J. 2000. Plan de gestion et d'aménagement de la Réserve de la Forêt des Pins.
- Rouvinen S., Kuuluvainen, Structure and asymmetry of tree crowns in relation to local competition in a natural mature Scots pine forest. *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 27, 1997, pp. 890- 902.
- Schütz, J.-P. Les problèmes et les limites des approches de recherche en production dans les peuplements mélangés et les peuplements irréguliers. In : Les modèles de croissance forestière et leurs utilisations / U. Chhun-Huor Éd., Colloque international, 18-19 novembre 1993, Québec, Canada, pp. 97-111.

- Sciacca, S. (2009). *Document de synthèse des résultats d'inventaire dans l'Unité 2 de la Réserve de la Forêt des Pins*. Projet de Valorisation de la Biodiversité. Delmas 60, HTI :. [URL : file:///F:/Plan%20de%20gestion%20U2FP/PVB_prJVH/PVB_Études/PVB_Inventaire%20forestier%20U2-FdP_2009.pdf]
- Scylla, G.M., s.d. État des lieux de l'unité II de la forêt des Pins. 20p.
- Sousa, W. P., (1984). The role of disturbance in natural communities. *Annu Rev: Ecol Syst* 15:353–391
- Stampfli, A., Zeiter, M. (2004): “Plant regeneration directs changes in grassland composition after extreme drought: a 13-year study in southern Switzerland”, *J. Ecology*, 92, 568-576
- Staszewski J., 1957, *Vertical distribution of world population*, Polish Academy of sciences, Geographical Studies n°4, Varsovie, State Scientific publishing house, p. 116; cite dans Laurent Rieutort. Les populations des montagnes du monde : répartition et systèmes de peuplement. *Prace geograficzne*, 2004, 113, pp.171-183.
- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., Mosseler, A. (2009). Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 43, 67 pages.
- Tilman, D. (1985) The resource-ratio hypothesis of plant succession. *Am Nat* 125 :827–852.; cité dans Chris, J, P and Edwin, R. S. (1985). Competition and succession in an aspen-white-pine forest. *Journal of Ecology*: 83, 449-457
- Tilman, D., Community invasibility, recruitment limitation, and grassland biodiversity, *Ecology* 78 (1997) 81-92.)
- Tomé, M., Burkhardt, H.E. Distance-dependent competition measures for predicting growth of individual trees. *Forest Science*, vol. 35, 1989, pp. 816-831.
- Trewavas, A. (2005). Plant intelligence. *Naturwissenschaften* 92 :401-413.
- Turcati, L. (2011). Mesurer la biodiversité pour comprendre l'effet des perturbations sur les commutés végétales : apport des caractéristiques écologiques et évolutives des espèces. Thèse en Ecologie. Paris. 263p.
- Turner, M., Baker, W.L., Peterson C.J., et R.K. Peet. 1998. Factors influencing succession: lessons from large, infrequent natural disturbance. *Ecosystems* 1: 511-523 ; cité dans Cordonnier, Thomas. Disturbance, diversity and permanence of structures in forest ecosystems. Life Sciences [q-bio]. ENGREF (AgroParisTech), 2004. English.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2011). World Population Prospects: The 2010 Revision, Volume I: Comprehensive Tables. ST/ESA/SER.A/313.
- Van Andel, J., Van den Bergh, J.P. (1987) Disturbance of grasslands. In: Van Andel J, Bakker JP, Snaydon W (eds) Disturbance in grasslands – causes, effects and processes. Junk, Boston, pp 3–13
- Vennetier, M. 2000. Les forêts : Puits de carbone. t. XXI, n° 7, mars 2000. 32p
- Verheyen, K., Vanhellmont, M., Auge, H., Beaten, L., Baraloto, C., Barsoum, N., Bilodeau-Gauthier, S., Bruelheide, H., Castagneyrol, B., Godbold, D., Haasse, J., Hector, A., Jactel, H., Koricheva, J., Loreau, M., Mereu, S., Messier, C., Muys, B., Nolet, P., Paquette, A., Parker, J., Perring, M., Ponette, Q., Potvin, C., Reich, P., Smith, A., Weih, M., Scherer-Lorenzen, M., 2016. Contribution of a global network of tree diversity experiments to sustainable forest plantations. *Ambio* 45, 29-41.
- Voelker, S. (2011). Age-dependent changes in environmental influences on tree growth and their implications for forest responses to climate change. In F.C.

- Meinzer, T. Dawson, & B. Lachenbruch (Eds.), Size- and age-related changes in tree structure and function (pp. 455–480). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-94-007-1242-3>; cite par Granda, Elena & Gazol, Antonio & Camarero, Jesús. (2018). Functional diversity differently shapes growth resilience to drought for coexisting pine species. *Journal of Vegetation Science*. 10.1111/jvs.12617.
- Walker, B.H., C.S. Holling, S.R. Carpenter and A.P. Kinzig. 2004. Resilience, adaptability and transformability in socio-ecological systems. *Ecol and Society* 9: art. 5. Online at: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>; cité dans Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., Mosseler, A. (2009). *Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 43, 67 pages.
- Walter, J. (2006). Méthode du relevé floristique : Exercice. Méthodes d'études de la végétation, document inédit, Université du Québec à Hill
- Weng, Y.C., 2007. Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization. *Landscape and urban planning*, Vol.81, 341-353.
- White, P.S., Jentsch, Anke., 2001. The Search for Generality in Studies of Disturbance and Ecosystem Dynamic. 449p.
- Williams-Linera, G., 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology* 78: 356-373 ; in André, M.P.J., 2010. Influence de la fragmentation forestière sur la régénération des espèces arborées dans le Sud-Ouest de la Cote d'Ivoire. Suisse, Genève, Faculté des Sciences de l'Université de Genève. 320p
- Williams-Linera, G., Dominguez-Gastelu, V. & GarciaZurita, M. E., 1998. Microenvironment and floristics of different edges in a fragmented tropical rainforest. *Conservation Biology* 12 : 1091-1102 ; in André, M.P.J., 2010. Influence de la fragmentation forestière sur la régénération des espèces arborées dans le Sud-Ouest de la Cote d'Ivoire. Suisse, Genève, Faculté des Sciences de l'Université de Genève. 320p
- Wu, G.L., Shang, Z.H., Zhu, Y.J., Ding, L.M., Wang, D., (2015). Species-abundance-seed-size patterns within a plant community affected by grazing disturbance. *Ecol Appl*. 2015: 25(3) 848-55
- [www. Ecosociosystemes.fr/redondance.html](http://www.Ecosociosystemes.fr/redondance.html). Consulté le 13 Aout 2018.
- Zang, C., Hartl-Meier, C., Dittmar, C., Rothe, A., & Menzel, A. (2014). Patterns of drought tolerance in major European temperate forest trees: Climatic drivers and levels of variability. *Global Change Biology*, 20, 3767–3779.
<https://doi.org/10.1111/gcb.12637>; cité par Granda, Elena & Gazol, Antonio & Camarero, Jesús. (2018). Functional diversity differently shapes growth resilience to drought for coexisting pine species. *Journal of Vegetation Science*. 10.1111/jvs.12617.

Annexe 1 : Orientation des questions des Focus-groupes

Focus Groupe 1	Centre : Boucan D'Anjou		
Groupes/Type	(1) Eleveurs (2) Agriculteurs (3) Transformateurs de fruits (4) Exploitants de bois (5) Elus/leaders locaux		
Types de perturbation		Description	Raisons/Objectifs
1			
2			
3			
n			
Types de perturbation		Conséquences	Indicateurs
1			
2			
3			
n			

Types de perturbation	Perception sur les impacts	Pourcent pop concernée	Sévérité			Classement
1			Faible	Moyen	Elevé	1
2						2
3						3
n						4
Classement Pop :	1	2	3	4		n
Commentaires :						

Annexe 2 : Grille de collecte de données d'absence-Présence dans les quadrats sur les types de perturbations au niveau des 354 quadrats (variables ordinales)

Quadrats	Feu de végétation	Gemmage	Elevage	Coupe d'arbres	Fabrication de Chaux	Agriculture	Charbonnage
1	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non
2	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non
3	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non
4	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non
n	...	..	Oui	...	...	...	...

Annexe 3 : Grille de collecte de données d'absence-Présence dans les quadrats sur les types de perturbations au niveau des 354 quadrats (variables cardinales)

Quadrats	Feu de végétation	Gemmage	Elevage	Coupe d'arbres	Fabrication de Chaux	Agriculture	Charbonnage
1	0	0	1	0	0	0	0
2	0	1	1	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0	0
4	0	1	1	0	0	0	0
n	...	..	..	...	...	...	...

Annexe 1 : Fréquences des types de Perturbations dur le terrain

Perturbations	Fréquence	Total quadrat
Feu de végétation	149	
Gemmage	117	
Elevage	220	
Coupe d'arbres	412	
Chaux	7	
Agriculture	184	
Charbonnage	64	
TOTAL	1153	451

Annexe 5 : Résultats du Test de Friedman pour l'analyse de distributions de fréquence des perturbations avec le logiciel SPSS

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Feu de végétation	451	,33	,471	0	1
Gemmage	451	,26	,439	0	1
Elevage	451	,52	,500	0	1
Coupe d'arbres	451	,95	,225	0	1
Fabrication de Chaux	451	,02	,124	0	1
Agriculture	451	,41	,492	0	1
Charbonnage	451	,14	,349	0	1

Rangs

	Rang moyen
Feu de végétation	3,84
Gemmage	3,60
Elevage	4,51
Coupe d'arbres	6,00
Fabrication de Chaux	2,74
Agriculture	4,12
Charbonnage	3,19

Test^a

N	451
Khi-deux	1034,856
Ddl	6
Signification asymptotique	,000

Annexe 6 : Résultats du test Post-hoc (Wilcoxon apparié) pour la détermination des variables significativement différentes avec le logiciel SPSS

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Feu de végétation	451	,33	,471	0	1
Gemmage	451	,26	,439	0	1

Rangs

	N	Rang moyen	Somme des rangs
Gemmage - Feu de végétation	Rangs négatifs	67 ^a	3450,50
	Rangs positifs	35 ^b	1802,50
	Ex aequo	349 ^c	
	Total	451	

Test^a

	Gemmage - Feu de végétation
Z	-3,168 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,002

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Feu de végétation	451	,33	,471	0	1
Elevage	451	,52	,500	0	1

Rangs

	N	Rang moyen	Somme des rangs
Elevage - Feu de végétation	Rangs négatifs	111 ^a	154,50
	Rangs positifs	197 ^b	154,50
	Ex aequo	143 ^c	
	Total	451	

Test^a

	Elevage - Feu de végétation
Z	-4,900 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Feu de végétation	451	,33	,471	0	1
Coupe d'arbres	451	,95	,225	0	1

Rangs

	N	Rang moyen	Somme des rangs
Rangs négatifs	21 ^a	160,50	3370,50
Coupe d'arbres - Feu de végétation Rangs positifs	299 ^b	160,50	47989,50
Ex aequo	131 ^c		
Total	451		

Test^a

	Coupe d'arbres - Feu de végétation
Z	-15,541 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Feu de végétation	451	,33	,471	0	1
Fabrication de Chaux	451	,02	,124	0	1

Rangs

	N	Rang moyen	Somme des rangs
Rangs négatifs	143 ^a	72,50	10367,50
Fabrication de Chaux - Rangs positifs	1 ^b	72,50	72,50
Feu de végétation Ex aequo	307 ^c		
Total	451		

Test^a

	Fabrication de Chaux - Feu de végétation
Z	-11,833 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Feu de végétation	451	,33	,471	0	1
Agriculture	451	,41	,492	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Agriculture - Feu de végétation	Rangs négatifs	115 ^a	133,00	15295,00
	Rangs positifs	150 ^b	133,00	19950,00
	Ex aequo	186 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Agriculture - Feu de végétation
Z	-2,150 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,032

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Feu de végétation	451	,33	,471	0	1
Charbonnage	451	,14	,349	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Charbonnage - Feu de végétation	Rangs négatifs	85 ^a	43,00	3655,00
	Rangs positifs	0 ^b	,00	,00
	Ex aequo	366 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Charbonnage - Feu de végétation
Z	-9,220 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Gemmage	451	,26	,439	0	1
Elevage	451	,52	,500	0	1

Rangs

	N	Rang moyen	Somme des rangs
Rangs négatifs	49 ^a	108,50	5316,50
Rangs positifs	167 ^b	108,50	18119,50
Ex aequo	235 ^c		
Total	451		

Test^a

	Elevage - Gemmage
Z	-8,029 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Gemmage	451	,26	,439	0	1
Coupe d'arbres	451	,95	,225	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Coupe d'arbres - Gemmage	Rangs négatifs	8 ^a	163,50	1308,00
	Rangs positifs	318 ^b	163,50	51993,00
	Ex aequo	125 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Coupe d'arbres - Gemmage
Z	-17,169 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Gemmage	451	,26	,439	0	1
Fabrication de Chaux	451	,02	,124	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Fabrication de Chaux - Gemmage	Rangs négatifs	113 ^a	58,50	6610,50
	Rangs positifs	3 ^b	58,50	175,50
	Ex aequo	335 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Fabrication de Chaux - Gemmage
Z	-10,213 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Gemmage	451	,26	,439	0	1
Agricultur e	451	,41	,492	0	1

Rangs

	N	Rang moyen	Somme des rangs
Agriculture - Gemmage	Rangs négatifs	70 ^a	104,00
	Rangs positifs	137 ^b	104,00
	Ex aequo	244 ^c	
	Total	451	

Test^a

	Agriculture - Gemmage
Z	-4,657 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Gemmage	451	,26	,439	0	1
Charbonnage	451	,14	,349	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Charbonnage - Gemmage	Rangs négatifs	53 ^a	27,00	1431,00
	Rangs positifs	0 ^b	,00	,00
	Ex aequo	398 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Charbonnage - Gemmage
Z	-7,280 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Elevage	451	,52	,500	0	1
Coupe d'arbres	451	,95	,225	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Coupe d'arbres - Elevage	Rangs négatifs	3 ^a	99,50	298,50
	Rangs positifs	195 ^b	99,50	19402,50
	Ex aequo	253 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Coupe d'arbres - Elevage
Z	-13,645 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Elevage	451	,52	,500	0	1
Fabrication de Chaux	451	,02	,124	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Fabrication de Chaux - Elevage	Rangs négatifs	228 ^a	114,50	26106,00
	Rangs positifs	0 ^b	,00	,00
	Ex aequo	223 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Fabrication de Chaux - Elevage
Z	-15,100 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Elevage	451	,52	,500	0	1
Agricultur e	451	,41	,492	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Agriculture - Elevage	Rangs négatifs	157 ^a	132,00	20724,00
	Rangs positifs	106 ^b	132,00	13992,00
	Ex aequo	188 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Agriculture - Elevage
Z	-3,145 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,002

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Elevage	451	,52	,500	0	1
Charbonnage	451	,14	,349	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Charbonnage - Elevage	Rangs négatifs	205 ^a	120,00	24600,00
	Rangs positifs	34 ^b	120,00	4080,00
	Ex aequo	212 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Charbonnage - Elevage
Z	-11,061 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Coupe d'arbres	451	,95	,225	0	1
Fabrication de Chaux	451	,02	,124	0	1

Rangs

	N	Rang moyen	Somme des rangs
Rangs négatifs	420 ^a	210,50	88410,00
Fabrication de Chaux - Rangs positifs	0 ^b	,00	,00
Coupe d'arbres Ex aequo	31 ^c		
Total	451		

Test^a

	Fabrication de Chaux - Coupe d'arbres
Z	-20,494 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Coupe d'arbres	451	,95	,225	0	1
Agriculture	451	,41	,492	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Agriculture - Coupe d'arbres	Rangs négatifs	245 ^a	124,00	30380,00
	Rangs positifs	2 ^b	124,00	248,00
	Ex aequo	204 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Agriculture - Coupe d'arbres
Z	-15,462 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Coupe d'arbres	451	,95	,225	0	1
Charbonnage	451	,14	,349	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Charbonnage - Coupe d'arbres	Rangs négatifs	363 ^a	182,00	66066,00
	Rangs positifs	0 ^b	,00	,00
	Ex aequo	88 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Charbonnage - Coupe d'arbres
Z	-19,053 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Fabrication de Chaux	451	,02	,124	0	1
Agriculture	451	,41	,492	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Agriculture - Fabrication de Chaux	Rangs négatifs	0 ^a	,00	,00
	Rangs positifs	177 ^b	89,00	15753,00
	Ex aequo	274 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Agriculture - Fabrication de Chaux
Z	-13,304 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Fabrication de Chaux	451	,02	,124	0	1
Charbonnage	451	,14	,349	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Charbonnage - Fabrication de Chaux	Rangs négatifs	3 ^a	32,00	96,00
	Rangs positifs	60 ^b	32,00	1920,00
	Ex aequo	388 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Charbonnage - Fabrication de Chaux
Z	-7,181 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Statistiques descriptives

	N	Moyenn e	Ecart- type	Minimu m	Maximu m
Agriculture	451	,41	,492	0	1
Charbonnage	451	,14	,349	0	1

Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Charbonnage - Agriculture	Rangs négatifs	153 ^a	93,50	14305,50
	Rangs positifs	33 ^b	93,50	3085,50
	Ex aequo	265 ^c		
	Total	451		

Test^a

	Charbonnage - Agriculture
Z	-8,799 ^b
Signification asymptotique (bilatérale)	,000

Annexe 7 : Résultats du Test d'indépendance via l'analyse des correspondances multiples avec le logiciel SPSS

Récapitulatif de traitement des observations

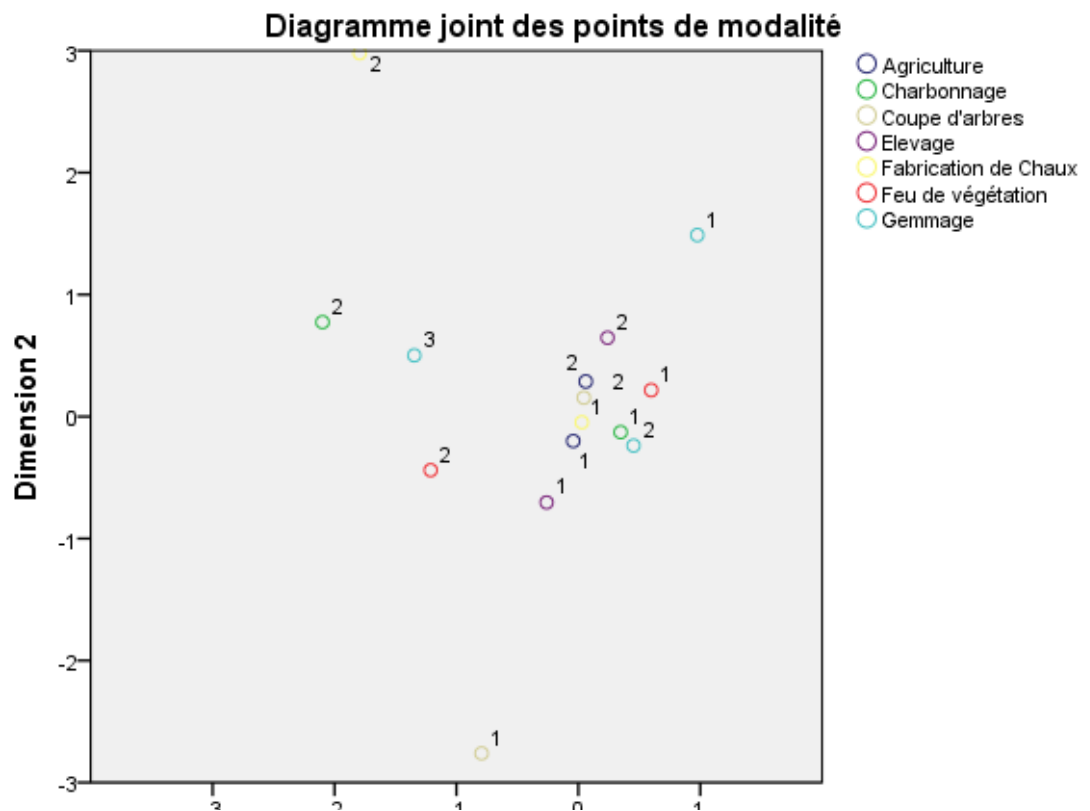
Observations valides actives	451
Observations actives avec valeurs manquantes	0
Observations supplémentaires	0
Total	451
Observations utilisées dans l'analyse	451

Historique des itérations

Numéro de l'itération	Variance expliquée		Perte
	Total	Augmentation	
77 ^a	1,842768	,000009	5,157232

Récapitulatif des modèles

Dimension	Alpha de Cronbach	Variance expliquée		
		Total (valeur propre)	Inertie	Pourcentage de variance expliquée
1	,647	2,246	,321	32,082
2	,356	1,440	,206	20,568
Total		3,686	,527	
Moyenne	,534 ^a	1,843	,263	26,325



Corrélations des variables transformées

Dimension: 1

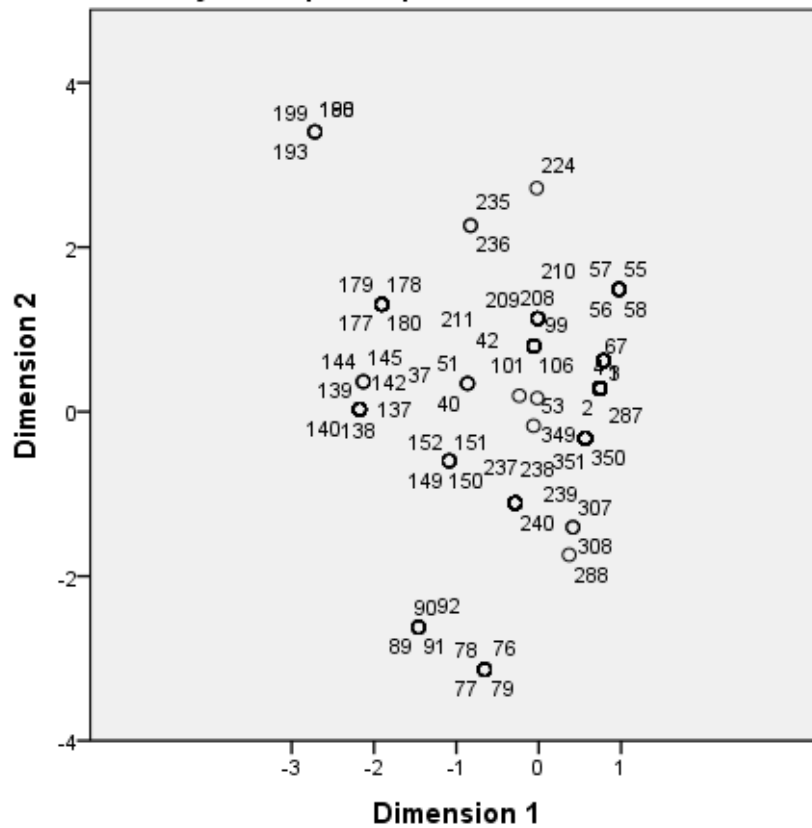
	Feu de végétation	Gemmage	Elevage	Coupe d'arbres	Fabrication de Chaux
Feu de végétation	1,000	,471	,374	,275	,141
Gemmage	,471	1,000	-,053	,043	,090
Elevage	,374	-,053	1,000	,188	-,120
Coupe d'arbres	,275	,043	,188	1,000	-,030
Fabrication de Chaux	,141	,090	-,120	-,030	1,000
Agriculture	,241	-,025	-,175	,158	-,151
Charbonnage	,579	,683	,043	-,096	,155
Dimension	1	2	3	4	5
Valeur propre	2,246	1,423	1,177	,961	,711

Corrélations des variables transformées

Dimension: 1

	Agriculture	Charbonnage
Feu de végétation	,241	,579
Gemmage	-,025	,683
Elevage	-,175	,043
Coupe d'arbres	,158	-,096
Fabrication de Chaux	-,151	,155
Agriculture	1,000	-,087
Charbonnage	-,087	1,000
Dimension	6	7
Valeur propre	,296	,187

Points des objets étiquetés par Nombres d'observations

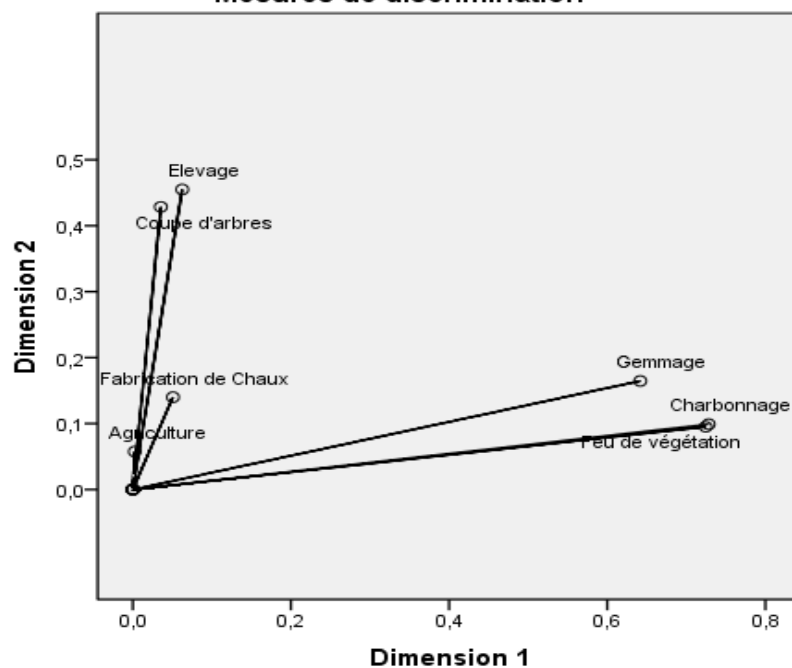


Normalisation principale de la variable.

Mesures de discrimination

	Dimension		Moyenn e
	1	2	
Feu de végétation	,725	,095	,410
Gemmage	,642	,165	,403
Elevage	,062	,455	,259
Coupe d'arbres	,035	,429	,232
Fabrication de Chaux	,051	,140	,095
Agriculture	,003	,058	,030
Charbonnage	,728	,099	,414
Total actif	2,246	1,440	1,843
Pourcentage de variance expliquée	32,082	20,568	26,325

Mesures de discrimination



Normalisation principale de la variable.

Annexe 8 : Tableau de calcul de la surface terrière par arbre.

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Surface terrière moyenne</i>
Elevage-Coupe d'arbres	2205	16.56821611
Feu de végétation/Gemmage/Elevage/Coupe	97	0.27407749
Feu de végétation/Elevage/Coupe	20	0.3687773
Feu de végétation	58	0.21669925
Feu de végétation/Gemmage	32	0.972153813
Elevage/Coupe/Gemmage	194	0.294281933
Feu de végétation/Coupe/Gemmage/Charbonnage	149	0.051944872
Feu de végétation/Coupe/Gemmage/Charbonnage/Agriculture	8	0.138297375
Feu de végétation/Coupe/Elevage/Gemmage/Charbonnage/Agriculture	128	0.073553887
Feu de végétation/Coupe/Elevage/Gemmage/Charbonnage/Agriculture/Chaux	22	0.048006318
Gemmage/Coupe/Agriculture	60	0.100366175
Elevage/Coupe/Agriculture	49	0.088671357
Elevage/Coupe/Agriculture/Chaux	4	0.307504125
Feu de végétation/Coupe/Elevage/Agriculture	6	0.155587
Feu de végétation/Coupe/Elevage/Agriculture/Chaux	15	0.0701162
Feu de végétation/Coupe	276	0.215835466