



DIRECTION DU REBOISEMENT ET DE LA GESTION DES PAYSAGES ET DES FORETS



RAPPORT FINAL INTEGRANT LA BIOMASSE DE L'ECOSYSTEME DES FORETS HUMIDES DE L'EST ET DES FORETS SECHES DE L'OUEST DE MADAGASCAR



DIRECTION DU REBOISEMENT ET DE LA GESTION DES PAYSAGES ET DES FORETS



RAPPORT FINAL INTEGRANT LA BIOMASSE DE L'ECOSYSTEME DES FORETS HUMIDES DE L'EST ET DES FORETS SECHES DE L'OUEST DE MADAGASCAR

Rédigé par

RAZAFINDRAHANTA Hanitriniaina

Email : hrazafindrahanta@gmail.com, Tel : 0340562101

ANDRIAMANAITRA Setra

Email : andriamanaitra@gmail.com, Tel : 0340433329

Résumé

La disponibilité des données fiables fait partie des tâches des institutions œuvrant dans le domaine de l'environnement et des forêts. Pour ce qui est des ressources forestières, des techniques de collecte de données sont déjà acquises et n'attendent que d'être appliquées. Les données ainsi collectées servent de base de traitement, d'analyse et donc, de base de discussions pour les prises de décisions.

Dans le cadre de ce travail, un inventaire forestier dans les écorégions de l'Est (14 régions côtières) et de l'Ouest (06 régions côtières) de Madagascar a été effectué par le Ministère en charge des forêts entre le mois d'Octobre et de Décembre 2020. Cet inventaire entre dans le cadre de l'évaluation de la biomasse des écosystèmes forestiers de Madagascar. Pour atteindre les objectifs, les paramètres noms vernaculaires, diamètre à hauteur poitrine et hauteurs ont été pris. Après saisie et traitement des données, des bases de données relatives aux espèces végétales forestières ont été formées.

A l'issus des analyses, la forêt de l'écorégion de l'Est a été caractérisé par 113 familles végétales, 337 genres, 716 espèces forestières avec un DHP moyen de 22,48cm, d'une hauteur totale de 12,08m, surface terrière de 35,02m²/ha, d'une potentialité de 257,54m³/ha et de volume commercialisable de 70,79m³/ha. En termes de biomasse, la forêt dense humide de l'écorégion de l'Est dispose de 203,94tms/ha en biomasse aérienne, de 47,56tms/ha en biomasse souterraine, une très très faible quantité en biomasse de bois mort sur pied et enfin, 0,07tms/ha en biomasse des débris (bois mort couché). La forêt humide dégradée dispose de 188,22tms/ha en biomasse aérienne, de 43,33tms/ha en biomasse souterraine, une très très faible quantité en biomasse de bois mort sur pied, 0,09tms/ha en biomasse des débris. La forêt secondaire dispose de 91,11tms/ha en biomasse aérienne, de 115,43tms/ha en biomasse souterraine, 0,01tms/ha en biomasse de bois mort sur pied et enfin, 0,04tms/ha en biomasse des débris.

La forêt de l'écorégion de l'Ouest a été caractérisée 94 familles végétales, 265 genres et 466 espèces forestières avec un DHP moyen de 18,92cm, hauteur totale de 07,41m, surface terrière de 9,85m²/ha, d'une potentialité moyenne de 41,53m³/ha et de volume commercialisable de 9,71m³/ha. En termes de biomasse, la forêt dense sèche dispose de 47,82tms/ha en biomasse aérienne, de 13,74tms/ha en biomasse souterraine, 0,03tms/ha en biomasse de bois mort sur pied et enfin, 0,15tms/ha en biomasse des débris et la forêt sèche dégradée dispose de 36,28tms/ha en biomasse aérienne, de 10,82tms/ha en biomasse souterraine, de 0,01tms/ha en biomasse de bois mort sur pied et enfin, 0,09tms/ha en biomasse des débris.

Mots clés : Espèces, biomasse, Ecorégion de l'Est, Ecorégion de l'Ouest, Madagascar

TABLE DES MATIERES

1	Introduction	1
2	Matériels et méthodes.....	2
2.1	Localisation et caractéristiques des zones d'inventaires.....	2
2.2	Matériels utilisés	3
2.3	Dispositif d'inventaire : Unité d'échantillonnage	4
2.3.1	Grille d'inventaire	4
2.3.2	Placette d'inventaire	4
2.4	Traitement des données.....	5
2.4.1	Cortège floristique.....	5
2.4.2	Fréquence des espèces	5
2.4.3	Densité des espèces	6
2.4.4	Dominance des espèces	6
2.4.5	Importance des espèces	6
2.4.6	Surface terrière G	7
2.4.7	Volume (total et fût) des arbres sur pied.....	7
2.4.8	Régénération naturelle.....	7
2.4.9	Densité spécifique des espèces (DHP \geq 5cm).....	8
2.4.10	Biomasse souterraine	8
2.4.11	Biomasse des espèces à DHP \geq 5cm	9
2.4.12	Facteur d'échelle.....	11
2.5	Analyse statistique.....	12
2.5.1	Moyenne arithmétique	12
2.5.2	Ecartype	12
2.5.3	Erreur standard (90%)	12
2.5.4	Intervalle de confiance (90%) et estimation minimale de confiance.....	13
3	Résultats	14
3.1	Forêt dense humide de l'Est	14
3.1.1	Richesse faunistique	16
3.1.2	Couverture de la canopée.....	17
3.1.3	Richesse floristique	17
3.1.4	Paramètres sylvicoles des zones d'inventaire de l'Est	21
3.1.5	Fréquence, Densité, dominance, importance des espèces.....	23
3.1.6	Caractéristiques des espèces importantes de la forêt dense humide.....	25
3.1.7	Caractéristiques des espèces importantes de la forêt humide dégradée.....	29
3.1.8	Caractéristiques des espèces importantes de la forêt secondaire	33

3.1.9	Taux et capacité de regeneration.....	35
3.1.10	Biomasses	35
3.2	Forêt dense sèche de l'Ouest.....	38
3.2.1	Richesse faunistique selon les occupations.....	39
3.2.2	Couverture de la canopée	39
3.2.3	Richesse floristique	40
3.2.4	Paramètres sylvicoles des zones d'inventaire de l'Ouest	43
3.2.5	Fréquence, Densité, dominance, importance des espèces	45
3.2.6	Caractéristiques des espèces importantes de la forêt dense sèche	46
3.2.7	Caractéristiques des espèces importantes de la forêt sèche dégradée	50
3.2.8	Taux et capacité de regeneration.....	52
3.2.9	Biomasses	53
3.3	Biomasses par placettes des deux écorégions.....	54
4	Conclusions et recommandations	55
	Documents consultés.....	56

Liste des tableaux

Tableau 1 : Quotients racinaire/foliacé (RSR).....	9
Tableau 2: Description des placettes.....	11
Tableau 3 : Répartition des placettes d'inventaires de l'Est selon la Région et les occupations spatiales.....	14
Tableau 4 : Paramètres sylvicoles des formations végétales des zones d'inventaires.....	21
Tableau 5 : Paramètres sylvicoles des espèces dans les différentes formations végétales.....	23
Tableau 6 : Biomasse des espèces supérieures à de DHP>5cm (Vielledent et al, 2012) dans la forêt dense humide.....	36
Tableau 7 : Biomasse des espèces supérieures à de DHP>5cm (Vielledent et al, 2012) dans la forêt humide dégradée.....	36
Tableau 8 : Biomasse des espèces supérieures à de DHP>5cm (Vielledent et al, 2012) dans la forêt secondaire.....	37
Tableau 9 : Répartition des placettes d'inventaires de l'Ouest selon la Région et les occupations spatiales.....	38
Tableau 10 : Paramètres sylvicoles des formations végétales des zones d'inventaires : DHP, hauteurs surfaces terrières et biovolume.....	43
Tableau 11 : Paramètres sylvicoles des espèces dans la forêt dense sèche.....	44
Tableau 12 : Paramètres sylvicoles des espèces dans la forêt sèche dégradée.....	45
Tableau 13 : Biomasse des espèces supérieures à de DHP>5cm (LRA, 2021) dans le forêt dense sèche.....	53
Tableau 14 : Biomasse des espèces supérieures à de DHP>5cm (LRA, 2021) dans la forêt sèche dégradée.....	54

Liste des figures

Figure 1 : Grille d'inventaire forestier 4*4km de côté.....	4
Figure 2 : Dispositif d'inventaire.....	5
Figure 3 : Arbre de décision d'attribution des densités spécifiques.....	8
Figure 4 : Abondance de d'espèce de faune selon les occupations.....	16
Figure 5 : Couverture de la canopée de l'écosystème de forêt de l'EST de Madagascar.....	17
Figure 6 : Familles des espèces forestières dans l'Ecorégion de l'Est de Madagascar.....	20
Figure 7 : Répartition des 18 espèces importantes dans la forêt dense humide de l'Est.....	25

Figure 8 : Proportion de la densité (en %) par rapport au nombre total de tige de l'espèce (DHP \geq 2,5cm) ; proportion des biovolumes (en %) par rapport au volume total (DHP \geq 5cm) selon les classes de diamètre pour les espèces végétales importantes de la forêt dense humide de l'Est..	28
Figure 9 : Répartition des 15 espèces importantes dans la forêt humide dégradée de l'Est	29
Figure 10 : Proportion de la densité (en %) par rapport au nombre total de tige de l'espèce (DHP \geq 2,5cm) ; proportion des biovolumes (en %) par rapport au volume total (DHP \geq 5cm) selon les classes de diamètre pour les espèces végétales importantes de la forêt humide dégradée de l'Est	31
Figure 11 : Répartition des 18 espèces importantes dans la forêt secondaire de l'Est.....	33
Figure 12 : Proportion de la densité (en %) par rapport au nombre total de tige de l'espèce (DHP \geq 2,5cm) ; proportion des biovolumes (en %) par rapport au volume total (DHP \geq 5cm) selon les classes de diamètre pour les espèces végétales importantes de la forêt secondaire de l'Est.....	35
Figure 13 : Taux de régénération naturelle des espèces forestières.....	35
Figure 14 : Nombre d'espèces de faune dans l'écorégion de l'Ouest de Madagascar	39
Figure 15 : Couverture de canopée observée dans les zones d'inventaire de l'écosystème forestier de l'Ouest de Madagascar	40
Figure 16 : Familles des espèces forestières dans l'Ecorégion de l'Ouest de Madagascar	42
Figure 17 : Répartition des 14 espèces importantes dans la forêt dense sèche de l'Ouest.....	46
Figure 18 : Proportion de la densité (en %) par rapport au nombre total de tige de l'espèce (DHP \geq 2,5cm) ; proportion des biovolumes (en %) par rapport au volume total (DHP \geq 5cm) selon les classes de diamètre pour les espèces végétales importantes de la forêt dense sèche.....	48
Figure 19 : Répartition des 17 espèces importantes dans la forêt sèche dégradée de l'Ouest	50
Figure 20 : Proportion de la densité (en %) par rapport au nombre total de tige de l'espèce (DHP \geq 2,5cm) ; proportion des biovolumes (en %) par rapport au volume total (DHP \geq 5cm) selon les classes de diamètre pour les espèces végétales importantes de la forêt sèche dégradée	52
Figure 21 :Taux de régénération naturelle des espèces forestières.....	53

Liste des cartes

Carte 1 : Carte de répartition des placettes d'inventaire

Carte 2 : Carte de biomasses des placettes d'inventaire

1 Introduction

La dégradation des ressources forestières dans les zones tropicales n'est plus à démontrer. Des milliers d'hectares partent en fumée annuellement par différentes pratiques et pour diverses raisons. Jusqu'à ce jour, les ressources forestières constituent encore une source de combustible non négligeable dans de nombreux pays notamment africains. Pour Madagascar, c'est même une source de revenu de plusieurs milliers de ménages. Pourtant, la forêt joue un rôle important dans la régulation du climat, de la disponibilité des sources d'eaux et de nombreux services forestiers. Selon les études faites par Pan et al. (2011), la forêt a un rôle majeur dans le cycle global du carbone car elle contient 40 à 50 % du carbone terrestre. De ce fait, sa perte affecte la qualité de l'environnement en général et aussi diminue certaine capacité naturelle favorisant la vie sur terre. Sur ce point, les études faites par Van der Werf et al. (2009) a prouvé que la perte du couvert forestier résultant de la déforestation et de la dégradation des forêts augmente environ 10-15 % les émissions mondiales annuelles de gaz à effet de serre.

Malgré cela, Madagascar n'est pas encore en mesure de prouver sa situation car elle ne dispose pas de données suffisantes sur l'état de ses stocks forestiers. De ce fait, elle est dans l'incapacité .d'estimer le stock de bois, la biomasse et la capacité de séquestration de carbone de ses ressources forestières. Le dernier inventaire écologique et forestier national (IEFN) en 1996 est totalement dépassé par la situation sociale, économique et politique du pays. Constatant cette situation, le Ministère en charge des forêts s'est arrangé avec ses bailleurs de fonds et ce à travers le projet REDD+ de conduire un inventaire forestier dans les écorégions de l'Est et de l'Ouest de Madagascar. Cela afin de disposer des données spatiales, de diagnostic de l'état des écosystèmes forestiers ainsi que les indices de dégradation de ces zones. Pour cela, le Ministère responsable a mobilisé ses ressources pour conduire l'inventaire national notamment la Direction du Reboisement et de la Gestion des Paysages et des Forêts (DRGPF), les Directions Régionales de l'Environnement et du Développement Durable et les Cantonnements de l'Environnement et du Développement Durable.

Le présent rapport constitue le rapport d'inventaire de l'écorégion de l'Est et de l'Ouest de Madagascar et une estimation de la biomasse des espèces à DHP supérieur à 5cm. Une base de données d'inventaire forestier de ces écorégions a été élaborée. Les données collectées ont été traitées et analysées dans le but de calculer la biomasse globale afin d'estimer la capacité de séquestration de carbone de ces forêts.

Ainsi, l'objectif général est d'établir la valeur de la biomasse des forêts de l'Ecorégion de l'Est et de l'Ecorégion de l'Ouest de Madagascar. Les objectifs spécifiques sont de :

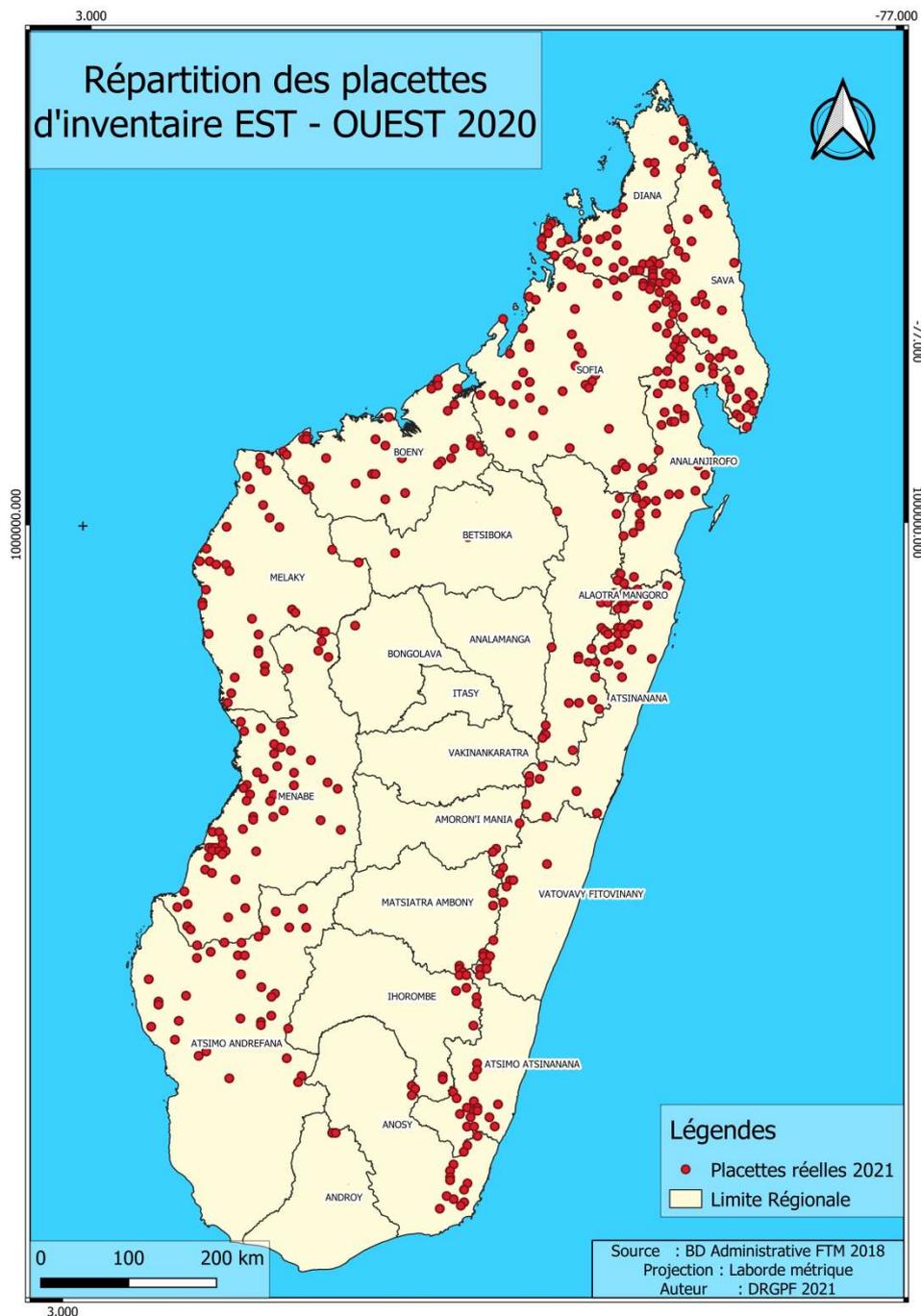
- 1) Disposer des placettes permanentes de suivi systématique en vue de suivre les changements de stock de biomasse;
- 2) Constituer les bases de données dendrométriques de l'Ecorégion de l'Est et de l'Ouest.

3) Disposer la valeur de la biomasse des occupations spatiales des écosystèmes forestiers de l'Est et Ouest de Madagascar.

2 Matériels et méthodes

2.1 Localisation et caractéristiques des zones d'inventaires

La collecte des données a été effectuée dans les placettes définies d'avance. Elles se répartissent suivant la carte ci-après :



Carte 1 : Carte de répartition des placettes d'inventaire

Les Régions d'inventaire de la forêt de l'écorégion de l'Est se trouvaient à AlaotraMangoro, Amoron'i Mania, Analamanga, Analanjorofo, Anosy, Atsimo Atsinanana, Atsinanana, Haute Matsiatra, Ihorombe, Sava, Sud-est et VatovavyFitovinany. Pour les régions de l'écorégion de l'Ouest, elles se situaient à Androy, Atsimo Andrefana, Betsiboka, Boeny, Bongolava, Diana, Ihorombe, Melaky, Menabe. L'inventaire a également eu lieu dans deux Régions Diana et Sofia où les deux types d'Ecorégion humide de l'Est et sèche de l'Ouest sont présents. Les données sur les ressources forestières objets du déplacement en forêt ont été rassemblées lors de cette intervention.

2.2 Matériels utilisés

Pour la réalisation de cet inventaire, quatorze équipes techniques issues de différentes Directions du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable ont été impliquées. Elles ont été formées pour collecter les données forestières de l'écorégion de l'Est et de l'Ecorégion de l'Ouest de Madagascar. Chaque équipe a été constituée d'un chef d'équipe, de techniciens (forestiers et écologistes) et d'un représentant ou du cantonnement dans les Districts. Des personnes locales ont été recrutées pour accompagner l'équipe dans les zones d'inventaires pour servir de guide, de para taxonomiste et de porteur. Pour atteindre les zones d'inventaire, des voitures tout terrain, des pirogues ou tous autres matériels roulants adaptés ont été utilisés pour respecter le délais impartis et surtout, pour arriver dans les zones d'inventaires. La durée des travaux d'inventaire a été de l'ordre de 90 jours.

Les matériels suivant ont été utilisés par l'équipe :

- Fiche de collecte des données d'inventaire forestier;
- Fiche d'information stationnelle et d'autres observations supplémentaires ;
- GPS pour la localisation des grappes et du centre des placettes ;
- Boussole pour l'orientation du transect et pour le respect des azimuts ;
- Appareils photos pour la photographie de la couverture forestière ;
- Décamètre pour la délimitation des placettes;
- Ruban dendrométrique et OSM pour la mesure du diamètre à hauteur poitrine (DHP130).

2.3 Dispositif d'inventaire : Unité d'échantillonnage

2.3.1 Grille d'inventaire

La grille nationale de 4km x 4km de côté élaborée par les équipes de la DGEF et du BNCCC-REDD+ durant l'inventaire des forêts de mangroves et épineuses a été utilisée. Le nœud de la grille constitue le centre de la placette. L'objectif étant d'avoir les informations correspondantes au centre de la placette de CollectEarth. Ce qui va permettre par la suite le suivi en permanence à partir de la télédétection. Les informations obtenues sur terrain sont liées à ces points.

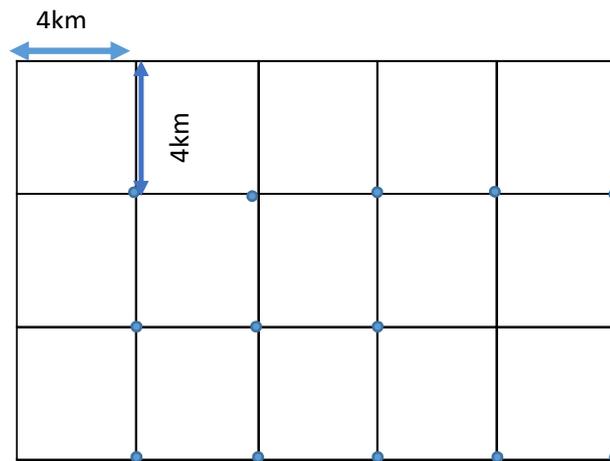


Figure 1 : Grille d'inventaire forestier 4*4km de côté

2.3.2 Placette d'inventaire

Une placette carrée de 50m de côté a été adoptée pour l'inventaire des ressources forestières.

- Elle présente une proportionnalité avec la grille de 4km*4km de côté et disposant d'une surface de 0,25ha. Avec cette placette, il est facile d'avoir le 0,5ha relatif à la définition de la forêt pour l'évaluation de stock de carbone.
- Les erreurs relatives sont bonnes par rapport à la placette ronde et le traitement des données sera plus facile. Il y aura donc plus de précision.
- La répétition de la placette est plus importante qu'avec les grappes. En effet, l'emplacement des grappes ne donne pas une bonne répartition par rapport à la placette indépendante.

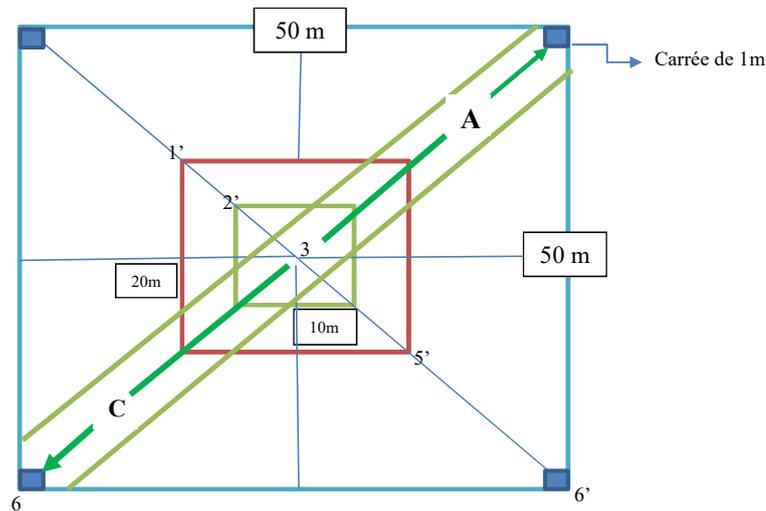


Figure 2 : Dispositif d'inventaire

L'unité d'échantillonnage est constituée par trois sous placettes correspondant aux intervalles de diamètre des arbres, et, quatre petits placeaux pour les régénérations et sous-bois. Ces placeaux sont répartis sur les quatre coins de la sous-placette des gros arbres pour avoir une idée de variation de l'ensemble.

2.4 Traitement des données

2.4.1 Cortège floristique

Les noms vernaculaires ont été traduits en nom scientifique (espèce, genre et famille). Plusieurs références ont été utilisées. Les données d'inventaires de l'Ecorégion humide de l'Est réalisées en 2016, la base de données de Tropicos et autres documents ont été consultées, rassemblés et retraités pour constituer une nouvelle base de données. Cette dernière a été utilisée pour l'identification des noms vernaculaires de la forêt de l'Ecorégion de l'Ouest. Afin de réduire le nombre des inconnus, l'internet a été utilisé.

2.4.2 Fréquence des espèces

La fréquence des espèces exprime la répartition ou l'observation d'une espèce dans chaque placette inventoriée. Elle exprime la présence/absence d'une espèce dans chaque placette. La fréquence relative correspond à la part en pourcent où l'espèce considérée a été relevée.

- Une fréquence relative élevée signifie que l'espèce est bien répartie dans le massif forestier inventorié ou l'espèce se trouve dans un grand nombre de placette.
- Une fréquence relative basse indique par contre que l'espèce est relativement rare. L'espèce ne se rencontre que dans quelques-unes des placettes.

Lors de l'analyse des données d'inventaire, la fréquence des espèces a été analysée sur les arbres, arbustes, plantules à DHP $\geq 2,5$ cm.

2.4.3 Densité des espèces

La densité absolue d'une espèce indique le nombre de tige moyen à l'hectare de l'espèce. Elle exprime le nombre de tiges à l'hectare de l'espèce et son rapport avec le nombre de tiges total toutes espèces confondues. La densité relative d'une espèce correspond au pourcentage du nombre de tiges par hectare de l'espèce considérée par rapport au nombre total de tiges par hectare toutes espèces confondues.

- Une densité relative élevée signifie que l'espèce est présente en grand nombre dans une seule zone d'inventaire ;
- Une densité relative basse indique le contraire.

Dans cette analyse, le calcul de la densité concerne les espèces de ligneuses, plantules et arbustes à DHP $\geq 2,5$ cm.

2.4.4 Dominance des espèces

La dominance d'une espèce désigne la surface terrière moyenne à l'hectare d'une espèce. La dominance relative d'une espèce correspond au pourcentage de la surface terrière par hectare de l'espèce considérée par rapport à la surface terrière totale par hectare toutes espèces confondues.

- Une dominance relative élevée indique que l'espèce atteint un degré de couverture élevé parmi l'ensemble des espèces.
- Une dominance relative basse signifie que l'espèce est mal représentée dans les peuplements inventoriés.

Dans cette analyse, la dominance concerne toutes les espèces ligneuses, plantules et arbustes inventoriées à DHP $\geq 2,5$ cm.

2.4.5 Importance des espèces

L'importance d'une espèce ou d'un groupe d'espèces est utilisée comme indice pour déterminer les rangs des espèces relevées lors d'un inventaire. Elle correspond à la somme de la fréquence, de la densité et de la dominance relative de l'espèce considérée. L'importance relative est exprimée en pourcentage selon la formule ci-dessous.

$$\text{Importance (\%)} = \text{Fréquence (\%)} + \text{Densité (\%)} + \text{Dominance (\%)} \quad (2)$$

2.4.6 Surface terrière G

La surface terrière a été obtenue par le calcul de la surface terrière de chaque arbre sur pied. La somme des surfaces donne la valeur de la surface terrière totale des grappes d'inventaires. Les valeurs trouvées ont été ramenées en hectare. La surface terrière a été calculée suivant la formule ci-après :

$$G(m^2) = \pi * \frac{dhp^2}{4} \quad (4)$$

où G (m²) est la surface terrière et,
dhp (m) le diamètre à hauteur poitrine

2.4.7 Volume (total et fût) des arbres sur pied

La formule de Dawkins (in CAILLIEZ, 1980) pour le cubage des arbres de diamètre inférieur à 23 cm a été utilisée selon la formule 5 :

$$V = 0,53 * \pi * dhp^2 * \frac{L}{4} \quad (5)$$

Les unités sont :

- 0,53 est le coefficient de forme,
- Volume (V) en m³,
- Diamètre à hauteur poitrine (DHP) en m et,
- Hauteur (L) en m.

2.4.8 Régénération naturelle

Les individus ayant un DHP entre 2,5 – 10 cm ont été pris comme individus de régénération et ils ont été comptés dans les placettes. Les individus ayant un DHP > 2,5 cm seulement ont été pris en compte. En dessous de cette taille, la majorité des individus ne supportent pas les effets des différents paramètres (biotiques et abiotiques) et meurent facilement. Selon Rothe (1964), le taux de régénération est donné par la formule suivante :

$$TR (\%) = 100 * \frac{Nr}{Ns} \quad (12)$$

Où

TR : taux de régénération en %

Nr : le nombre d'individus régénérés (2,5≤DHP≤10 cm)

Ns : est le nombre des semenciers (DHP>10 cm).

2.4.9 Densité spécifique des espèces (DHP ≥ 5cm)

Pour l'évaluation de la biomasse des sites/espèces, la recherche des densités spécifiques, générique et au niveau famille a été primordiale. Pour cela, les bases de données de Vielledent et al (2012), de Zanne et al (2009), de Zanne et al (2009) Madagascar, de Perr-FH et de LRA (2021) ont été utilisées.

La figure ci-après a été respectée lors de la recherche des densités spécifiques.

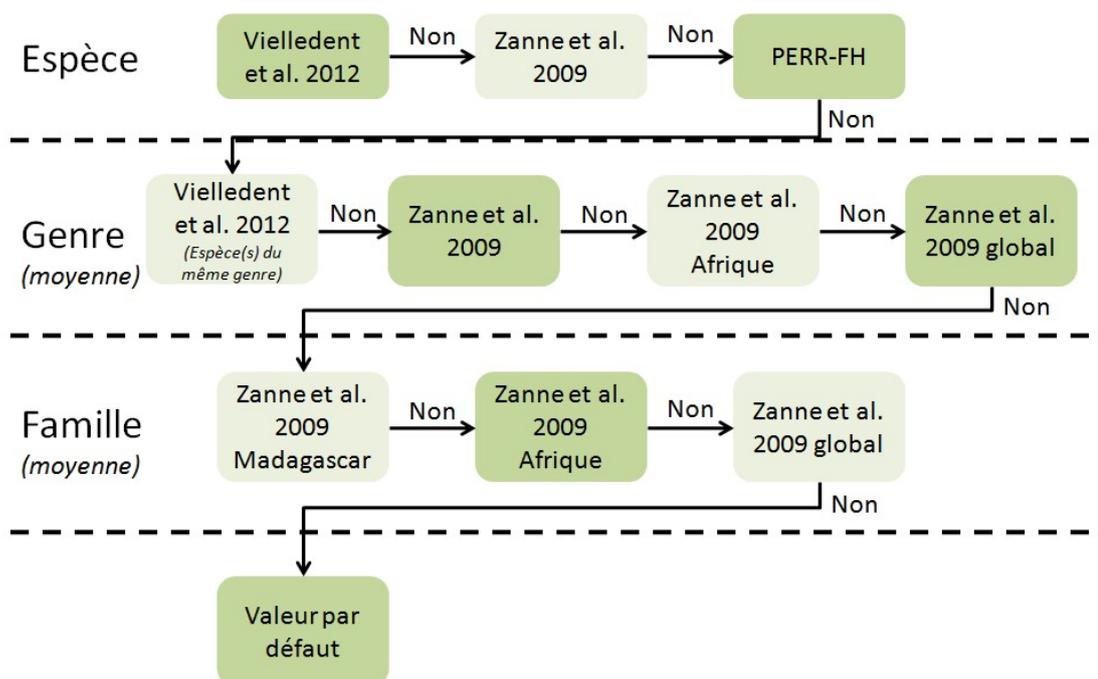


Figure 3 : Arbre de décision d'attribution des densités spécifiques

La recherche de la densité a été faite en premier lieu au niveau espèce. En cas d'échec, elle a été faite au niveau genre et le cas échéant, au niveau famille. Au cas où une seule espèce du même genre était indiquée dans la base de données, c'est la densité de cette espèce qui a été attribuée. Si l'espèce n'a pas été répertoriée dans les bases de données disponibles, la valeur de densité par défaut 0,5 a été attribuée.

2.4.10 Biomasse souterraine

La biomasse souterraine a été estimée en utilisant un quotient racinaire/foliacé (root shoot ratio, RSR).

Tableau 1 : Quotients racinaire/foliacé (RSR)

Catégorie de végétation (issu de mokany et al. 2006)	Correspondance avec les écorégions du nerf	Root- Shoot ratio	Intervalle de Confiance à 90%	Intervalle de Confiance à 90% [%]
Forêt tropicale humide décidue > 125 tms/ha	Forêt humide	0,235	+/- 0,08	+/- 36,05%
Forêt tropicale humide décidue < 125 tms/ha	Forêt humide non-forêt de l'écorégion des forêts humides	0,205	+/- 0,02	+/- 9,84%
Forêt tropicale/subtropicale 20 tms/ha	Forêt sèche Forêt épineuse sèche >	0,275	+/- 0,02	+/- 6,89%
Forêt tropicale/subtropicale < 20 tms/ha	Forêt sèche Forêt épineuse Non-forêt des écorégions des sèche Forêts sèches et épineuses	0,563	+/- 0,20	+/- 35,95%

Source: Mokany et al. (2006)

2.4.11 Biomasse des espèces à DHP ≥ 5cm

Le calcul de la biomasse aérienne de l'Ecorégion de l'Ouest a été effectué à partir des données issues des placettes d'inventaires définies en avance.

Pour la forêt de l'Ecorégion de l'Est, la formule de Veilledent et al (2012) a été utilisée pour l'estimation de la biomasse aérienne. En effet, l'élaboration de cette formule a impliqué des données issues des forêts de l'Est de Madagascar. Aussi, les valeurs locales obtenues à partir des mesures locales sont les plus recommandées et rapprochent des réalités. La formule est :

$$AGBest = EXP(-1.103 + 1.994 * Ln(DHP) + 0.317 * Ln (Hest) + 1.303 * Ln (\rho))(1)$$

Avec :

AGBest : Biomasse aérienne estimée, exprimée en tonnes de matière sèche (tms)

ρ : infra densité du bois (t/m³)

DHP : Diamètre à Hauteur Poitrine (DHP) (cm)

Hest : Hauteur totale de l'arbre estimée (m)

Pour la forêt de l'Ecorégion de l'Ouest, la formule/allométrie élaborée par le LRA (2021) issue des données d'inventaires des forêts de l'Ouest de Madagascar a été utilisée. La formule est :

$$AGB = EXP(0.597 + 1.05 * (LnDHP) + 0.232 * (LnDHP)^2 + 2.447 * Ln\rho) \quad (2)$$

Avec :

AGB : biomasse (kgMS),

DHP : Diamètre à Hauteur Poitrine (DHP) (cm),

Ln : logarithme népérien,

ρ : infra densité du bois au niveau genre (g/cm³)

Pour le calcul du carbone dans le réservoir des bois morts, la méthodologie décrit dans l'outil du MDP « Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in deadwood and litter in AR CDM projectactivities »¹ a été appliqué. L'unique déviation à la méthodologie a été faite par rapport au bois mort sur le sol car seulement, les données des arbres abattus ont été collectées (DHP et hauteur totale). La biomasse de l'arbre a été calculée en considérant l'arbre comme le volume d'un cône, pas comme un cylindre.

Pour les bois morts qui ont perdu les feuilles, les brindilles et les petites branches à dhp inférieur à 10 cm, la formule suivante a été utilisée :

$$\text{Biomasse (tms/ha)} = EXP(-1,103+1,994*LN(D)+0,317*LN(Ht)+1,303*LN(DS))*FE/1000 \quad (3)$$

Pour les bois morts sans feuilles, brindilles, petites branches (<10 cm) et grandes branches, la formule utilisée a été la suivante

$$\text{Biomasse (tms/ha)} = \text{Pi}/4*DS*0,57*D*(Ht/(Ht-1,3))^{0,8}*Ht*FRD*FE/1000 \quad (4)$$

¹<http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-12-v3.1.pdf>

Pour les bois morts sur pieds, la biomasse par hectare a été calculée à partir de la formule suivante:

$$\text{Biomasse (tms/ha)} = \text{PI}() / 4 * \text{DS} * (\text{D}^2) / 3 * \text{Ht} * \text{FRD} * \text{FE} / 1000 \quad (5)$$

Avec :

tms : Tonnes de matières sèches

D : Diamètre à hauteur poitrine

FE : Facteur d'échelle

DS : Densité Spécifique

Ht : Hauteur totale

FRD : Facteur de réduction de la densité

2.4.12 Facteur d'échelle

Un facteur d'échelle a été appliqué pour mettre à l'échelle de 1ha les valeurs calculées au niveau de chaque arbre. Etant donné que chaque placette est constituée de 04 sous-placettes, différents facteurs d'échelles ont été attribués en fonction du DHP de chaque arbre. Le tableau 5 indique les facteurs d'échelle pour les sous-placettes de dimension fixe.

Tableau 2: Description des placettes

DHP [cm]	Côtés	Surface (Côté*côté) en m ²	Facteur d'échelle	DHP (cm) Ecorégion	
				Est	Ouest
Petits arbres	10	100	100	5 <DHP≤15	5<DHP≤10
Arbres moyens	20	400	25	15<DHP≤30	10<DHP≤20
Gros arbres	50	2500	4	>=30	>=20
Régénérations	(1*1)*4	4	2500	<5	<5

Le DHP (cm), la hauteur totale (m), la qualité des arbres morts ont été relevés.

2.5 Analyse statistique

2.5.1 Moyenne arithmétique

L'échantillonnage ne donne pas des valeurs réelles. Les résultats des échantillonnages sont toujours des estimations par rapport à l'ensemble de la population étudiée. De ce fait, la moyenne

a été calculée à partir de la formule suivante.

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (13)$$

Où y_i est la valeur du paramètre pour le $i^{\text{ème}}$ échantillon et n est le nombre total d'échantillons relevés. Le calcul de la moyenne arithmétique est automatisé sur le tableur Excel.

La moyenne a été utilisée pour connaître la valeur moyenne de la hauteur totale, de la hauteur fût ainsi que du diamètre à hauteur poitrine à 1,30m du sol. L'analyse de la valeur des surfaces terrières, des volumes ainsi que de la biomasse ont également réalisées vu l'utilisation de la moyenne arithmétique. Enfin, elle a été utilisée pour savoir la tendance générale des arbres sur pieds ou de la formation en générale dans les zones d'inventaires.

2.5.2 Ecartype

L'écartype détermine la variation absolue selon la formule

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}} \quad (14)$$

où $n-1$ est le nombre de degrés de liberté.

A chaque fois que la moyenne des variables a été calculée, la valeur de l'écartype l'a été également. L'écartype a été calculé pour connaître la distribution des variables par rapport à la moyenne.

2.5.3 Erreur standard (90%)

L'incertitude de la moyenne arithmétique estimée par les échantillons diminue avec l'augmentation du nombre d'échantillons. Cette incertitude est exprimée par l'erreur standard de la

moyenne arithmétique suite à son importance ou erreur standard et donnée par la formule ci après.

$$E = \frac{S}{\bar{y}} \quad (15)$$

Se basant de cette formule, l'erreur standard relative se calcule avec la même formule, mais par rapport au coefficient de variation au lieu de l'écartype. Il est donné par

$$E\% = \frac{S\%}{\bar{y}} \quad (16)$$

2.5.4 Intervalle de confiance (90%) et estimation minimale de confiance

Elle est la zone des deux côtés de la moyenne arithmétique qui contient avec une certaine probabilité la moyenne réelle. L'intervalle de confiance se calcule par :

$$\text{Borne supérieure} = \bar{y} + tE$$

$$\text{Borne inférieure} = \bar{y} - tE$$

(17)

Concernant l'estimation minimale de confiance, l'intervalle de confiance détermine les limites inférieure et supérieure qui seront dépassées avec une certaine probabilité ou dépassement bilatéral. Dans le cas de cet inventaire forestier, il est normal d'indiquer la valeur qui représente un minimum nécessaire et atteint avec une certaine probabilité. Sa valeur est calculée par la formule :

$$\text{EMC} = \bar{y} - tE \quad (18)$$

Où \bar{y} est la moyenne arithmétique et t la valeur de t de Student dans la table.

3 Résultats

3.1 Forêt dense humide de l'Est

La forêt dense humide de l'Est a été caractérisée par la présence de trois (03) formations végétales. Elles sont la forêt dense humide (Pente $39,23 \pm 19,39\%$), la forêt humide dégradée (Pente $39,49 \pm 20,73\%$) et la forêt secondaire (Pente 24%).

Tableau 3 : Répartition des placettes d'inventaires de l'Est selon la Région et les occupations spatiales

Région	Occupation	Placettes
AlaotraMan goro	Forêt dense humide	175/149, 176/151, 182/144, 182/146, 190/144, 195/141, 196/129, 200/137, 206/142, 213/141, 214/137, 216/143, 224/127, 225/126,
	Forêt humide dégradée	149/150, 153/131, 154/149, 179/148, 179/151, 214/134,
	Forêt secondaire	199/137 201/140, 229/135
AMORON'I MANIA	Forêt dense humide	252/119
	Forêt humide dégradée	260/112 261/111
ANALAMA NGA	Forêt dense humide	221/127
ANALANJI ROFO	Forêt dense humide	101/171, 102/169, 104/167, 105/169, 108/175, 109/162, 112/170, , 112/183, 113/161, 113/166, 114/184, , 116/162 , 123/170, 124/170, , 125/166, 126/163, 145/157, 147/158, 148/165, 149/155, 150/158, 150/161, 151/157, 154/156, 161/151, 173/150, 174/154, 99/170
	Forêt humide dégradée	105/178, 108/179, 109/165, 110/179, 114/170, 121/168, 122/164 125/167, 134/162, 139/174, 142/176, 147/173, 148/168, 154/161, 160/154,
Anosy	Forêt dense humide	351/106, 354/103, 360/99, 362/98, 364/98, 365/98, 366/103, 370/97, 371/99, 373/101, 374/95
	Forêt humide dégradée	335/87, , 338/87, 345/84, 368/102

Région	Occupation	Placettes
	Forêt secondaire	372/102
ATSIMO ATSINANA NA	Forêt dense humide	328/106, 337/99, 339/100, 340/105, 342/103, 342/106, 343/105, 343/106, 344/101, 348/103, 348/105, 348/111, 356/102,
	Forêt humide dégradée	330/106, 332/105, 345/104
Atsinanana	Forêt dense humide	173/150, 179/153, 181/154, 183/150, 184/149, 189/153, 190/149, 190/150, 190/152, 191/145, 192/146, 192/149, 192/151, 195/149, 197/145, 197/153, ,201/142 ,234/126 ,239/122, 246/121
	Forêt humide dégradée	178/155, 182/152, 183/158, 184/151, 189/155, ,201/146, 202/149, , 238/125, 242/136
	Forêt secondaire	177/164, 196/147, 200/159, ,206/150, 237/122, , 249/142, 250/127,
Diana	Forêt dense humide	62/130, ,3/129, 64/166, , 65/129, 69/150, 74/152, 74/161, 75/160, 76/149, , 7/157
	Forêt humide dégradée	67/127, 68/133, 74/141, 74/143, 74/144, 75/158, 77/155, 77/156, 77/161, 79/152
	Forêt secondaire	66/147, 67/135, 67/141, 67/145, 69/127, 72/131
HAUTE MATSIATR A	Forêt dense humide	293/108, 294/110, 298/101
	Forêt humide dégradée	274/111, 278/111, 294/108, 297/101
IHOROMB E	Forêt dense humide	300/101, 300/103
	Forêt humide dégradée	299/102, 304/103, 304/123, 305/100, 307/106, 309/106, 316/105, 332/96, 333/96, 336/89
SAVA	Forêt dense humide	103/183, 104/185, 105/181, 109/187, 115/184, 116/190, 117/191, 118/186, 120/190, 121/189, 123/186, 124/187, 50/181, , 61/172, 68/173, 71/169, 78/165, 79/166, 80/168, 81/161, 81/163, 81/165, 85/166, 85/176, 86/167, 87/174, 88/168, 89/168, 92/170, 97/174, 97/177
	Forêt humide dégradée	127/189, 58/177, 68/168, 73/171, 75/163, 78/161, 78/167, 79/161, 90/182, 99/179
	Forêt secondaire	75/186, 88/177

Région	Occupation	Placettes
SOFIA	Forêt dense humide	105/166, 138/151, 140/149, 76/139, 80/149, 81/144, 81/158, 82/160, 83/160, 84/163, 85/150, 87/165, 88/162, 89/161, 91/167, 94/166, 97/165, 99/168
	Forêt humide dégradée	139/152, 140/160, 82/158, 95/162
	Forêt secondaire	75/136
VATOVAV Y FITOVINA NY	Forêt dense humide	270/116, 270/117, 289/111, 296/109,
	Forêt humide dégradée	266/114, 268/113, 272/115, 277/115, ,298/107, 298/109, 300/107
	Forêt secondaire	265/127

3.1.1 Richesse faunistique

La forêt dense humide a concentré plus d'espèce de faune que la forêt humide dégradée et de la forêt secondaire. Elle abrite plus d'espèces végétales comme aliments de ces faunes et constitue encore l'habitat de ces dernières. Les espèces les plus fréquentes dans la forêt dense humide ont été *Coracopsis nigra* (Boeza, 40), *Nectariniasouimanga* (Soy, 35), *Potamochoeruslarvatus* (Lambo, 34), *Vareciavariegatavariegata* (Varika, 27), *Papilliosp* (Lolo, 26), *Indriindri* (Babakoto, 24), *Nectarinianotata* (Soimanga, 16), *Couacaerulea* (Taitso manga, 14), *Hypsipetesmadagascariensis* (Tsikirovana, 14)

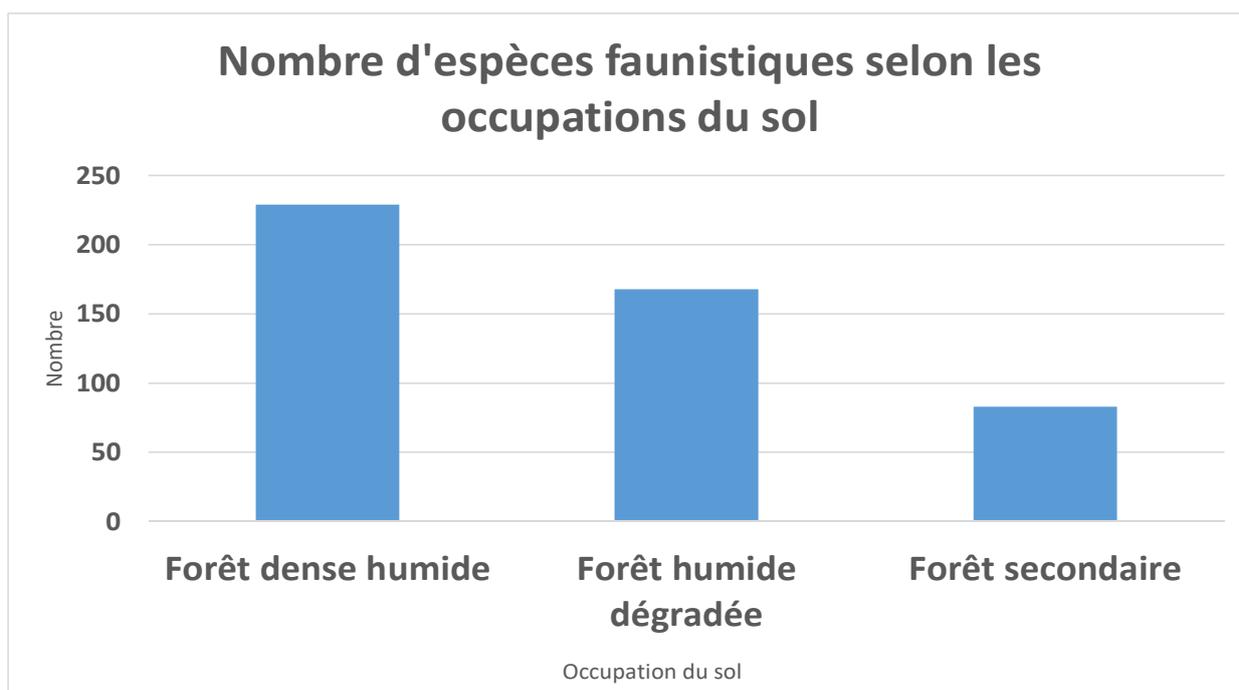


Figure 4 : Abondance de d'espèce de faune selon les occupations

3.1.2 Couverture de la canopée.

Dans son ensemble, la couverture de la canopée des zones forestières de l'Est de Madagascar dépasse encore les 50%. Cette couverture de la canopée a été élevée notamment dans les Régions SAVA (78,02%), Vatovavy Fitovinany (69,22%) et SOFIA (68,92%).

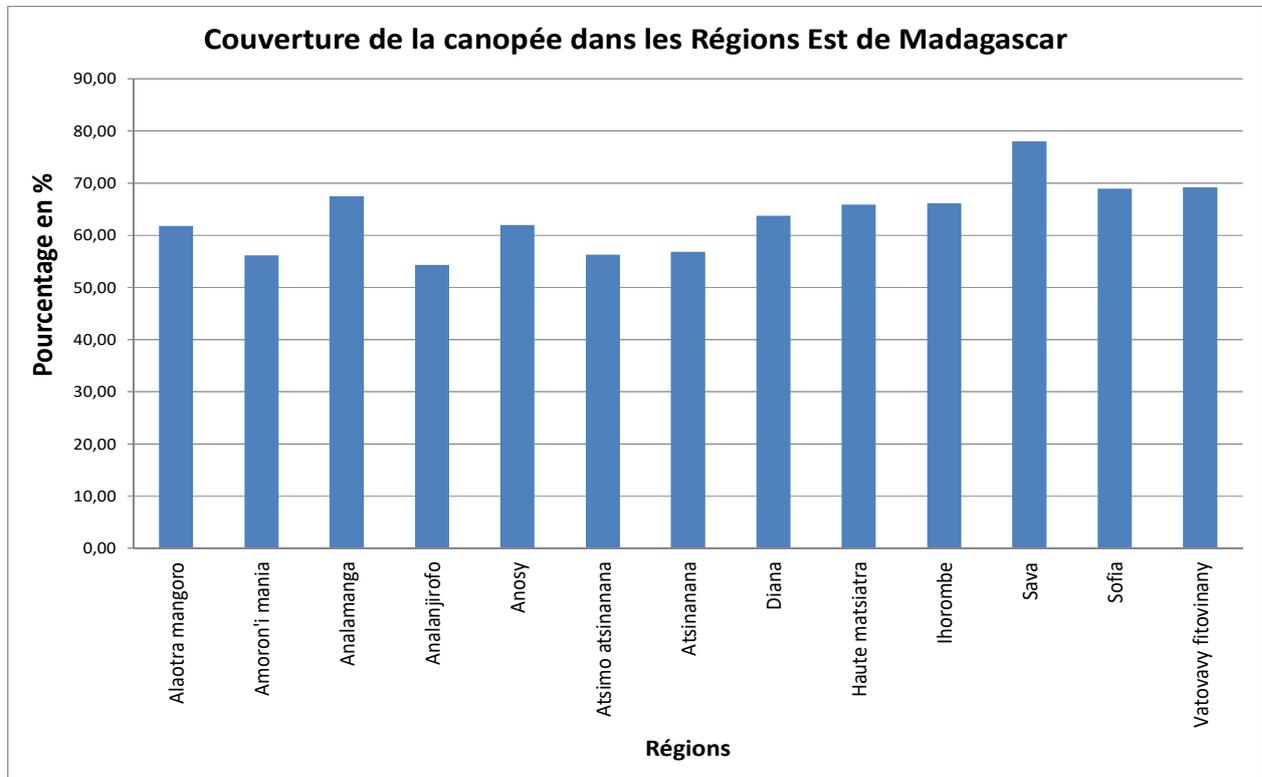
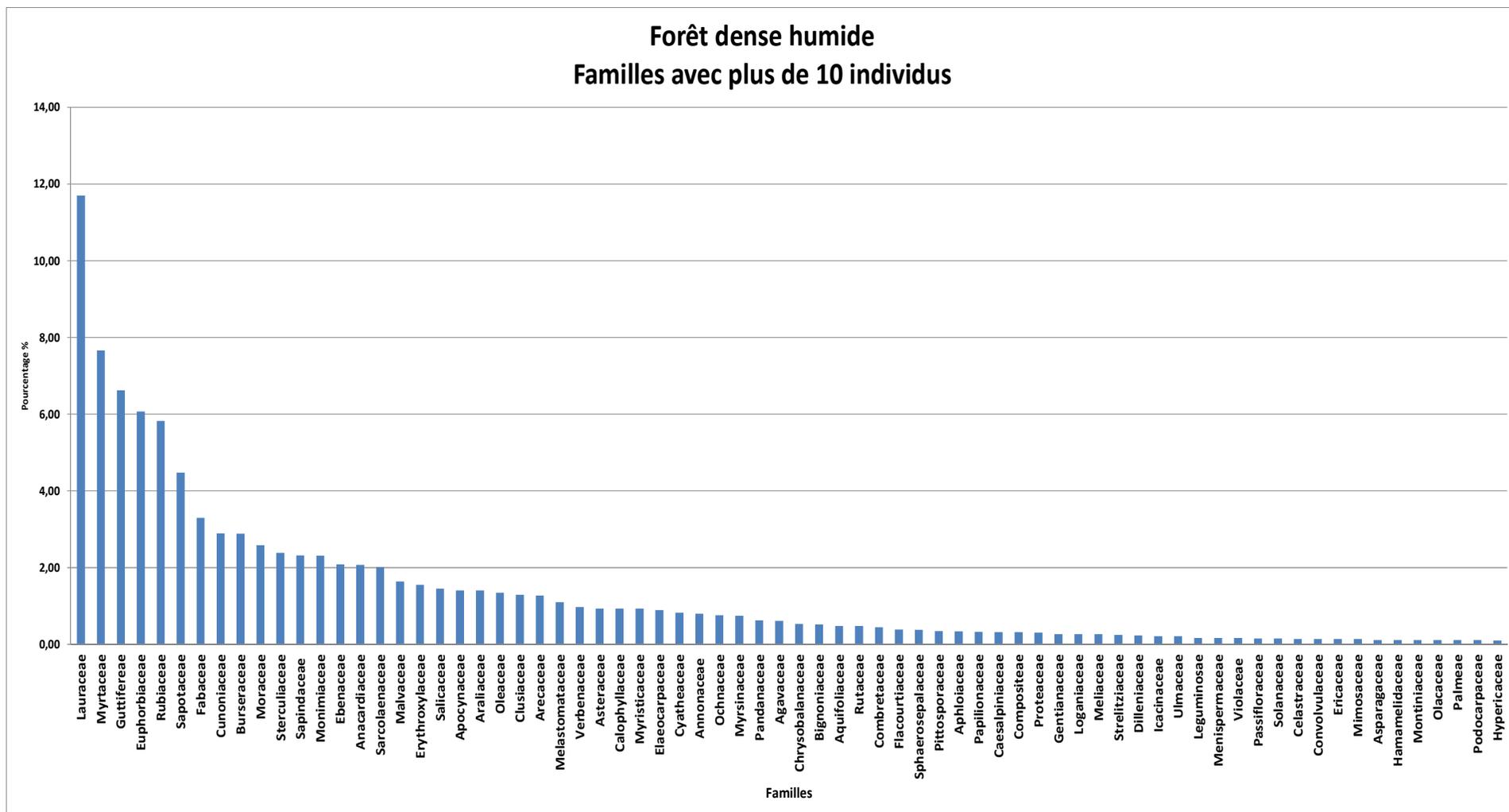


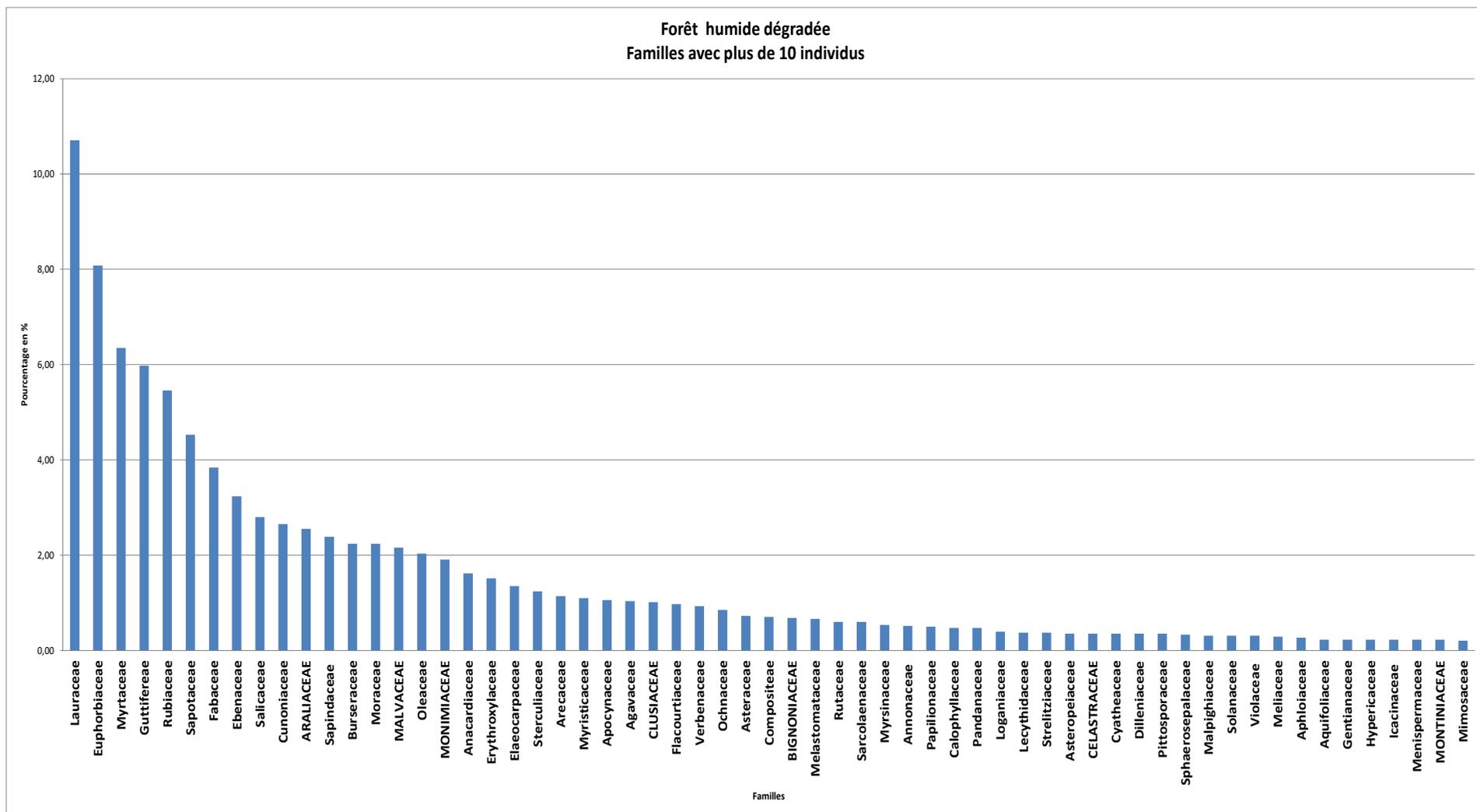
Figure 5 : Couverture de la canopée de l'écosystème de forêt de l'EST de Madagascar

3.1.3 Richesse floristique

Au total, l'écosystème de forêt humide de l'Est de Madagascar dispose de 125 familles regroupant 284 genres et 930 espèces végétales. Selon les formations existantes de la partie Est de Madagascar, la forêt dense humide a regroupé plus de famille végétale (98 familles) que les autres formations telles que la forêt humide dégradée (97 familles), et la forêt secondaire (67 familles). Particulièrement,

- Les familles Lauraceae, Myrtaceae, Guttifereae Euphorbiaceae et Rubiaceae ont dominé la Forêt dense humide,
 - Les familles Lauraceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae, Guttifereae et Rubiaceae ont dominé la forêt humide dégradée,
- Enfin, les familles Myrtaceae, Sarcolaenaceae, Lauraceae, Strelitziaceae et Fabaceae ont dominé la formation secondaire.





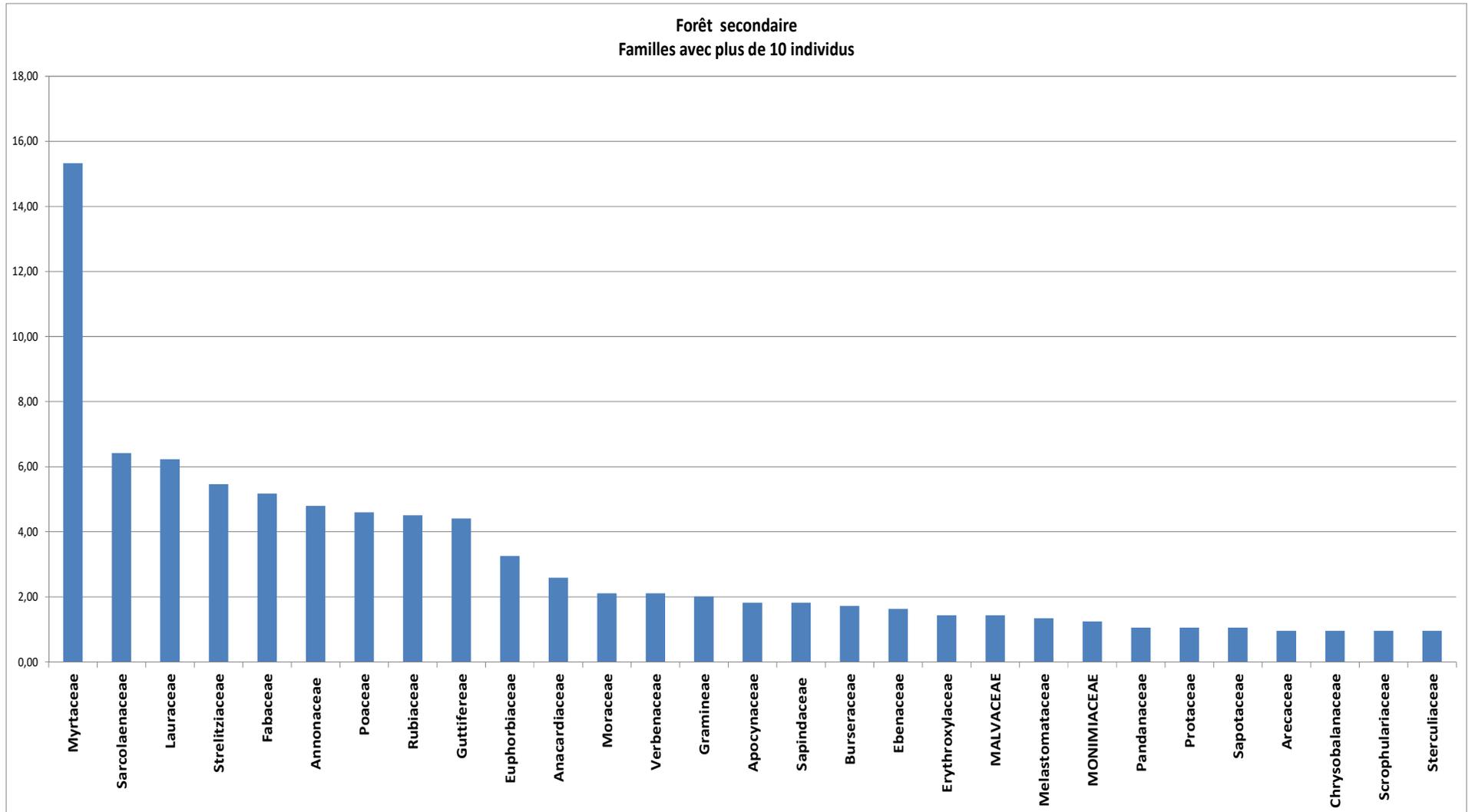


Figure 6 : Familles des espèces forestières dans l'Ecorégion de l'Est de Madagascar

3.1.4 Paramètres sylvicoles des zones d'inventaire de l'Est

Les paramètres sylvicoles des formations végétales et des espèces des zones d'inventaires se sont distingués par rapport aux différentes occupations du sol.

Selon les formations, pour la forêt dense humide, la moyenne des DHP a été de 21,20cm avec une hauteur totale de 11,52m, de hauteur fût 11,46m, de surface terrière 0,68m²/ha et de volume total de l'ordre de 5,06m³/ha et un volume commercialisable de 1,38m³/ha. Ces paramètres sylvicoles ont été rencontrés à plusieurs reprises lors de l'inventaire et explique largement la valeur des coefficients de variation.

Pour la forêt humide dégradée, elle a été caractérisée par des arbres à DHP moyen de 20,21 cm, de HT 11,17m, de surface terrière 0,67m²/ha et de volume total de l'ordre de 4,77m³/ha. Le volume commercialisable a été de 1,06m³/ha. Selon les résultats, il est possible d'observer le regroupement d'arbres de différents diamètres. Cela est expliqué par la valeur des coefficients de variation des différents paramètres et qui n'est pas loin de la valeur de référence.

Dans la formation secondaire, la valeur du DHP moyen des arbres a été de 11,47cm avec une hauteur totale de 9,07m, de hauteur fût 7,10m. La valeur des surfaces terrières étant de 0,50m²/ha avec une potentialité de 2,42m³/ha.

Tableau 4 : Paramètres sylvicoles des formations végétales des zones d'inventaires

Forêt dense humide	DHP (cm)	HT (m)	H_FUT (m)	Dens/ha	G/ha (m ²)	VT/ha (m ³)	VF/ha (m ³)	V commerc (m ³)
Moyenne	21,20	11,52	11,46	439,29	0,68	5,06	1,51	1,38
Ecart type	6,69	3,14	3,19	334,83	0,22	2,59	1,35	1,32
Coefficient de variation	31,58	27,23	27,61	76,22	32,61	51,08	89,17	95,42
IC (90%)	2,40	1,56	1,58	26,29		1,90	2,22	2,17
Erreur statistique (90%)	2,82	1,53	1,54	58,39	0,09	0,67	0,20	0,18
Borne inférieure de l'IC confiance	18,79	9,97	9,98	413,01		3,16	-0,71	-0,79
Borne supérieure de l'IC	23,60	13,08	13,15	465,58		6,97	3,73	3,56

Forêt humide dégradée	DHP (cm)	HT (m)	H_FUT (m)	Dens/ha	G/ha (m2)	VT/ha (m3)	VF/ha (m3)	V comm (m3)
Moyenne	20,21	11,17	10,47	446,63	0,67	4,77	1,21	1,06
Ecart type	6,52	2,99	2,72	387,52	0,23	2,54	1,18	1,14
Coefficient de variation	32,27	26,76	25,97	86,76	33,86	53,33	98,26	107,13
IC (90%)	2,40	1,48	1,41	30,18		2,09	1,95	1,87
Erreur statistique (90%)	3,67	2,03	1,90	81,06	0,12	0,87	0,22	0,19
Borne inférieure de l'IC confiance	17,81	9,68	9,05	416,45		2,68	-0,74	-0,81
Borne supérieure de l'IC	22,61	12,65	11,88	476,82		6,86	3,15	2,94

Forêt secondaire	DHP (cm)	HT (m)	H_FUT (m)	Dens/ha	G/ha (m2)	VT/ha (m3)	VF/ha (m3)	V comm (m3)
Moyenne	11,47	9,07	7,10	788,32	0,50	2,42	0,21	0,15
Ecart type	4,98	2,69	2,78	599,48	0,22	1,63	0,43	0,28
Coefficient de variation	43,41	37,93	30,69	76,05	44,47	67,56	198,47	186,24
IC (90%)	2,47	1,67	1,53	35,13		1,90		
Erreur statistique (90%)	4,32	2,67	3,41	296,70	0,19	0,91	0,08	0,06
Borne inférieure de l'IC confiance	9,00	5,42	7,54	753,20		0,52		
Borne supérieure de l'IC	13,94	8,77	10,59	823,45		4,32		

Selon les espèces, dans la forêt dense humide, la valeur moyenne du DHP des espèces a été de 22,19cm avec une hauteur totale de 12,17m, de surface terrière 0,74m²/ha et de volume total de 5,44m³/ha. Ces espèces peuvent être observées facilement dans les zones d'inventaires.

Dans la forêt humide dégradée, la valeur moyenne du DHP des espèces a été de 21,89cm avec une hauteur totale de 11,96m, de surface terrière de 0,78m²/ha et un volume total de 5,24m³/ha. Par rapport à ces résultats, bien que la valeur des coefficients de variation ait été modérée, la valeur des erreurs statistique indique quand même une précision des échantillonnages.

Pour les espèces dans les formations secondaires, la valeur moyenne du DHP des espèces a été de 17,19cm avec une hauteur totale de 9,18m, de surface terrière de 0,75m²/ha et une potentialité de 3,87m³/ha.

Tableau 5 : Paramètres sylvicoles des espèces dans les différentes formations végétales

Forêt dense humide	Densité/ha	HT (m)	H_FUT (m)	DHP (cm)	S/ha (m2)	VT/ha (m3)	VF/ha (m3)
Moyenne	50,55	12,17	10,66	22,19	0,74	5,44	1,47
Ecart type	30,78	4,29	3,41	12,33	0,32	3,75	2,43
Coefficient de variation	60,88	35,27	31,99	55,56	42,47	71,65	165,71
IC (90%)	7,16	2,04	1,77	4,32		2,76	4,00
Erreur statistique (90%)	3,36	0,81	0,71	1,47	0,05	0,35	0,10
Borne inférieure de l'IC confiance	43,39	10,13	8,89	17,87		2,48	-2,53
Borne supérieure de l'IC	57,71	14,20	12,44	26,52		8,00	5,47

Forêt humide dégradée	Densité/ha	HT (m)	H_FUT (m)	DHP (cm)	S/ha (m2)	VT/ha (m3)	VF/ha (m3)
Moyenne	51,97	11,96	10,31	21,89	0,78	5,24	1,34
Ecart type	33,28	4,38	3,31	13,98	0,46	5,80	2,95
Coefficient de variation	64,04	36,67	32,07	63,87	59,02	106,65	219,53
IC (90%)	7,67	2,17	1,72	5,02		4,27	4,85
Erreur statistique (90%)	3,88	0,89	0,77	1,63	0,06	0,41	0,10
Borne inférieure de l'IC confiance	44,30	9,78	8,59	16,87		1,17	-3,51
Borne supérieure de l'IC	59,63	14,13	12,03	26,91		9,71	6,19

Forêt secondaire	Densité/ha	HT (m)	H_FUT (m)	DHP (cm)	S/ha (m2)	VT/ha (m3)	VF/ha (m3)
Moyenne	30,30	9,18	9,25	17,19	0,75	3,87	0,35
Ecart type	33,33	3,24	2,96	9,03	0,33	2,36	0,71
Coefficient de variation	55,27	35,27	31,96	52,51	44,03	60,93	203,28
IC (90%)	7,08	1,78	1,62	3,60		2,24	
Erreur statistique (90%)	8,35	1,27	1,28	2,38	0,10	0,54	0,05
Borne inférieure de l'IC confiance	53,22	7,41	7,63	13,59		1,63	
Borne supérieure de l'IC	67,38	10,96	10,87	20,80		6,10	

3.1.5 Fréquence, Densité, dominance, importance des espèces

Dans la Forêt dense humide, les espèces *Canarium madagascariensis*, *Tambourissa thouvenotii*, *Ravensara flavescens* et *Chrysophyllum boivinianum* ont été les espèces les plus importantes.

Elles ont été distinguées par les valeurs élevées de la fréquence d'observation (+40%) dans l'Ecorégion de l'Est des forêts dense humide.

- *Canarium madagascariensis* a une densité de 71 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,25m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 46,06%
- *Tambourissa thouvenotii* a une densité de 71 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,2m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 46,01%
- *Ravensara flavescens* a une densité de 66 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,16m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 42,74%
- *Chrysophyllum boivinianum* a une densité de 63 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,17m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 40,82%
- *Eugenia pluricymosa* a une densité de 56 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,17m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 36,3%
- *Ocotea racemosa* a une densité de 41 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,17m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 26,62%
- *Potameia obovata* a une densité de 36 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,24m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 23,46%
- *Streblus dimepate* a une densité de 33 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,17m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 21,46%
- *Uapaca sp* a une densité de 31 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,17m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 20,17%
- *Weinmannia sp* a une densité de 29 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,24m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 18,95%
- *Dombeya sahatavyensis* a une densité de 29 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,15m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 18,86%
- *Syzygiumbernieri* a une densité de 28 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,19m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 18,26%
- *Calophyllumdrouhardii* a une densité de 27 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,21m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 17,63%
- *Diospyrosgracilipes* a une densité de 27 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,17m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 17,58%
- *Brachylaenaramiflora* a une densité de 27 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,14m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 17,56%
- *Ocoteacymosa* a une densité de 25 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,21m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 16,34%
- *Symphonialouvelii* a une densité de 25 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,19m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 16,31%

- *Symphonia sp* a une densité de 25 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,01m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 16,14%

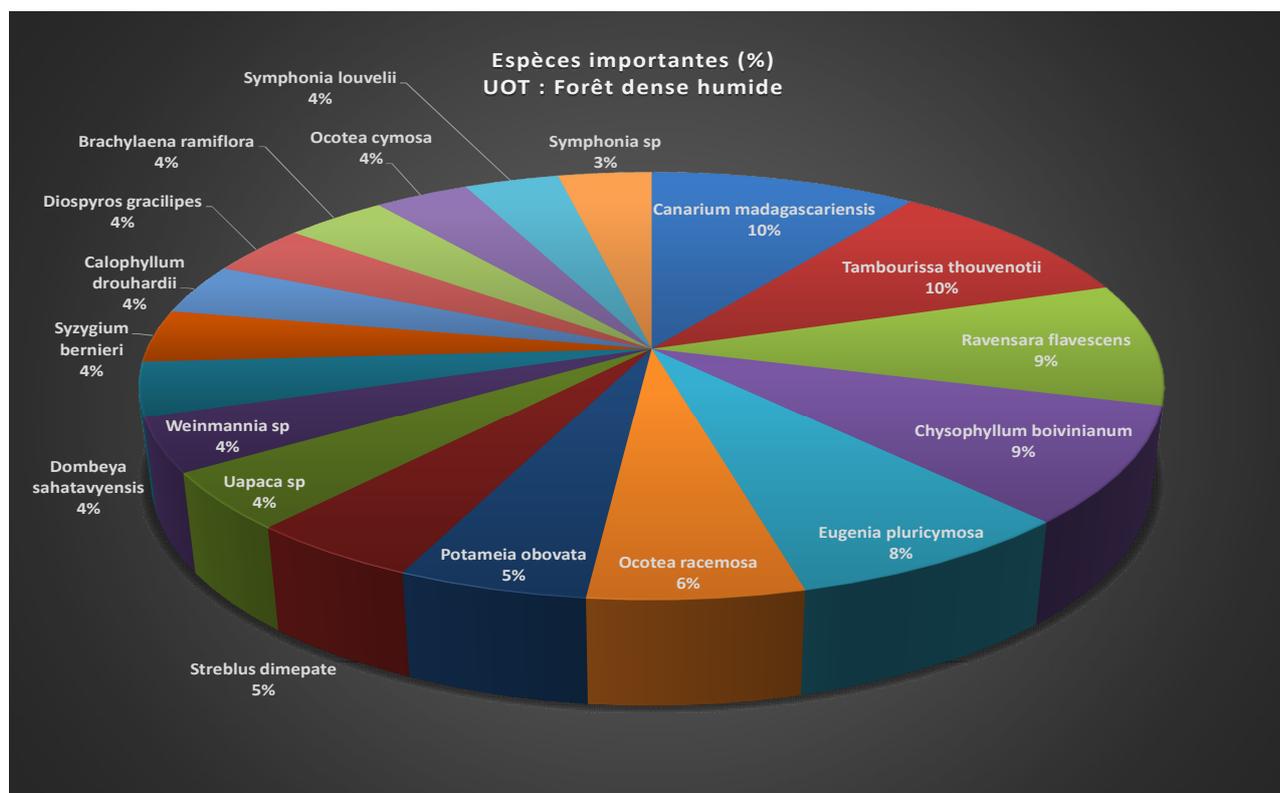
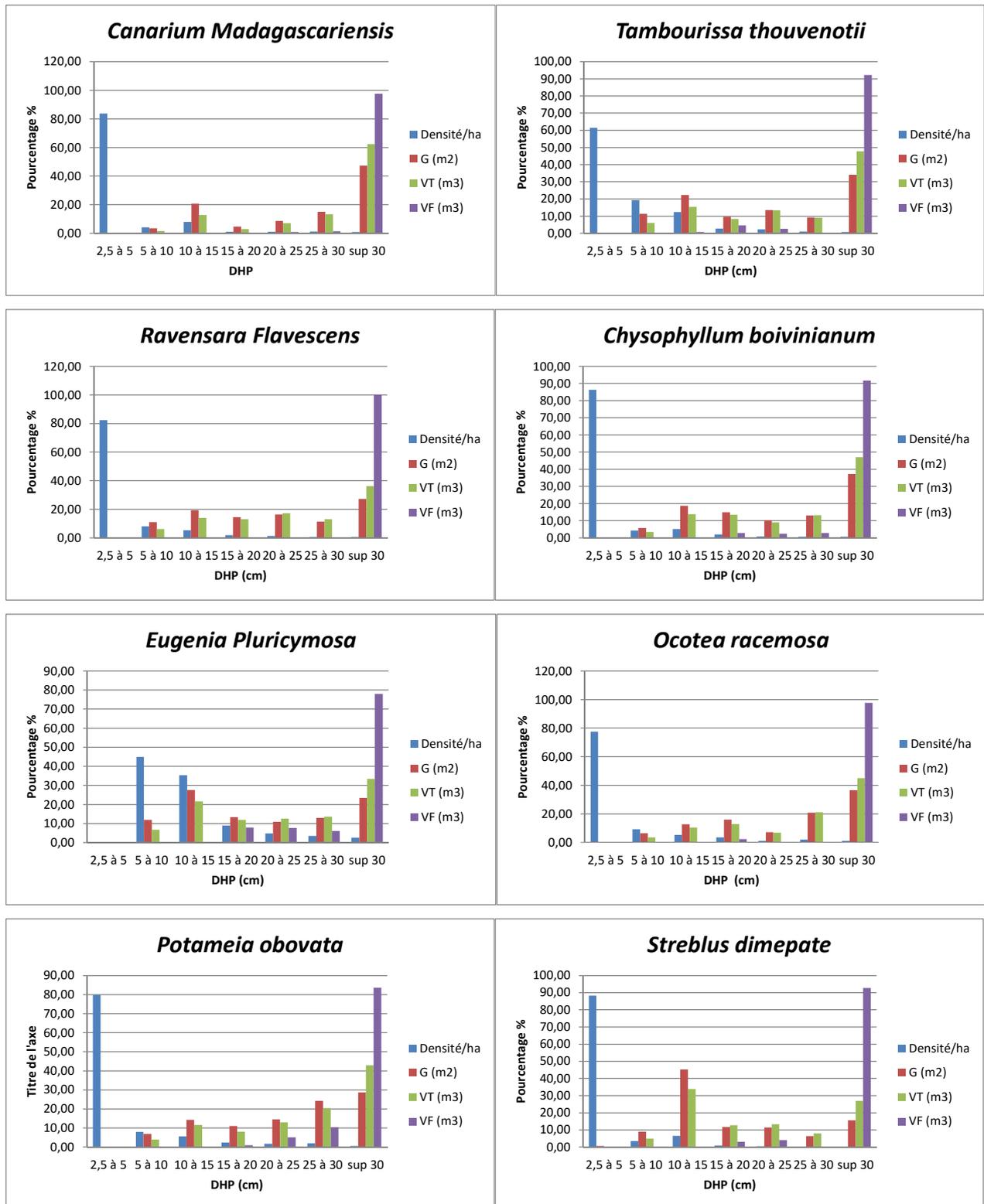
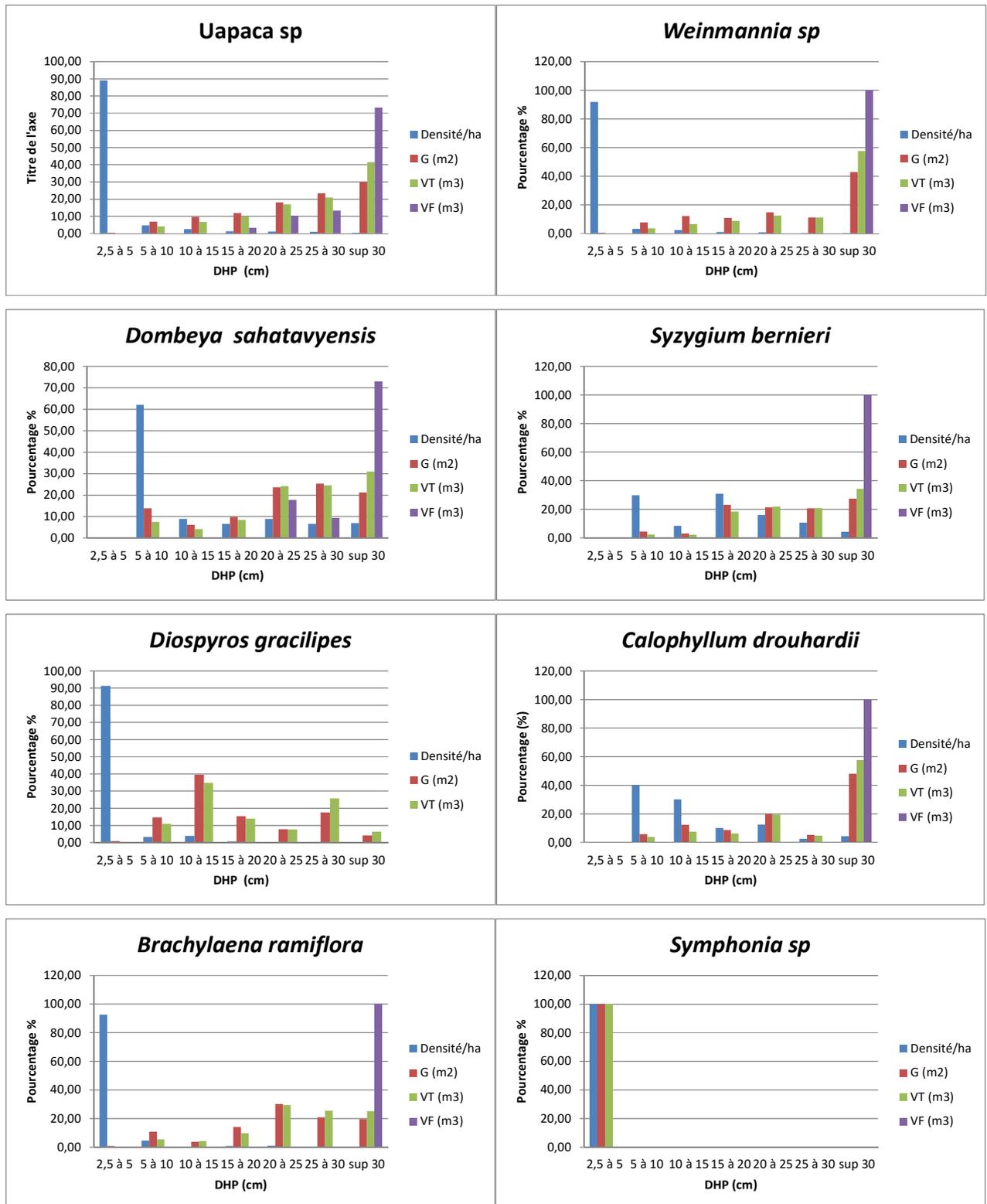


Figure 7 : Répartition des 18 espèces importantes dans la forêt dense humide de l'Est

3.1.6 Caractéristiques des espèces importantes de la forêt dense humide

Les espèces importantes ont présenté une abondance des individus de moins de 5cm de diamètre. Ce qui veut dire que les relèves sont disponibles dans ces zones d'occupation forestière. Mais la densité des individus entre 15 à 30 cm ont été faible sauf chez *Eugenia pluricymosa*, *Dombeya sahataviensis*, *Syzygium bernieri*, *Calophyllum drouhardii* et *Symphonia louvelii*. Cette classe de diamètre correspond en effet à la classe de diamètre la plus exploitée, utilisée et commercialisée. La situation témoigne également de l'exploitation abusive de certaines espèces.





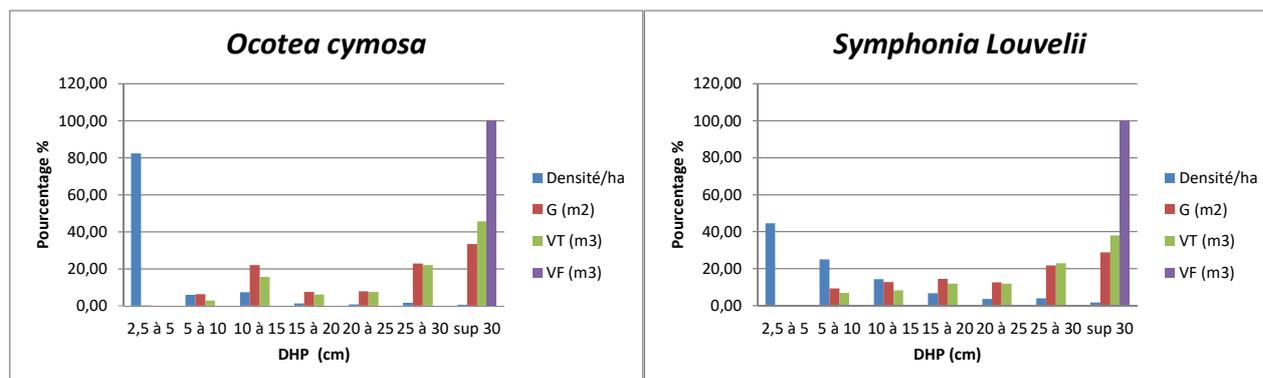


Figure 8 : Proportion de la densité (en %) par rapport au nombre total de tige de l'espèce (DHP \geq 2,5cm) ; proportion des biovolumes (en %) par rapport au volume total (DHP \geq 5cm) selon les classes de diamètre pour les espèces végétales importantes de la forêt dense humide de l'Est

Dans la forêt humide dégradée, les espèces les plus importantes ont été *Eugenia pluricymosa* (importance 45,50%), *Tambourissa thouvenotii* (importance 39,53%) et *Chysophyllum boivinianum*(importance 30,04%). Elles ont été observées fréquemment dans de 30% des placettes d'inventaires dans cette formation. Spécifiquement,

- *Eugeniapluricymosa* a une densité de 38 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,22m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 45,45%
- *Tambourissathouvenotii* a une densité de 33 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,23m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 39,52%
- *Chysophyllumboivinianum* a une densité de 25 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,2m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 29,97%
- *Canariummadagascariensis* a une densité de 24 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,33m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 28,91%
- *Ocoteacymosa* a une densité de 22 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,25m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 26,44%
- *Ravensaraflavescens* a une densité de 21 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,23m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 25,23%
- *Streblusdimepate* a une densité de 21 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,19m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 25,19%
- *Ocotearacemosa* a une densité de 18 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,18m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 21,61%
- *Cryptocaryaovalifolia* a une densité de 18 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,17m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 21,6%
- *Polysciasornifolia* a une densité de 16 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,18m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 19,23%

- *Weinmanniasp* a une densité de 15 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,21m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 18,07%
- *Potameiaobovata* a une densité de 14 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,26m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 16,92%
- *Breoniaperrieri* a une densité de 14 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,23m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 16,89%
- *Calophyllumchapelieri* a une densité de 14 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,21m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 16,88%
- *Dracaenareflexa* a une densité de 14 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,17m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 16,83%

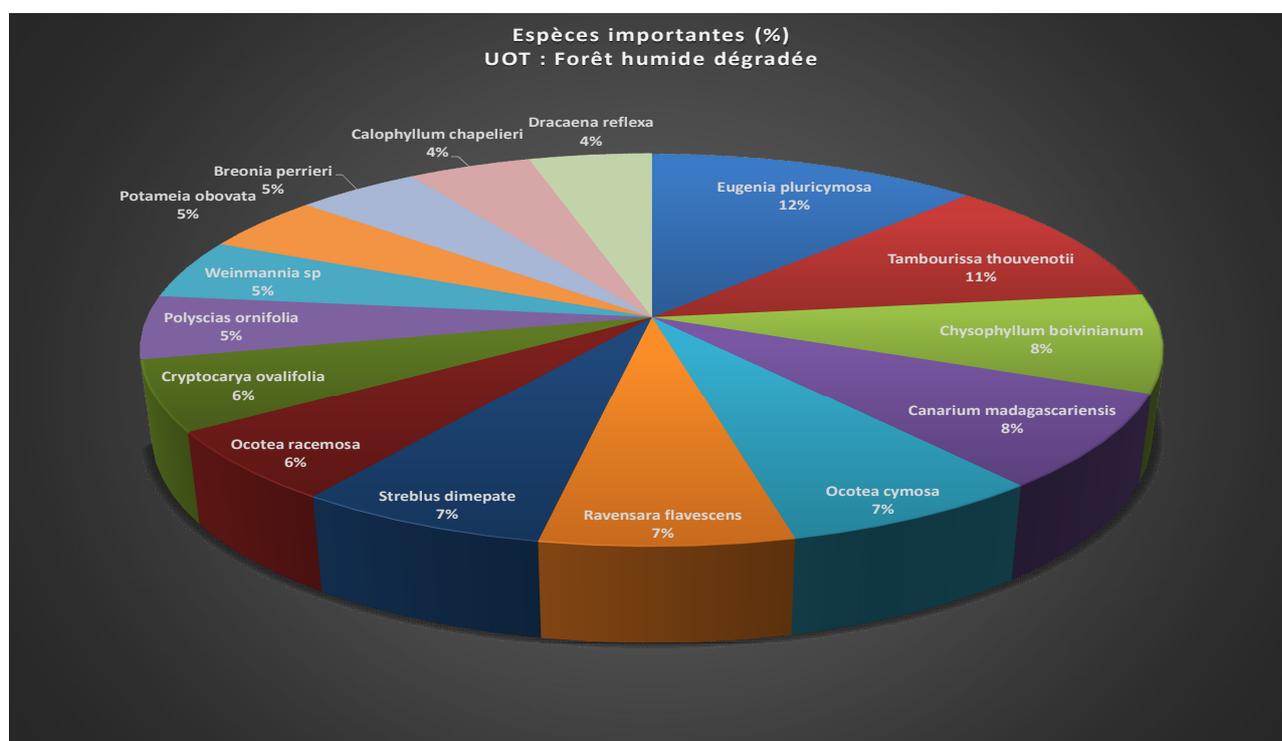
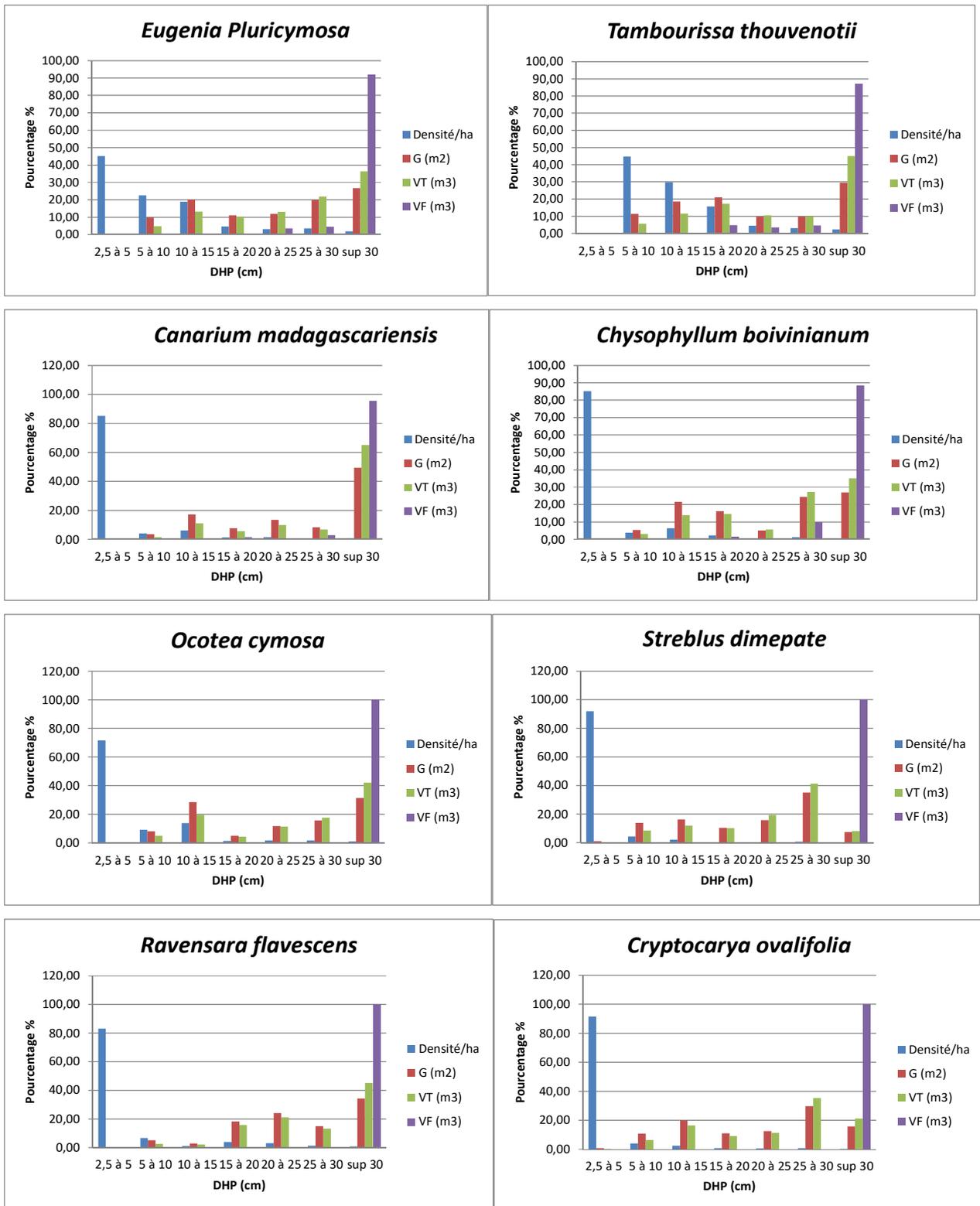


Figure 9 : Répartition des 15 espèces importantes dans la forêt humide dégradée de l'Est

3.1.7 Caractéristiques des espèces importantes de la forêt humide dégradée

Sauf pour l'espèce *Tambourissa thouvenotii* et *Potameia obovata*, les espèces importantes ont présenté une abondance des individus de moins de 5cm de diamètre. Mais la densité des individus entre 15 à 30 cm ont été faible pour plusieurs espèces témoignant plusieurs années d'exploitation et d'utilisation particulièrement *Canarium madagascariensis*, *Chysophyllum boivinianum*, *Ocotea cymosa*, *ravensara flavescens*,



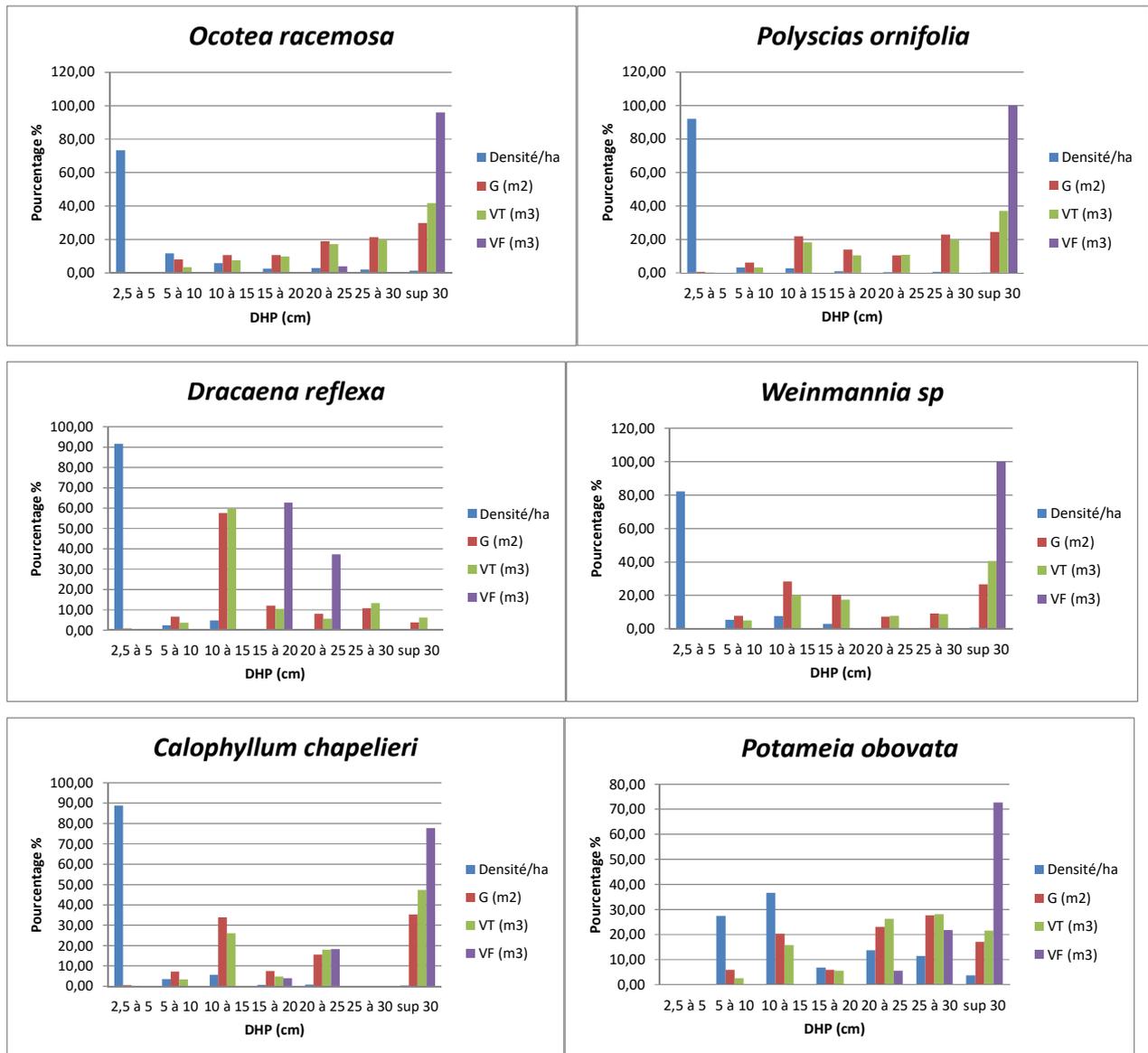


Figure 10 : Proportion de la densité (en %) par rapport au nombre total de tige de l'espèce (DHP \geq 2,5cm) ; proportion des biovolumes (en %) par rapport au volume total (DHP \geq 5cm) selon les classes de diamètre pour les espèces végétales importantes de la forêt humide dégradée de l'Est

Dans la forêt secondaire, les espèces les plus importantes ont été *Ravenala madagascariensis* (28,27%) et *Tambourissa thouvenotii* (23,34%). Leurs fréquences d'observation ont été distinguées.

- *Ravenala madagascariensis* a une densité de 6 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,98m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 28,26%
- *Tambourissathouvenotii* a une densité de 5 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,58m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 23,31%

- *Canariummadagascariensis* a une densité de 4 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,79m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 18,97%
- *Cryptocaryaovalifolia* a une densité de 4 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,64m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 18,82%
- *Harunganamadagascariensis* a une densité de 4 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,59m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 18,77%
- *Albiziagummifera* a une densité de 4 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,44m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 18,62%
- *Grangeriamadagascariensis* a une densité de 4 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,37m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 18,55%
- *Mascarenhasiaangustifolia* a une densité de 4 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,07m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 18,25%
- *Calophyllumchapelieri* a une densité de 3 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,99m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 14,62%
- *Eugenia pluricymosa* a une densité de 3 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,78m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 14,42%
- *Noronhiaurceolata* a une densité de 3 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,76m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 14,4%
- *Grewiaaprina* a une densité de 3 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,75m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 14,39%
- *Potameiaobovata* a une densité de 3 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,71m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 14,35%
- *Uapacasp* a une densité de 3 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,66m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 14,29%
- *Ravensaraflavescens* a une densité de 3 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,46m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 14,1%
- *Xyloolaenaperrieri* a une densité de 3 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,41m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 14,04%
- *Breoniaperrieri* a une densité de 3 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,39m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 14,02%

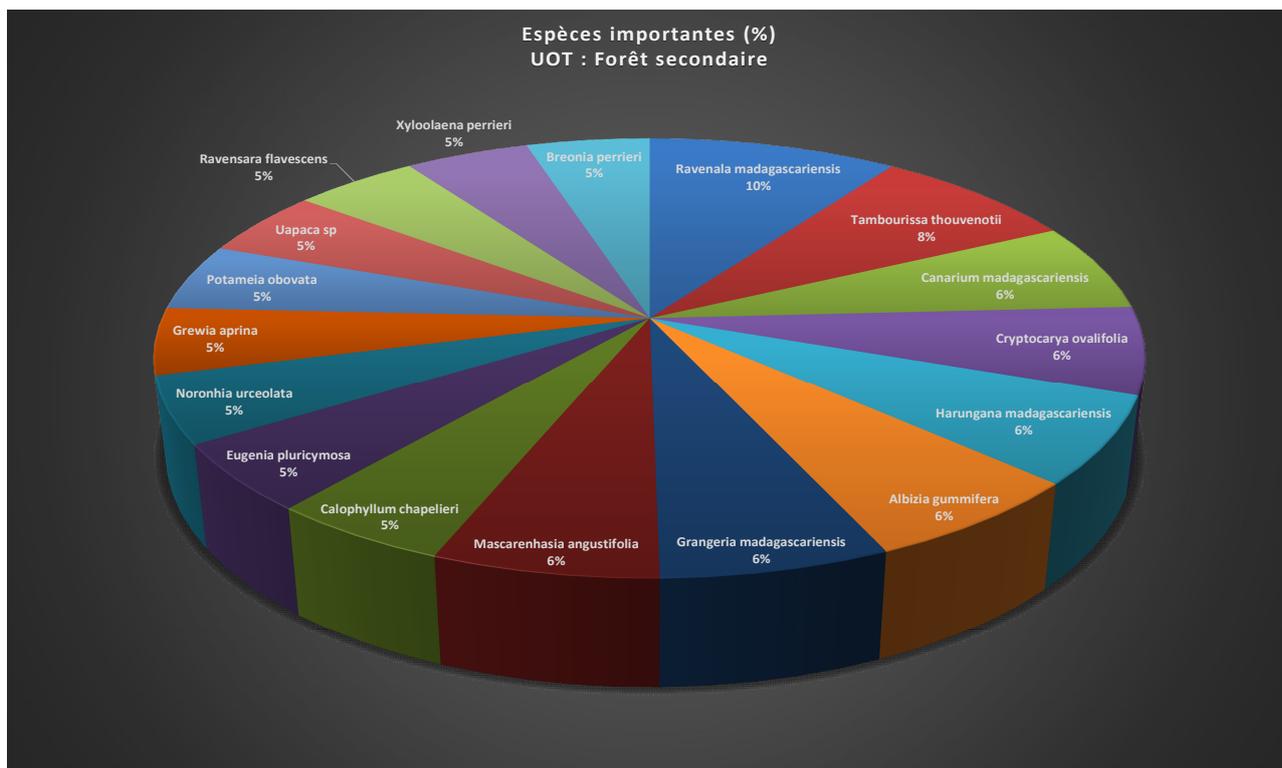
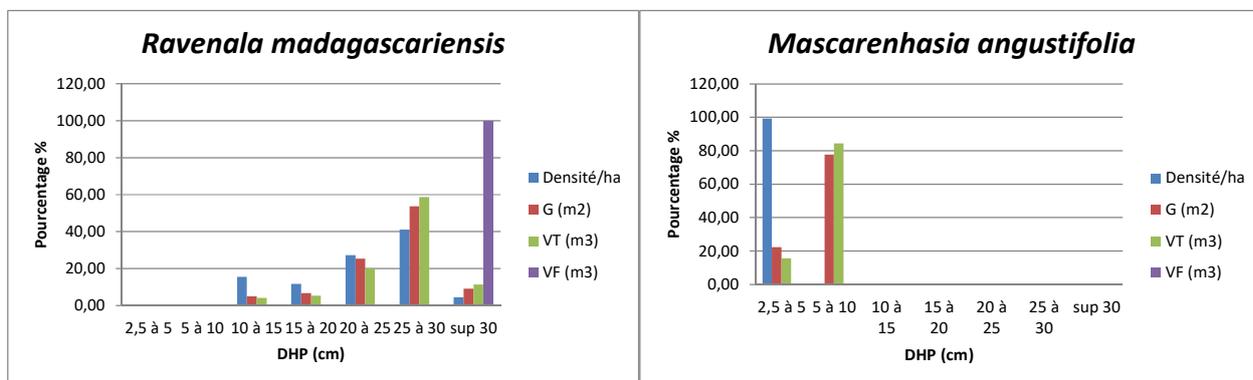
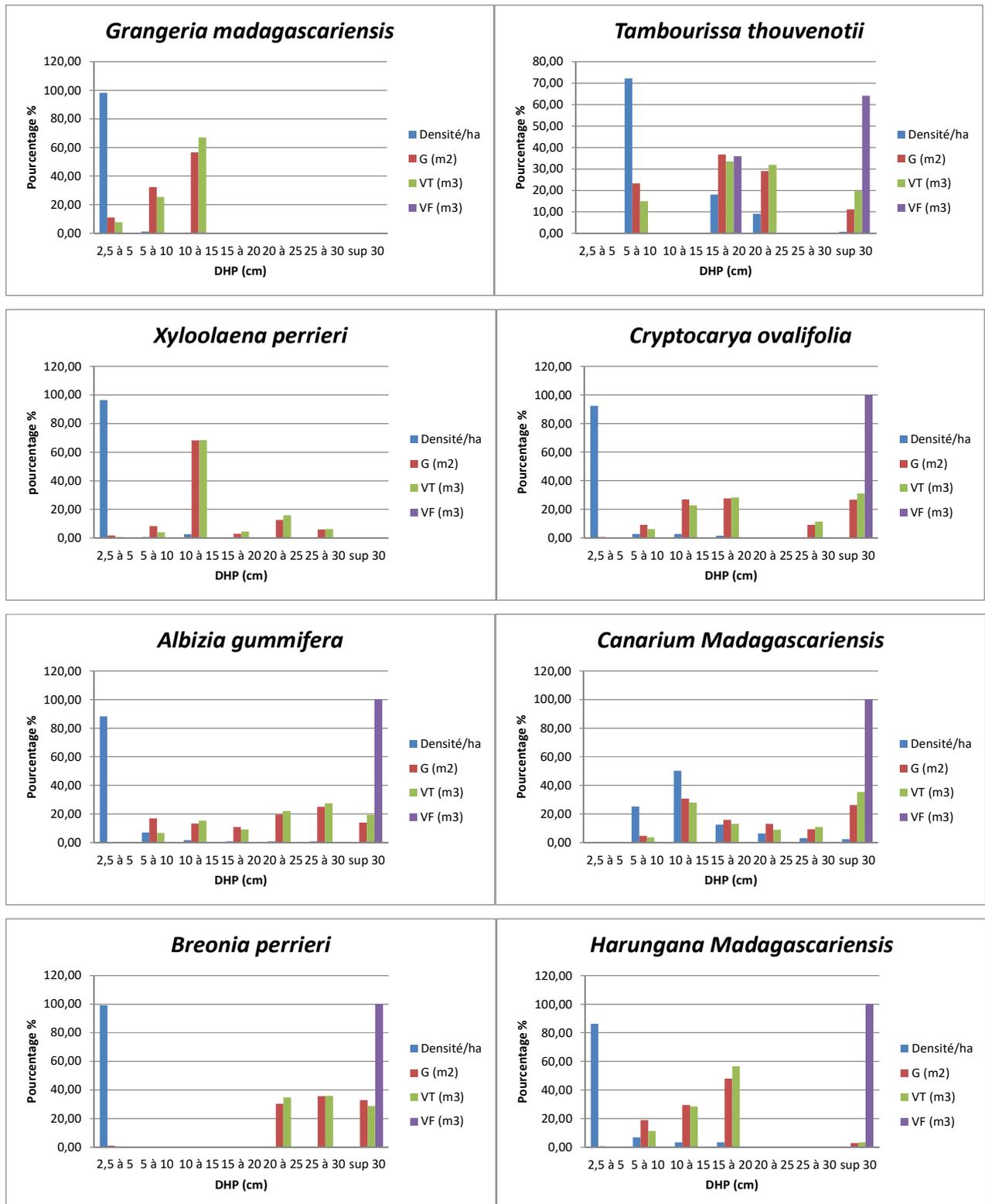


Figure 11 : Répartition des 18 espèces importantes dans la forêt secondaire de l'Est

3.1.8 Caractéristiques des espèces importantes de la forêt secondaire

La tendance générale ci-dessous ne confirme pas l'état de chaque espèce si référant à la densité selon les classes de diamètre. En effet, la densité des espèces ci-dessous a été perturbée et l'avenir de chaque espèce importante à partir des régénérations est compromise. La répartition diamétrique de la densité n'a pas été non plus rassurante. Les individus à DHP entre 10 et 30 cm ont été moins nombreux indiquant les années d'exploitation des essences entre ces classes de diamètre.





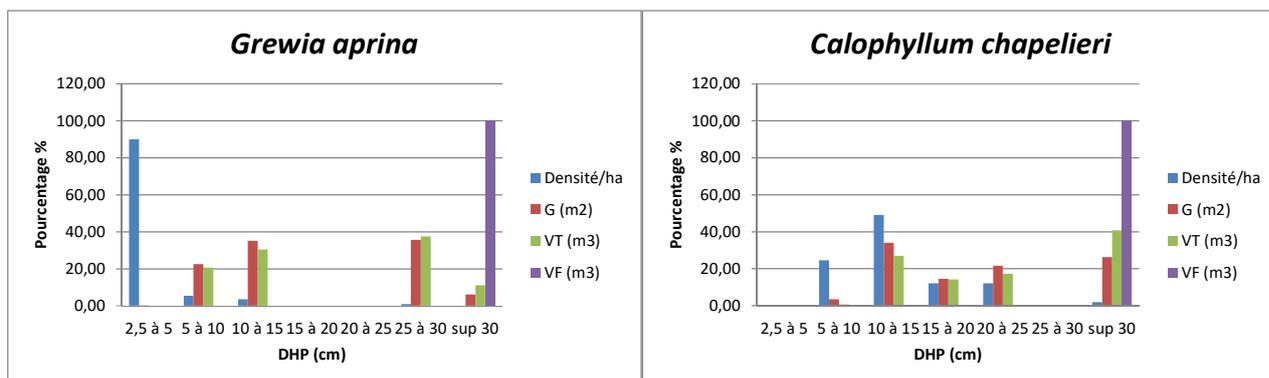


Figure 12 : Proportion de la densité (en %) par rapport au nombre total de tige de l'espèce (DHP ≥ 2,5cm) ; proportion des biovolumes (en %) par rapport au volume total (DHP ≥ 5cm) selon les classes de diamètre pour les espèces végétales importantes de la forêt secondaire de l'Est

3.1.9 Taux et capacité de regeneration

Selon les résultats de l'inventaire, la capacité de regeneration de l'écorégion de l'Est est élevée notamment pour la forêt dense humide.

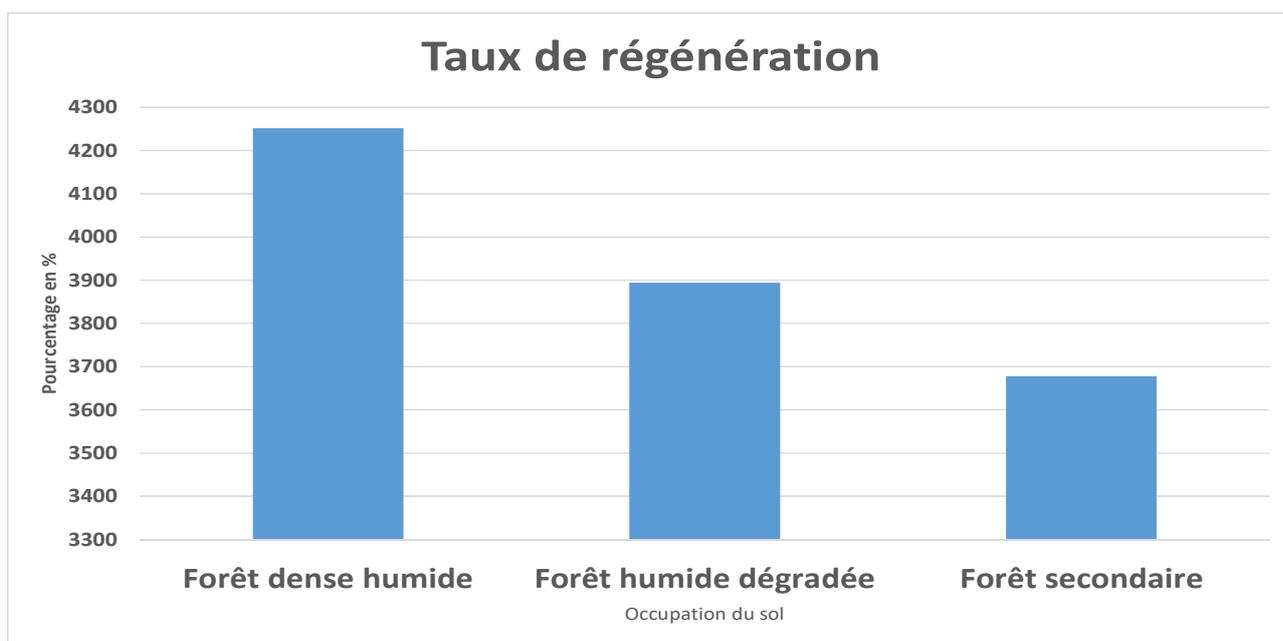


Figure 13 : Taux de regeneration naturelle des espèces forestières

3.1.10 Biomasses

En termes de biomasse, la forêt dense humide de l'écorégion de l'Est dispose de 203,94tms/ha en biomasse aérienne, de 47,56tms/ha en biomasse souterraine, une très très faible quantité en biomasse de bois mort sur pied et enfin, 0,07tms/ha en biomasse des débris.

En termes de biomasse, la forêt humide dégradée de l'écorégion de l'Est dispose de 188,22tms/ha en biomasse aérienne, de 43,33tms/ha en biomasse souterraine, une très très faible quantité en biomasse de bois mort sur pied et enfin, 0,09tms/ha en biomasse des débris.

En termes de biomasse, la forêt secondaire de l'écorégion de l'Est dispose de 91,11tms/ha en biomasse aérienne, de 115,43tms/ha en biomasse souterraine, 0,01tms/ha en biomasse de bois mort sur pied et enfin, 0,04tms/ha en biomasse des débris.

Tableau 6 : Biomasse des espèces supérieures à de DHP>5cm (Vielledent et al, 2012) dans la forêt dense humide

Forêt dense humide	Aérienne	Souterraine	Bois mort sur pied	Débris
Mean [tdm/ha]	203,94	47,56	0,00	0,07
Min [tdm/ha]	0,39		0,00	0,00
Max [tdm/ha]	464,74		0,04	0,55
STD [tdm/ha]	98,56	23,62	0,01	0,10
N	154,00		60,00	143,00
90% confidence interval [tdm/ha]	13,06	3,13	0,00	0,01
90% confidence interval [%]	6,41	6,58	0,31	0,18
Lower bound 90% CI [tdm/ha]	190,88	44,43	0,00	0,06
Upper bound 90% CI [tdm/ha]	217,01	50,69	0,01	0,09

Tableau 7 : Biomasse des espèces supérieures à de DHP>5cm (Vielledent et al, 2012) dans la forêt humide dégradée

Forêt humide dégradée	Aérienne	Souterraine	Bois mort sur pied	Débris
Mean DOM [tdm/ha]	188,22	43,33	0,00	0,09
Min [tdm/ha]	3,56		0,00	0,00
Max [tdm/ha]	516,52		0,02	0,53
STD [tdm/ha]	110,69	26,76	0,00	0,10
N	84,00		29,00	78,00
90% confidence interval [tdm/ha]	19,86	4,80	0,00	0,02
90% confidence interval [%]	10,55	11,08	0,32	0,21
Lower bound 90% CI [tdm/ha]	168,35	38,53	0,00	0,07
Upper bound 90% CI [tdm/ha]	208,08	48,14	0,01	0,11

Tableau 8 : Biomasse des espèces supérieures à de DHP>5cm (Vielledent et al, 2012) dans la forêt secondaire

Forêt secondaire	Aérienne	Souterraine	Bois mort sur pied	Débris
Mean DOM [tdm/ha]	91,11	115,43	0,01	0,04
Min [tdm/ha]	4,42		0,00	0,00
Max [tdm/ha]	226,93		0,04	0,46
STD [tdm/ha]	72,79	445,05	0,01	0,10
N	21,00		11,00	20,00
90% confidence interval [tdm/ha]	26,13	159,74	0,01	0,04
90% confidence interval [%]	28,68	138,39	0,64	0,99
Lower bound 90% CI [tdm/ha]	64,98	-44,32	0,00	0,00
Upper bound 90% CI [tdm/ha]	117,24	275,17	0,01	0,07

3.2 Forêt dense sèche de l'Ouest

La forêt dense sèche de l'Ouest a été caractérisée par la présence de deux(02) formations végétales. Elles sont la forêt dense sèche (Pente 6,13%) et la forêt sèche dégradée (Pente 14,25%). L'inventaire des forêts a été menée dans des placettes permanentes selon le tableau ci après

Tableau 9 : Répartition des placettes d'inventaires de l'Ouest selon la Région et les occupations spatiales

Région	Occupation	Placettes
ANDROY	Forêt sèche dégradée	350/64, 350/65
ATSIMO ANDREFANA	Forêt dense sèche	288/42, 302/10, 313/46, 315/43, 316/43, 317/11,
	Forêt sèche dégradée	279/55, 280/47, 285/51, 285/56, 286/44, 290/32, 290/37, 293/28, 294/36, 294/38, 295/24, 300/37, 304/43, 306/47, 307/21, 07/46, 309/13, 310/13, 314/37, 315/19, 321/18, 322/24, 326/25, 329/51, ,332/55333/34, 334/54
Betsiboka	Forêt sèche dégradée	161/104166/82
Boeny	Forêt dense sèche	111/95, 114/93, 129/55, 130/105, 130/54, 130/55, 132/105, 132/107, 133/100, ,134/108 ,136/99137/96, 138/95, 141/75,
	Forêt sèche dégradée	113/95, 114/101, 119/100, 121/98, 123/80, 128/108, 130/76, 131/106, ,132/79134/48, ,135/49 ,136/61 ,136/84 ,141/76 ,143/54, 144/70, , 145/56, 147/85, 149/79
BONGOLAVA	Forêt sèche dégradée	189/70
Diana	Forêt dense sèche	38/171, 43/162
	Forêt sèche dégradée	30/171, 36/168, 43/160, 45/170, 46/162, 57/152, ,59/150 ,59/151 ,64/150
IHOROMBE	Forêt sèche dégradée	317/51,
MELAKY	Forêt dense sèche	136/41, 138/41, 142/37, 158/47, 169/23, 182/24, 183/24, 192/26, 197/41, 198/41, 202/43, ,204/43 ,211/33 ,214/32
	Forêt sèche dégradée	146/38, 151/42, 155/44, 158/31, 165/25, 165/63, 169/26, 169/71, 170/28, 170/31, 172/32, 178/25, 184/51, 185/52, 187/39, 191/160, 191/161192/41, 198/44,206/34
MENABE	Forêt dense sèche	194/60, 223/37, 223/49, 228/48, 229/51, 230/46, ,234/47 ,236/41 ,238/43, 240/38, 255/28, 255/30, 260/27, ,260/28 ,260/29 ,261/28 ,261/30 , 263/27, 274/20, 285/21
	Forêt sèche dégradée	197/59, 199/62, 203/50, 221/48, 222/42, 227/46, 232/57, 236/52, ,239/62 ,240/52 ,241/37 ,241/65 ,243/30 ,243/39 ,243/46 ,245/38 ,245/45 ,248/49 ,250/40 , 251/40, 251/60, 254/37, 254/66, 257/31, 259/31, 261/32, 261/41, 262/31, ,267/26268/28 ,270/35 ,278/21279/18, 279/38, 282/33, 286/22, ,291/24
SOFIA	Forêt dense sèche	101/123, 109/121, 118/114
	Forêt sèche dégradée	114/141, 100/123, 101/138, 103/117, 103/139, 107/137, 110/143, 112/123, 112/142, 113/119, 113/140, 115/133, 116/108, 116/112, 117/123, 119/118, 121/127, 127/147, 128/117, 129/124, 133/135, 82/133, 85/123, 86/125, 89/137, 92/115, 95/121, 97/136,

3.2.1 Richesse faunistique selon les occupations

Le nombre d'espèces de faune a été élevé dans la forêt sèche dégradée. Lors de l'inventaire, cette occupation de sol a été la plus observée. Les espèces les plus fréquentes dans la forêt sèche dégradée ont été *Coracopsis nigra* (Boeza, 40), *Potamochoerus larvatus* (Lambo, 34), *Varecia variegata variegata* (Varika, 27), *Indri indri* (Babakoto, 24).

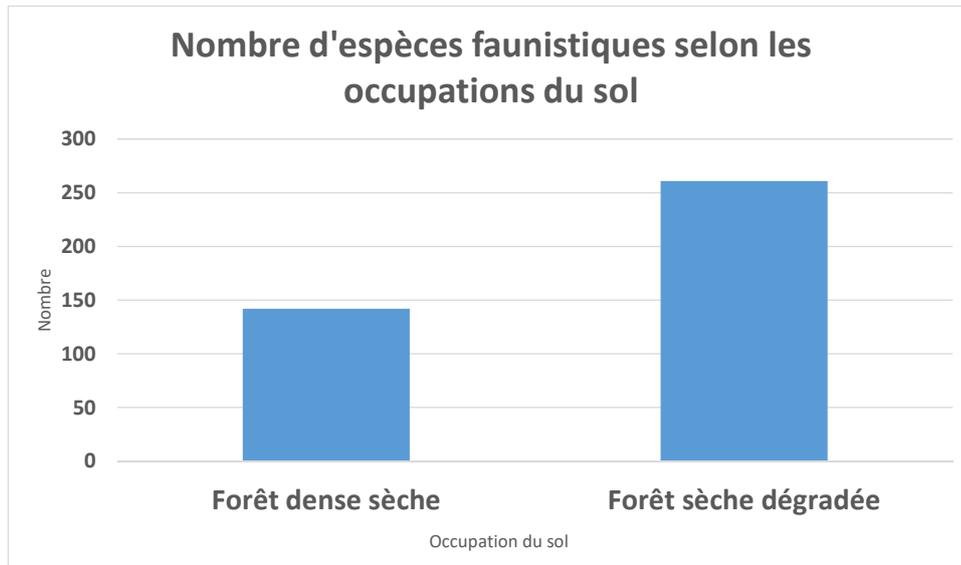


Figure 14 : Nombre d'espèces de faune dans l'écorégion de l'Ouest de Madagascar

3.2.2 Couverture de la canopée

La partie Ouest de Madagascar recouvre encore des ressources forestières ayant une couverture de canopée élevée. Les Régions distinguées ont été Bongolava (88,50%), Betsiboka (65,15%), Menabe (64,22%) et Melaky(62,32%). Les Régions Ihorombe (10,17%) et Androy (20,13%) avaient une couverture de la canopée faible.

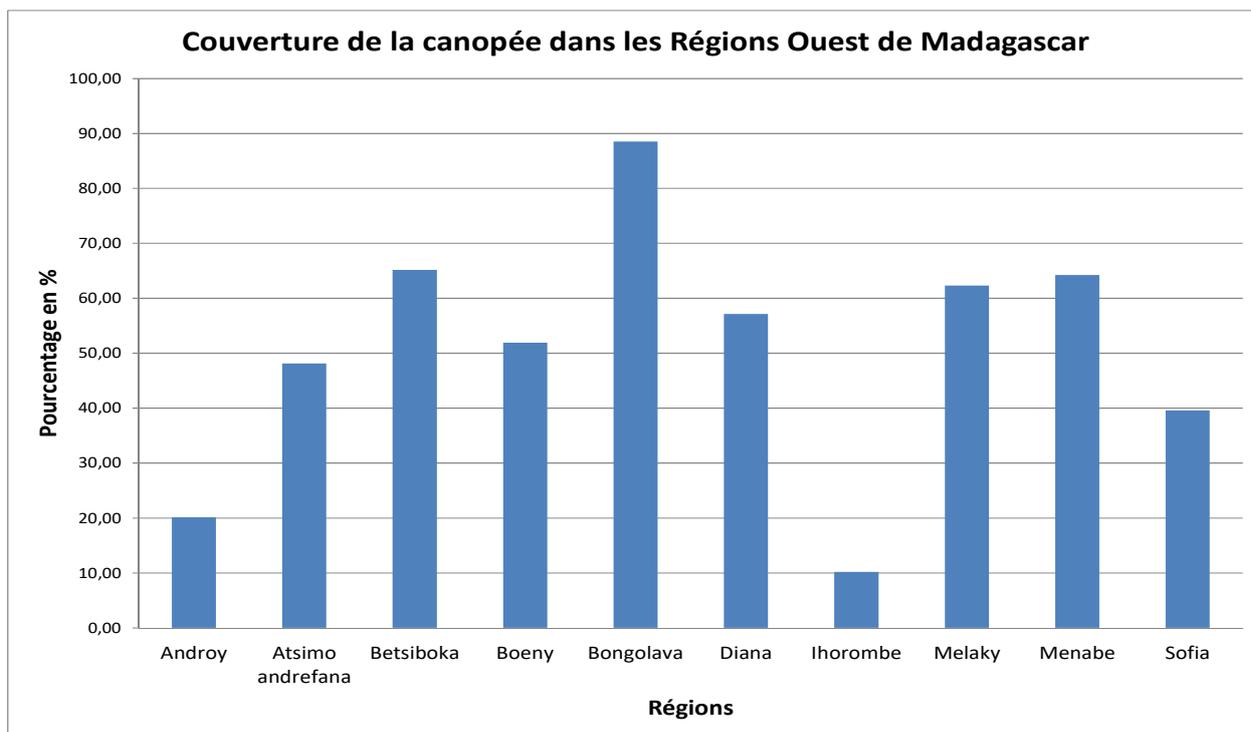
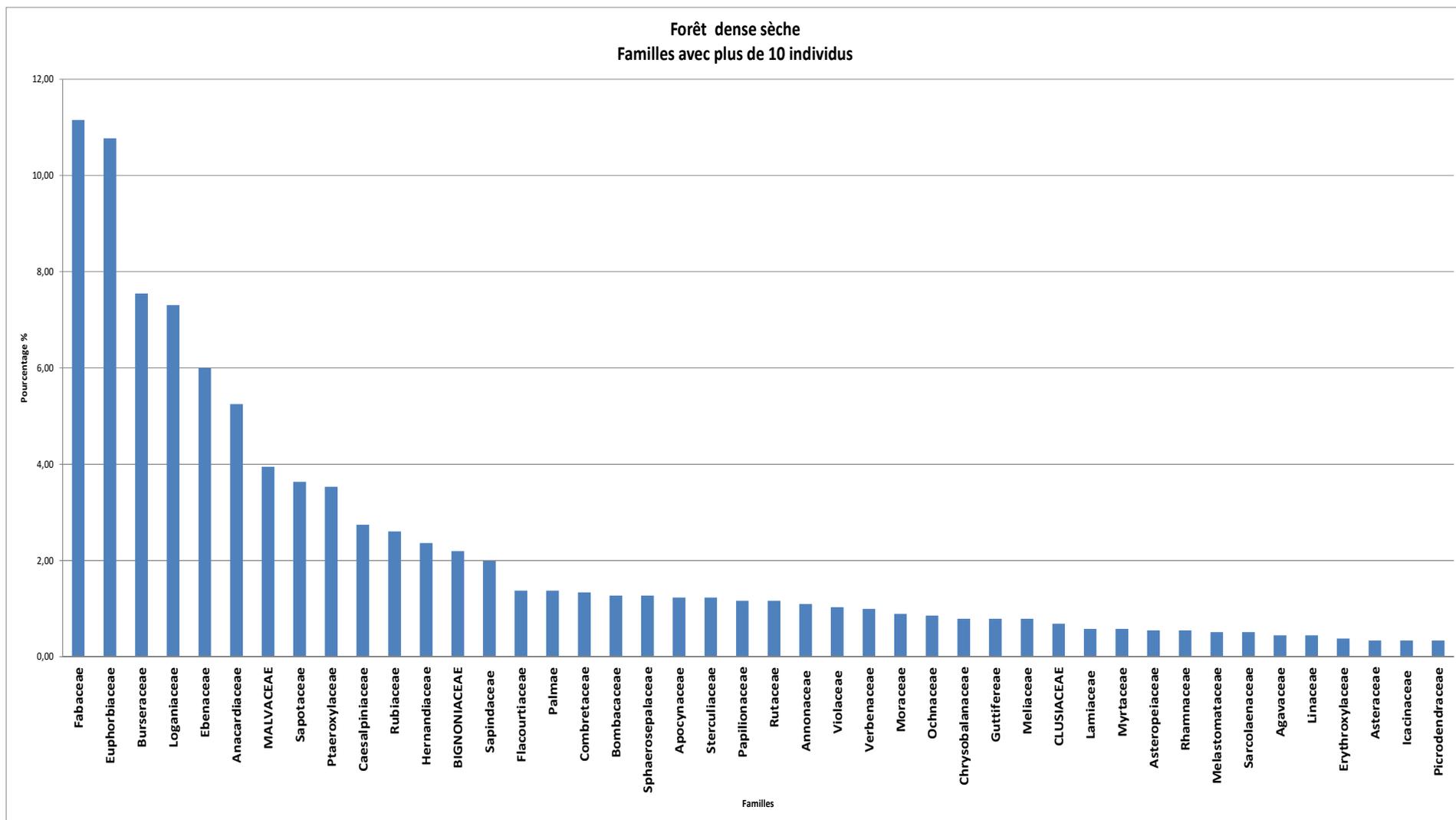


Figure 15 : Couverture de canopée observée dans les zones d'inventaire de l'écosystème forestier de l'Ouest de Madagascar

3.2.3 Richesse floristique

Dans la partie Ouest de Madagascar, le nombre de familles végétales inventoriées a été de 99 regroupant 382 genres et 562 espèces végétales. Selon les formations existantes, la forêt sèche dégradée (84 familles) a regroupé plus de famille végétale que la Forêt dense sèche (65 familles). Particulièrement,

- La forêt dense sèche a été caractérisée par les espèces issues de la famille de Fabaceae, Euphorbiaceae, Burseraceae, Loganiaceae, Ebenaceae et Anacardiaceae,
- Pour la forêt sèche dégradée, elle a été caractérisée par les familles de Fabaceae, Euphorbiaceae, Anacardiaceae, Malvaceae et Ceasalpinaceae.



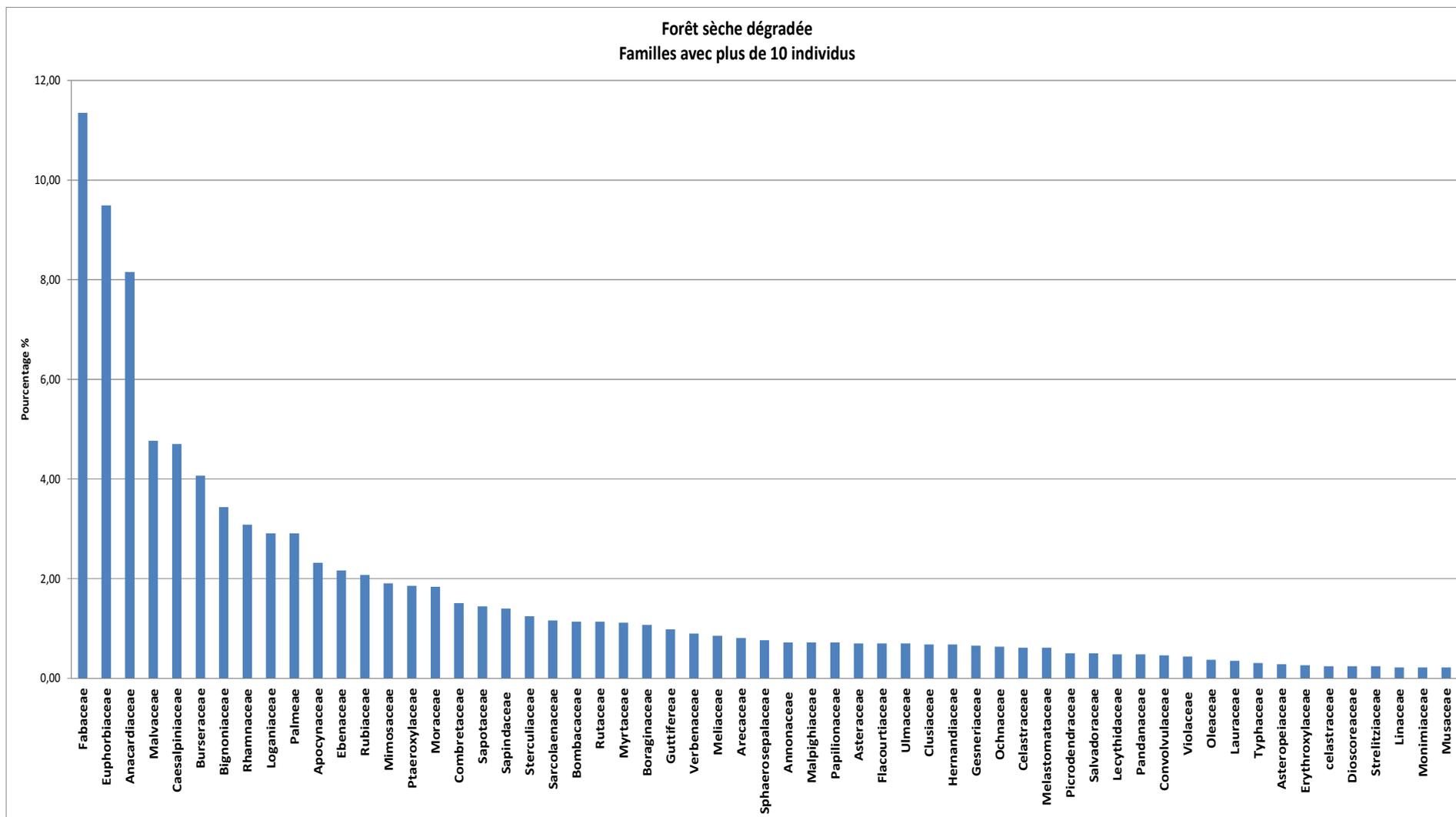


Figure 16 : Familles des espèces forestières dans l'Ecorégion de l'Ouest de Madagascar

3.2.4 Paramètres sylvicoles des zones d'inventaire de l'Ouest

Selon les résultats, les paramètres sylvicoles se sont distingués par rapport aux différentes formations et des espèces végétales.

Selon la formation, pour la forêt dense sèche, elle a été caractérisée par des arbres à DHP moyen de 16,92cm, de HT 7,00m, de surface terrière 0,32m²/ha et de volume total de l'ordre de 1,37m³/ha. Le regroupement de certaines espèces dans un même endroit n'est pas écarté. Cela est expliqué par la valeur des coefficients de variation des différents paramètres et qui n'est pas loin de la valeur de référence.

Pour la forêt sèche dégradée, la moyenne des DHP a été de 15,23cm avec une hauteur totale de 6,63m, de hauteur fût 4,88m, de surface terrière 0,30m²/ha et de volume total de l'ordre de 1,27m³/ha. Ces paramètres sylvicoles ont été observés à plusieurs reprises lors de l'inventaire et explique largement la valeur des coefficients de variation.

Tableau 10 : Paramètres sylvicoles des formations végétales des zones d'inventaires : DHP, hauteurs surfaces terrières et biovolume

Forêt dense sèche	DHP (cm)	HT (m)	H_FUT (m)	Dens/ha	G/ha (m ²)	VT/ha (m ³)	VF/ha (m ³)	V comm (m ³)
Moyenne	16,92	7,00	5,80	518,8 1	0,32	1,37	0,35	0,35
Ecart type	8,23	2,38	2,31	567,5 2	0,16	1,23	0,55	0,55
Coefficient de variation	48,65	35,9 0	47,39	113,0 0	49,99	89,73	156,41	158,73
IC (90%)	3,39	1,60	1,90	41,66		2,03		
Erreur statistique (90%)	2,32	0,91	0,67	68,81	0,04	0,19	0,05	0,05
Borne inférieure	13,53	5,03	2,98	460,5 7		-0,65		
Borne supérieure	20,30	8,22	6,78	543,9 0		3,40		

Forêt sèche dégradée	DHP (cm)	HT (m)	H_FUT (m)	Dens/ha	G/ha (m2)	VT/ha (m3)	VF/ha (m3)	V comm(m3)
Moyenne	15,23	6,63	4,88	502,24	0,30	1,27	0,31	0,31
Ecart type	4,52	1,37	1,25	375,04	0,09	0,54	0,31	0,31
Coefficient de variation	29,69	19,58	21,57	72,29	30,43	42,79	100,05	100,53
IC (90%)	1,92	0,92	0,92	27,10		0,89		
Erreur statistique (90%)	3,31	1,52	1,26	112,90	0,07	0,28	0,07	0,07
Borne inférieure	13,31	6,08	4,88	491,70		0,37		
Borne supérieure	17,15	7,92	6,72	545,91		2,16		

Selon les espèces, la valeur du DHP dans la Forêt dense sèche a été de 15,80cm avec une hauteur totale de 7,78m, de surface terrière 0,36m²/ha et de volume total de 1,52m³/ha. Ces espèces se répartissaient aléatoirement dans la formation.

Pour la forêt sèche dégradée, la moyenne de DHP a été de 17,90cm avec une hauteur totale de 7,95m, de surface terrière de 0,37m²/ha et un volume total de 1,61m³/ha. Par rapport à ces résultats, la valeur des erreurs statistique indique quand même une imprécision des échantillonnages et se manifeste au niveau de la hauteur totale, de la hauteur fût et logiquement au niveau du volume total.

Tableau 11 : Paramètres sylvicoles des espèces dans la forêt dense sèche

Forêt dense sèche	Densité/ha	HT (m)	H_FUT (m)	DHP (cm)	G(m ²)/ha	VT(m ³)/ha	VF(m ³)/ha
Moyenne	45,32	7,78	5,94	15,80	0,36	1,52	0,43
Ecart type	34,23	2,79	2,11	9,12	0,19	1,49	0,95
Coefficient de variation	75,53	35,86	35,51	57,71	52,47	98,01	295,86
IC (90%)	8,39	1,74	1,55	3,87		2,45	
Erreur statistique (90%)	4,44	0,76	0,58	1,55	0,03	0,15	0,03
Borne inférieure de l'IC confiance	36,93	6,05	4,39	11,92		-0,93	
Borne supérieure de l'IC	53,72	9,52	7,50	19,67		3,97	

Tableau 12 : Paramètres sylvicoles des espèces dans la forêt sèche dégradée

Forêt sèche dégradée	Densité/h a	HT (m)	H_FUT (m)	DHP (cm)	G (m ²)/ha	VT(m ³)/h a	VF(m ³)/h a
Moyenne	40,90	7,95	5,70	17,90	0,37	1,61	0,32
Ecart type	33,29	3,60	3,12	11,03	0,22	1,65	1,09
Coefficient de variation	81,38	45,31	54,71	61,62	61,01	102,42	252,23
IC (90%)	8,66	2,24	2,29	4,40		2,71	
Erreur statistique (90%)	3,32	0,65	0,46	1,45	0,03	0,13	0,04
Borne inférieure	32,25	5,71	3,41	13,50		-1,10	
Borne supérieure	49,56	10,19	7,99	22,30		4,33	

3.2.5 Fréquence, Densité, dominance, importance des espèces

Dans la Forêt dense sèche, les espèces *Cedrelopsis grevei* (36,10%), *Dalbergia trichocarpa* (32,73%), *Strychnos vacacoua*(32,67%) et *Commiphora arafy* (32,59%) ont été les espèces les plus importantes dans cette formation. Elles ont été distinguées du fait de leurs repartition eleveés.

- *Cedrelopsis grevei* a une densité de 21 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,31m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 35,91%
- *Strychnos vacacoua* a une densité de 19 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,39m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 32,6%
- *Commiphora arafy* a une densité de 19 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,38m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 32,59%
- *Dalbergia trichocarpa* a une densité de 19 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,36m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 32,56%
- *Strychnos madagascariensis* a une densité de 17 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,4m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 29,22%
- *Poupartia silvatica* a une densité de 17 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,35m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 29,16%
- *Baudouinia fluggeiformis* a une densité de 17 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,32m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 29,14%
- *Stereospermum arcuatum* a une densité de 14 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,33m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 24,06%
- *Gyrocarpus americanus* a une densité de 14 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,32m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 24,05%
- *Diospyros perrieri* a une densité de 12 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,3m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 20,64%

- *Grewia serrulata* a une densité de 11 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,35m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 19%
- *Dalbergia baroni* a une densité de 11 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,27m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 18,91%
- *Diospyros sakalavarum* a une densité de 10 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,31m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 17,26%
- *Rhopalocarpus lucidus* a une densité de 10 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,27m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 17,22%

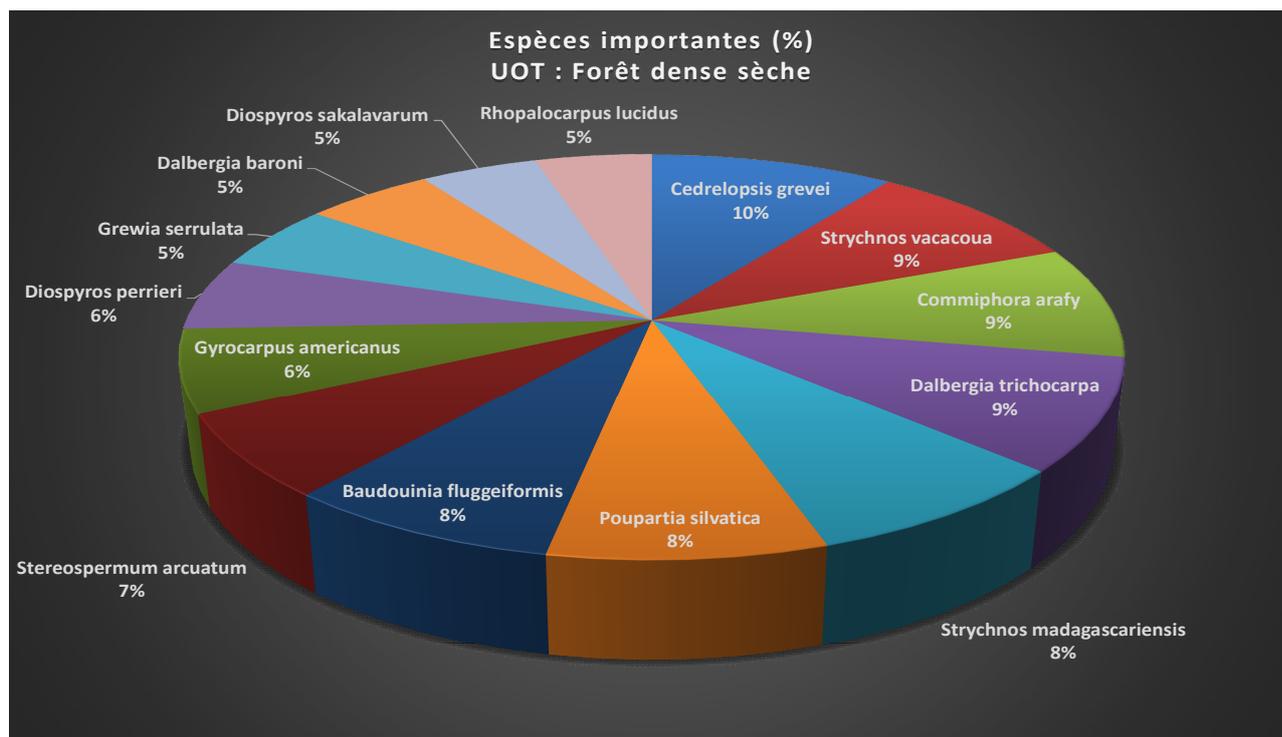
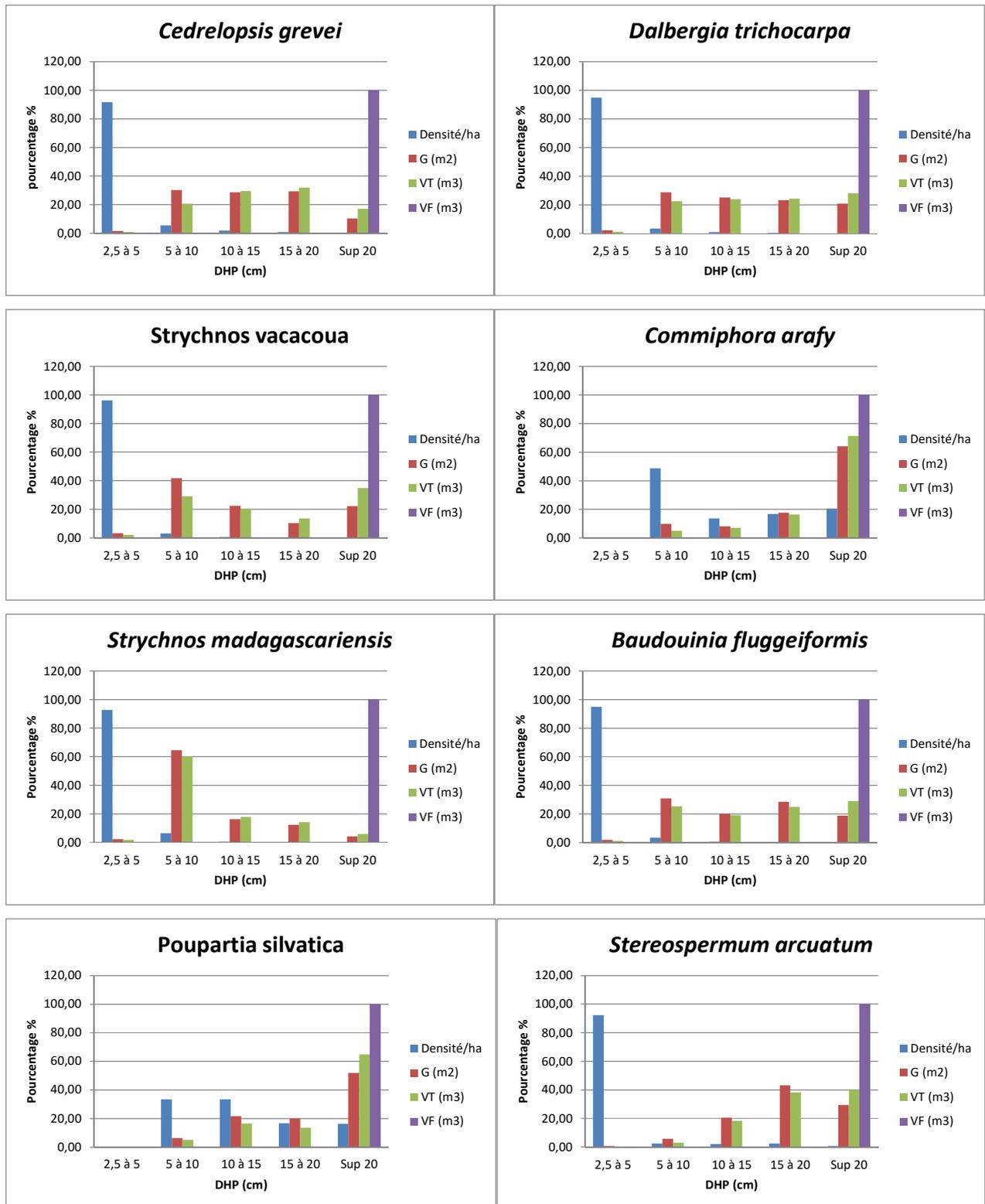


Figure 17 : Répartition des 14 espèces importantes dans la forêt dense sèche de l'Ouest

3.2.6 Caractéristiques des espèces importantes de la forêt dense sèche

L'avenir des espèces *Commiphora arafy* et de *Poupartia silvatica* est inquiétant. L'absence de regeneration de ces espèces va conduire à sa disparition si aucune mesure n'est prise. Pour les restes des espèces, la regeneration dépasse encore plus de 70% et necessite une attention particulière. Néanmoins, ces espèces importantes font face à la diminution de certaines de ces classes de taille qui assurent l'avenir de l'espèce et du peuplement.



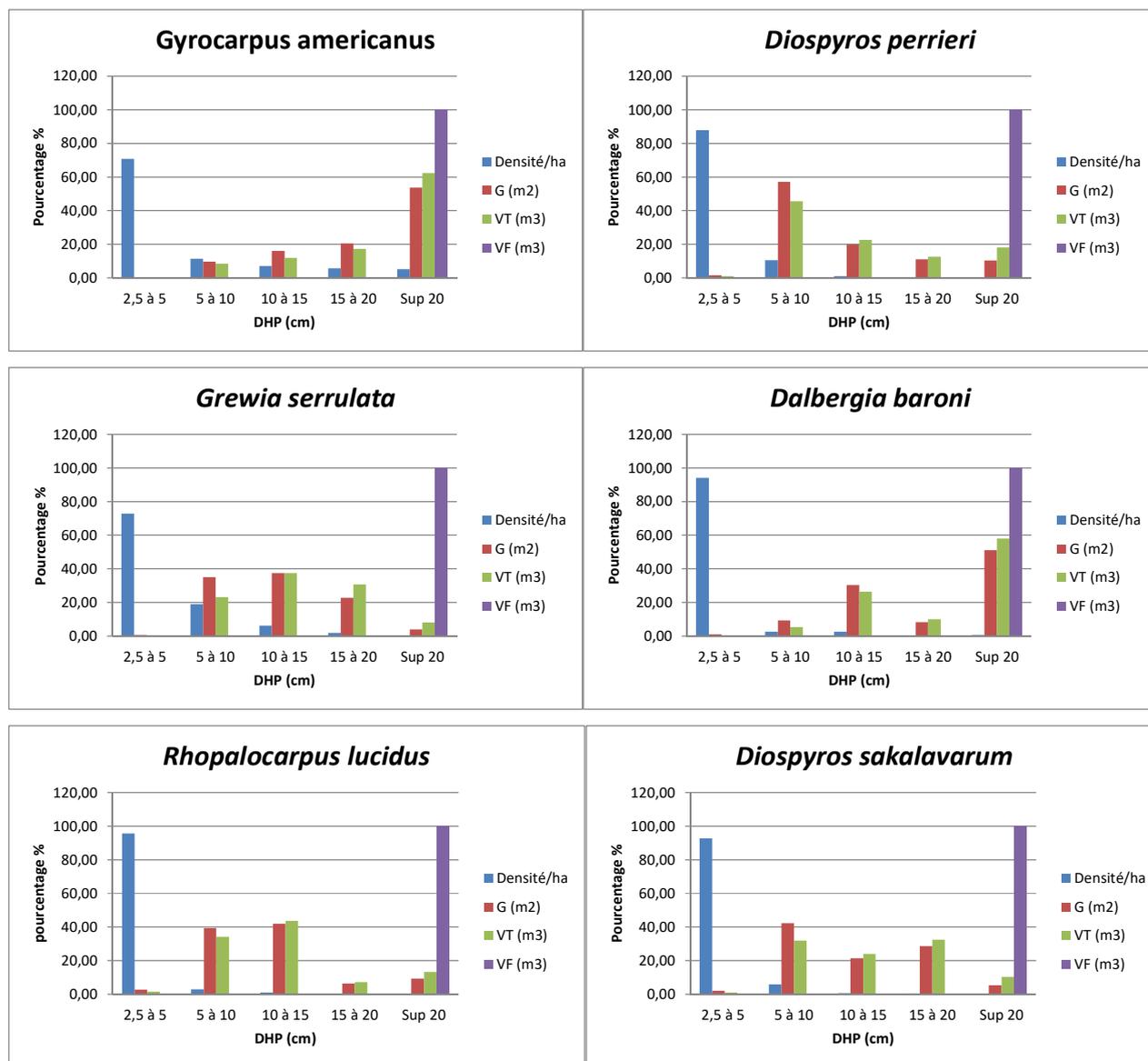


Figure 18 : Proportion de la densité (en %) par rapport au nombre total de tige de l'espèce (DHP \geq 2,5cm) ; proportion des biovolumes (en %) par rapport au volume total (DHP \geq 5cm) selon les classes de diamètre pour les espèces végétales importantes de la forêt dense sèche

Dans la forêt sèche dégradée, *Tamarindus indica* (23,64%) et *Grewia serrulata* (20,17%) ont été distinguées. Et s'avéraient être les deux espèces importantes dans les placettes d'inventaires.

- *Tamarindus indica* a une densité de 34 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,35m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 23,64%
- *Grewiaserrulata* a une densité de 29 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,28m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 20,14%
- *Brideliapervilleana* a une densité de 25 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,23m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 17,35%

- *Dalbergiatrichocarpa* a une densité de 23 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,18m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 15,94%
- *Cedrelopsisgrevei* a une densité de 21 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,25m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 14,63%
- *Stereospermumarcuatum* a une densité de 20 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,22m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 13,92%
- *Commiphoraarafy* a une densité de 19 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,24m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 13,26%
- *Strychnosvacacoua* a une densité de 19 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,21m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 13,23%
- *Strychnosmadagascariensis* a une densité de 17 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,3m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 11,94%
- *Albizialebbeck* a une densité de 14 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,4m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 9,99%
- *Poupartiacaffra* a une densité de 14 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,27m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 9,86%
- *Poupartiasilvatica* a une densité de 14 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,23m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 9,82%
- *Dalbergiachlorocarpa* a une densité de 14 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,2m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 9,78%
- *Dalbergiabaroni* a une densité de 14 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,13m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 9,72%
- *Operculicaryagummifera* a une densité de 13 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,25m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 9,16%
- *Capurodendronsakalavum* a une densité de 12 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,24m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 8,46%
- *Stereospermumnematocarpum* a une densité de 12 tiges/ha, d'une surface terrière de 0,18m²/ha, et d'une importance de l'ordre de 8,4%

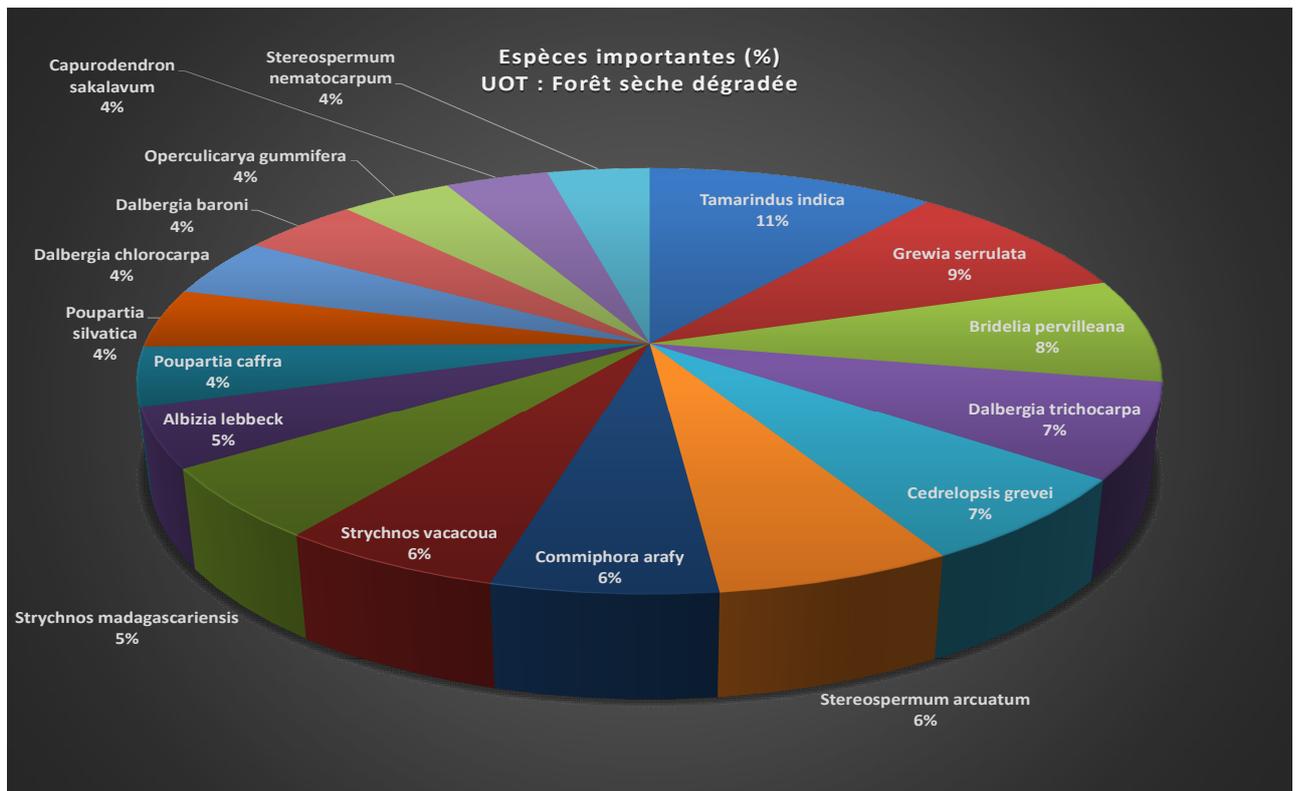
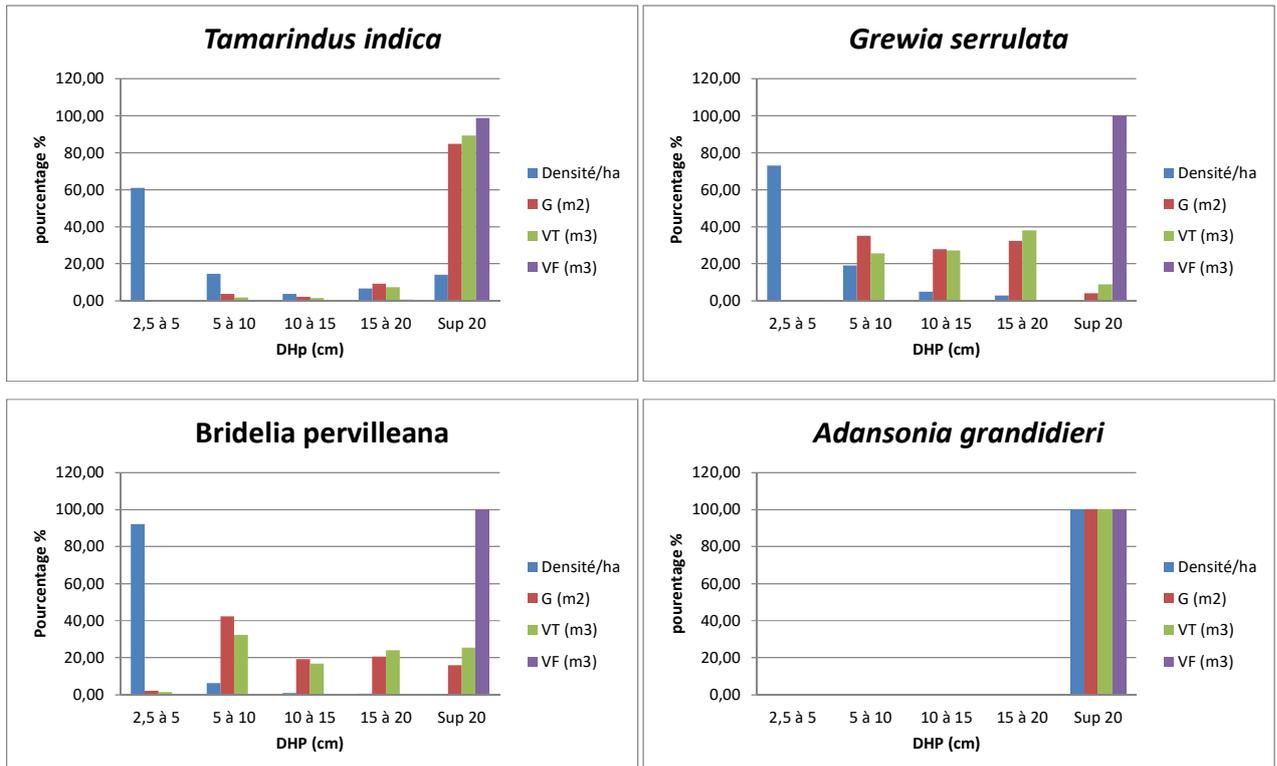
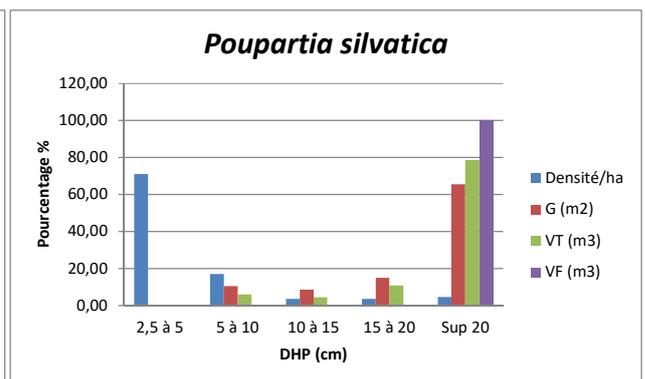
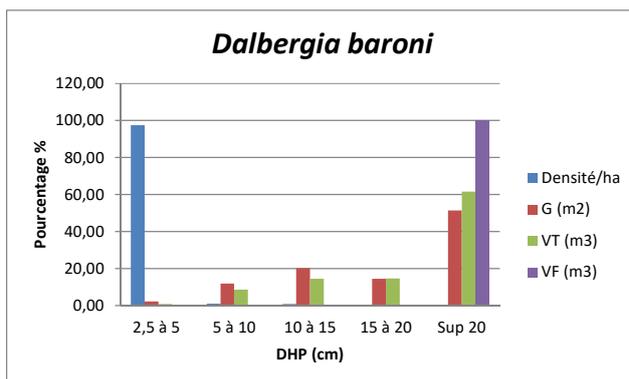
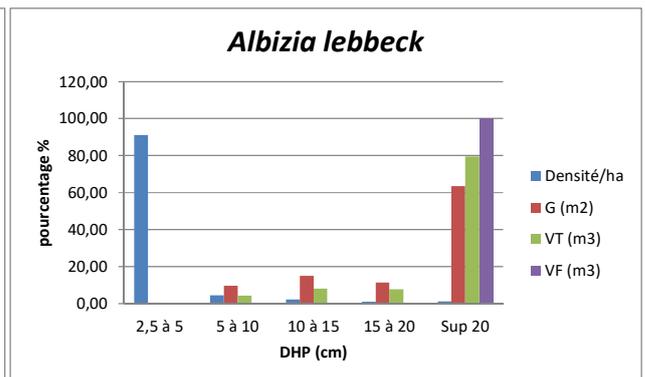
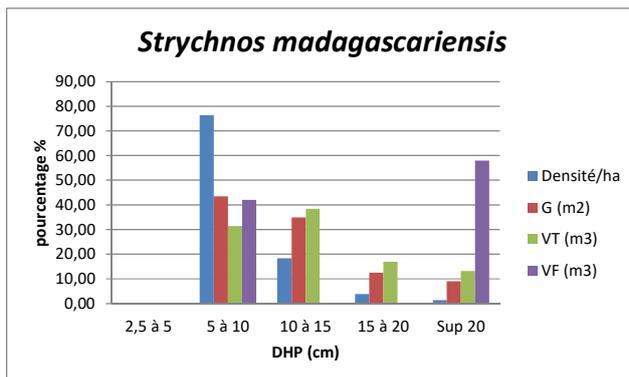
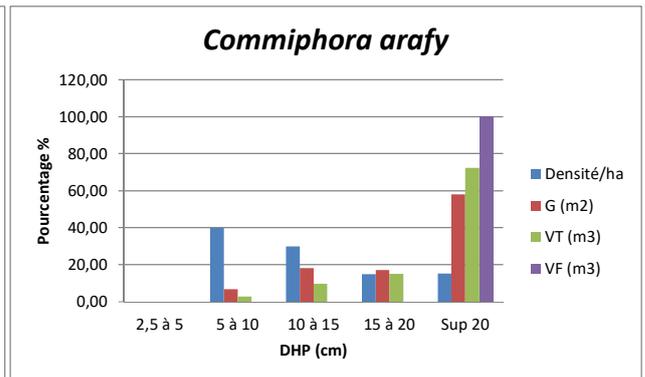
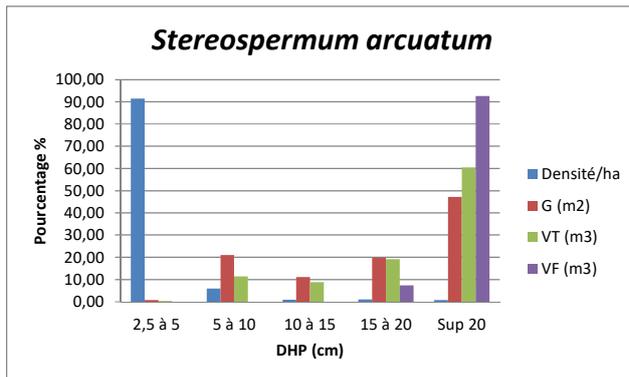
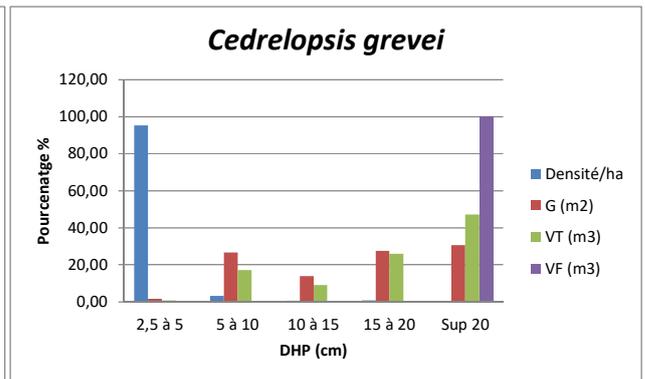
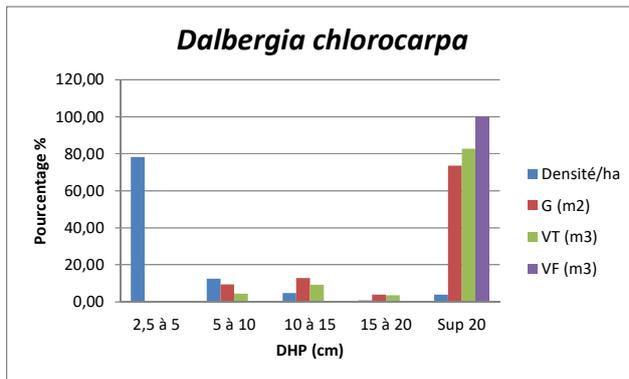


Figure 19 : Répartition des 17 espèces importantes dans la forêt sèche dégradée de l'Ouest

3.2.7 Caractéristiques des espèces importantes de la forêt sèche dégradée.

Pour ces espèces importantes, l'inattention contre *Adansonia grandidieri* va conduire cette espèce à la perte. De plus, elle met plus de temps pour grandir. En outre, l'espèce *Dalbergia baroni* fait déjà face à son extinction dans le futur proche.





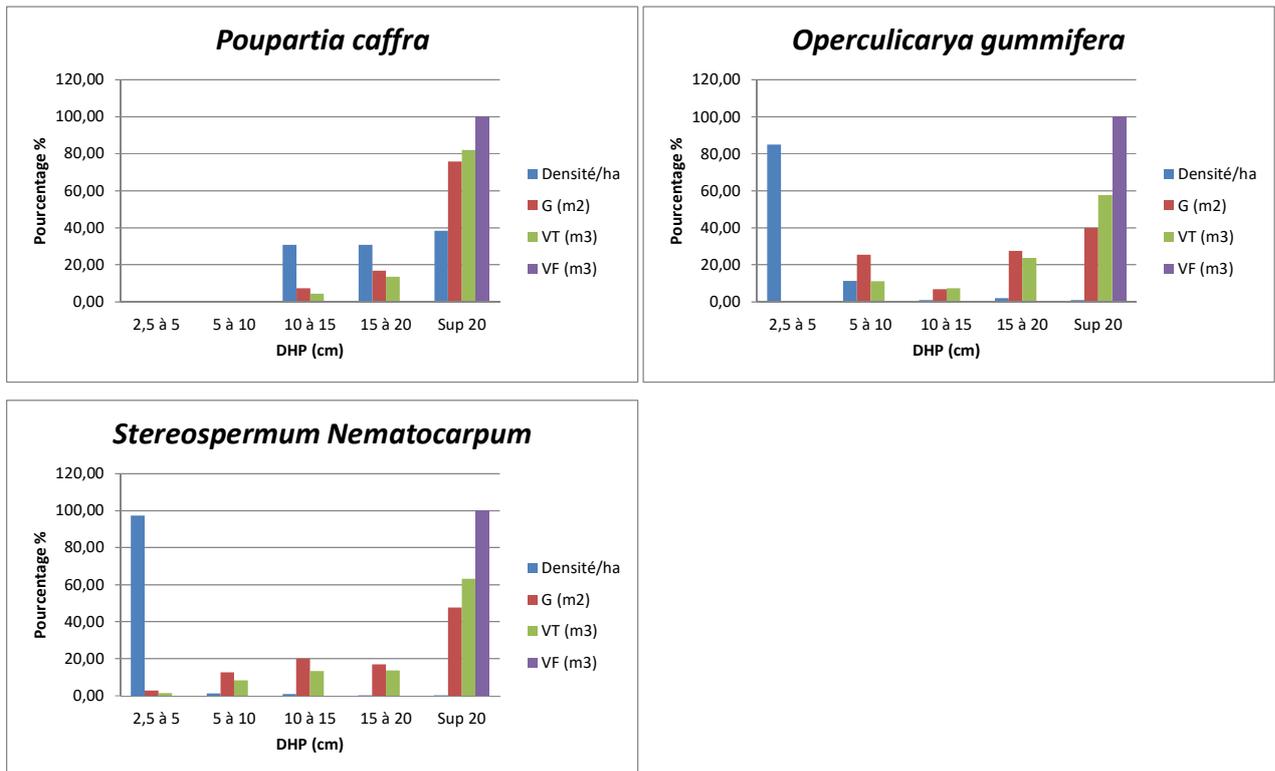


Figure 20 : Proportion de la densité (en %) par rapport au nombre total de tige de l'espèce (DHP \geq 2,5cm) ; proportion des biovolumes (en %) par rapport au volume total (DHP \geq 5cm) selon les classes de diamètre pour les espèces végétales importantes de la forêt sèche dégradée

3.2.8 Taux et capacité de régénération

Malgré les caractéristiques des espèces importantes, il se pourrait que le peuplement forestier de l'écorégion de l'Ouest ait de chance pour se reconstituer. En effet, le taux de régénération indique la présence et l'abondance d'individus en âge de développement.

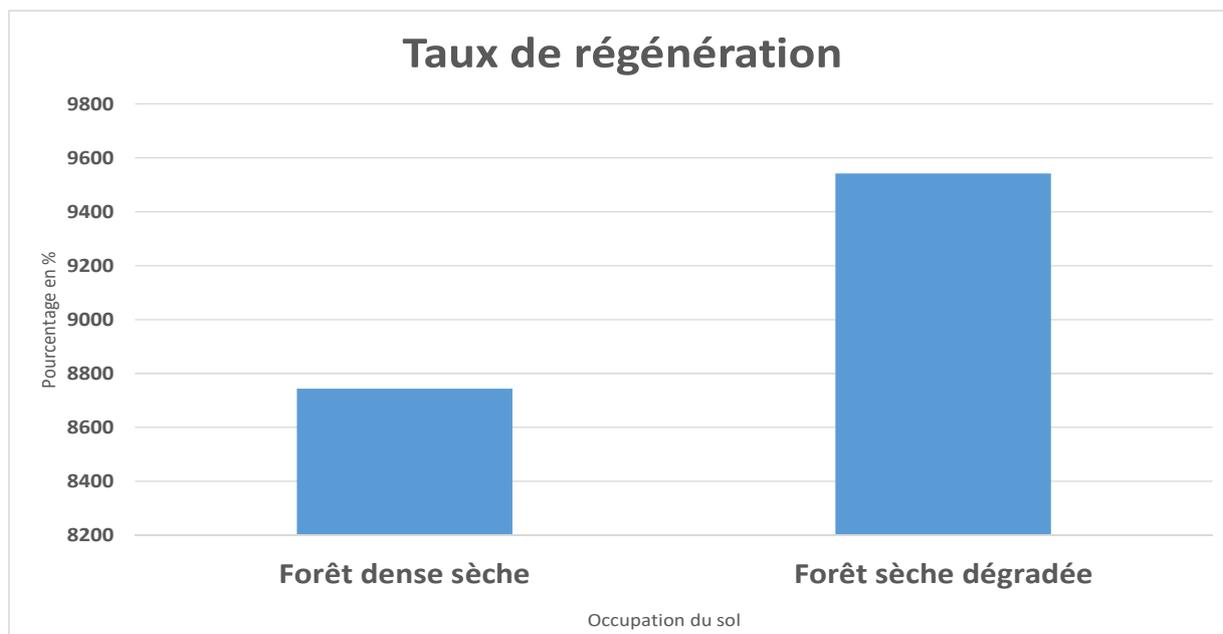


Figure 21 :Taux de regenération naturelle des espèces forestières

3.2.9 Biomasses

En termes de biomasse, la forêt dense sèche de l'écorégion de l'Ouest dispose de 47,82tms/ha en biomasse aérienne, de 13,74tms/ha en biomasse souterraine, 0,03tms/ha en biomasse de bois mort sur pied et enfin, 0,15tms/ha en biomasse des débris.

En termes de biomasse, la forêt sèche dégradée de l'écorégion de l'Ouest dispose de 36,28tms/ha en biomasse aérienne, de 10,82tms/ha en biomasse souterraine, de 0,01tms/ha en biomasse de bois mort sur pied et enfin, 0,09tms/ha en biomasse des débris.

Tableau 13 : Biomasse des espèces supérieures à de DHP>5cm (LRA, 2021) dans le forêt dense sèche

Forêt dense sèche	Aérienne	Souterraine	Bois mort	Débris
Mean [tdm/ha]	47,82	13,74	0,03	0,15
Min [tdm/ha]	0,40		0,00	0,00
Max [tdm/ha]	175,18		0,12	0,90
STD [tdm/ha]	29,13	7,47	0,03	0,19
N	57,00		36,00	55,00
90% confidence interval [tdm/ha]	6,35	1,63	0,01	0,04
90% confidence interval [%]	13,27	11,85	0,31	0,28
Lower bound 90% CI [tdm/ha]	41,47	12,11	0,02	0,11
Upper bound 90% CI [tdm/ha]	54,16	15,37	0,03	0,20

Tableau 14 : Biomasse des espèces supérieures à de DHP>5cm (LRA, 2021) dans la forêt sèche dégradée

Forêt sèche dégradée	Aérienne	Souterraine	Bois mort	Débris
Mean DOM [tdm/ha]	36,28	10,82	0,01	0,09
Min [tdm/ha]	0,74		0,00	0,00
Max [tdm/ha]	270,99		0,08	0,79
STD [tdm/ha]	35,55	9,30	0,02	0,13
N	136,00		72,00	128,00
90% confidence interval [tdm/ha]	5,01	1,31	0,00	0,02
90% confidence interval [%]	13,82	12,12	0,30	0,21
Lower bound 90% CI [tdm/ha]	31,27	9,51	0,01	0,07
Upper bound 90% CI [tdm/ha]		41,30	12,14	0,11

3.3 Biomasses par placettes des deux écorégions

Selon les résultats obtenus, les biomasses par placettes des deux écorégions de la forêt dense humide de l'Est et de la forêt dense sèche de l'ouest sont présentées dans la carte ci après.



Carte 2 : Carte de biomasses des placettes d'inventaire

4 Conclusions et recommandations

L'inventaire forestier réalisé dans l'écorégion de l'Est et de l'Ouest a relevé les caractéristiques d'une forêt dense humide et sèche de Madagascar. Les arbres sont de différentes tailles et la forêt inventoriée est riche en espèces. Cependant, les différents types d'interventions anthropiques d'exploitations ont impacté les formations forestières et qui ont entraîné la diminution en nombre de plusieurs essences nobles telles que Voamboana. En matière de stock de carbone, la forêt de l'écorégion de l'Est et de l'Ouest dispose d'une quantité non négligeable de biomasse à l'ha. Les résultats néanmoins sont différents selon les occupations du sol et dans le futur proche, peuvent changer selon les infractions pouvant survenir dans les zones. Enfin, des efforts doivent être fournis car la perte en ces ressources seraient irréversibles.

Documents consultés

1. A.E. Maguran & McGill, B.J., (Eds.) 2011- « Biological Diversity : Frontiers in measurement and assessment. Oxford Biology – Oxford University Press, UK ».
2. Cailliez Francis. 1980. Estimation des volumes et accroissement des peuplements forestiers : avec référence particulière aux forêts tropicales, Estimation des volumes. Rome : FAO, 98 p. (Etude FAO : Forêts, n. 22/1) ISBN 92-5-200923-X
3. Corlett, R.T. & Primack, R.B. 2011 - « Tropical Rain Forests, an ecological and biogéographique comparison – Second Edition ». Association Vahatra, Antananarivo, Madagascar.
4. IEFN, 1996 - Inventaire Ecologique Forestier National.
5. K. MOKANY et al., 2016 - Critical analysis of root : shoot ratios in terrestrial biomes – Global Change Biology , 2016- 12 , 84 - 96
6. Méthodologie d'inventaire des produits forestiers ligneux valorisables pour une gestion durable (FFEM-Biodiversité septembre 2007).
7. PERR-FH- Consortium WCS, ONE, Etcetra et MNP, 2014 - Extension du projet de définition d'un niveau de référence et du système MRV de l'écorégion des forêts humide de l'Est.
8. Goodman S.M. and Benstead, J. 2003 - Natural History of Madagascar -, The University of Chicago Press,.
9. Pan Y. et al., 2011- A large and persistent carbon sink in the world's forests. Science, 333, 988-993. ,
10. Résultats des travaux d'inventaire forestier et évaluation de l'intégrité écologique de l'écosystème forestier sèche de l'Ouest de Madagascar dans le cadre du REDD+ - Ministère de l'Environnement de l'Ecologie et Des Forêts– Direction de la Valorisation des Ressources Forestières – Mai 2018 - 55 pages
11. ROELOF (A.A) et al, 1996, « gestion et futur des forêts tropicales : une mise en perspective des systèmes d'amélioration et de valorisation ». MAE/ADPF, 9p
12. "Surveying natural populations Quantitative Tools for Assising Biodiversity Columbia University Press" Publishers since 1893, copyright 2010, the Smithsoman institution.
13. Van der Werf et al., 2009 - Effects of land use on the Soil Organic Carbon storage potentiality and soil edaphic factors in Tripura, Northeast India - CO2 Emissions from Forest Loss. Nature Geoscience, 2, 737-738.
14. Vieilledent G, Vaudry R, Andriamanohisoa SFD, et al (2012) A universal approach to estimate biomass and carbon stock in tropical forests using generic allometric models. Ecol. Appl. 22:572–583. doi: 10.1890/11-0039.1

