

## Chapitre 13

# Biodiversité et régénération dans les plantations de pins et d'acacias après perturbation, Androy Fianarantsoa

*Randriambanona H. & Carrière S.*

**Résumé :** Les objectifs de ce travail sont d'évaluer la biodiversité et la production des recrûs dans les reboisements de pins et d'acacias après perturbations, en bordure ouest du couloir RA (Centre-Sud de Madagascar). L'hypothèse émise est que les ouvertures dans les reboisements ainsi perturbés facilitent l'installation et le recrutement des espèces autochtones. Les relevés de végétation ont été effectués par la méthode des transects. La phytomasse herbacée a été mesurée par la méthode de récolte intégrale sur une surface de relevé de 1 m<sup>2</sup>, la phytomasse ligneuse par la méthode allométrique et la phytomasse racinaire a été mesurée par la méthode de carottage. Cent vingt cinq et soixante deux espèces ont respectivement été inventoriées dans la plantation de pins et d'acacias. Dans les deux cas, la moitié des espèces sont des ligneux. Dans la plantation de pins 43% des espèces sont anémochores et 30 % sont zoochores. Les espèces anémochores et zoochores représentent respectivement 53 % et 32 % dans le reboisement d'acacias. L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a permis d'identifier deux groupements végétaux dans la plantation de pins : celui qui correspond aux formations herbeuses (les cultures et les jachères herbeuses) et celui des formations ligneuses (recrûs forestiers). Les valeurs minimales d'indices de diversité sont enregistrées dans les cultures et jachères et les valeurs maximales étant obtenues dans les recrûs. La valeur de phytomasse totale suit cette tendance. Elle est maximale dans les recrûs dont la moitié est représentée par la biomasse ligneuse et elle est faible dans les jachères herbeuses. Dans la plantation d'acacias, deux groupements végétaux ont été identifiés celui des formations herbeuses (culture et jachères herbeuses) et celui des formations ligneuses (jachères arbustives et recrûs pré-forestiers). Les indices de diversité sont faibles dans les cultures tandis qu'ils sont élevés dans les recrûs. Les jachères arbustives se trouvent en position intermédiaire. La phytomasse totale maximale est obtenue dans les recrûs, elle est faible dans les jachères herbeuses.

Mots-clés : régénération forestière, plantation, acacia, pin, phytomasse, Fianarantsoa

## Introduction

Selon l'évaluation mondiale des ressources forestières, les plantations forestières couvrent une superficie de 170 millions d'hectares et se trouvent en majeure partie dans les régions tropicales et sub-tropicales (FAO, 2000). Elles sont pour la plupart composées par des espèces exotiques (FAO, 2005). Malgré les rôles économiques et écologiques que les plantations jouent, des critiques à leur encontre existent. Les espèces introduites ont souvent été considérées comme " nuisibles " à cause de leur caractère invasif ou de leurs effets négatifs sur le sol (Michelsen *et al.*, 1993; Simberloff, 2003). Cependant, au début des années 1990, plusieurs auteurs comme Lugo (1992) et Parrotta (1992) ont mis en évidence le rôle des reboisements en tant que catalyseur de la régénération et montré son importance comme outil pour la restauration des écosystèmes dégradés. En 1994, la Banque Mondiale avec USDA Forest Service, le CIFOR (Center for International Forestry Research) et l'ODA (Overseas Development Authority/UK) ont initié des recherches sur ce sujet (Parrotta *et al.*, 1997). Depuis, beaucoup d'études ont montré que les plantations facilitent dans certains cas la régénération naturelle (Parrotta, 1995 ; Loumeto & Huttel, 1997 ; Otsamo, 2000).

Par contre aucune étude n'a été réalisée sur ce sujet à Madagascar où le CIRAD (2006) estime à plus de 300000 ha de plantations constituées pour moitié d'*Eucalyptus* et de *Pinus*. Dans la Commune d'Androy (Centre-Sud de Madagascar) où les plantations côtoient la forêt naturelle, de véritables forêts

secondaires se sont régénérées dans les plantations d'*Acacia* et de *Pinus* après avoir subi plusieurs types de perturbations (cyclones, feux, exploitation forestière, culture...). Ce travail se fixe comme objectifs l'évaluation de la biodiversité et de la production des recrûs dans les reboisements de pins et d'acacias après perturbations, en bordure ouest du couloir RA et la recherche des causes. L'hypothèse émise est que les ouvertures dans les reboisements ainsi perturbés facilitent l'installation des espèces autochtones voire endémiques.

## Matériels et méthodes

### Le site d'étude

L'étude a été conduite dans le chantier forestier d'Androy-Sud qui est délimité par la RN 45 (vers Mananjary) au Nord, la RN 7 à l'Ouest, la Commune de Fianarantsoa II au Nord-Est, la ligne de chemin de fer (Fianarantsoa-Manakara) au Sud et la forêt naturelle d'Ambhipanja à l'Est. Cette zone jouit d'un climat tropical unimodal de moyenne altitude caractérisé par un hiver frais, humide mais sans pluies importantes d'avril à septembre, un déficit hydrique d'août à octobre et parfois novembre et une saison des pluies estivales de novembre à mars (Randriamalala *et al.*, 2007.). La station climatique Fofifa-Ird-Cnre de Sahambavy à 15 km au sud donne sur trois ans, pour la température une moyenne annuelle de 17,7°C et une pluviosité annuelle de 1370 mm (Randriamalala *et al.*, 2007.). Les sols sont de type ferrallitique rouge et jaune sur rouge particulièrement pauvres en phosphore assimilable et en bases échangeables (Randriamalala *et al.*, 2007) et reposent sur le socle cristallin d'âge précambrien. Les principales formations végétales sont : la forêt dense ombrophile de moyenne altitude à *Weinmannia* et *Tambourissa* (Koechlin *et al.*, 1974), les formations secondaires issues de la mise en culture sur brûlis de la formation précédente, les reboisements (pins, acacia à tannin), et des mosaïques de pseudo-steppiques à *Aristida similis* Steud., *Lepturus* sp., parsemées de plantations villageoises d'*Eucalyptus* (Carrière & Randriambanona, 2007).

### Les plantations étudiées

La plantation d'acacia (*Acacia dealbata*) d'une superficie de 2200 ha a été mise en place dans les années 1920 pour produire des tannins jusqu'en 1950 (Parrat, 1966). En 1969, une grande partie de cette plantation a été remplacée par des pins. Le reste, par contre, a été mis en culture par les populations depuis les années 70. Actuellement, elle est formée d'une mosaïque de champs de manioc et de patate douce, de jachère et de recrûs.

La plantation de pins (2317 ha) entreprise entre 1969 et 1971 était destinée à approvisionner une usine de fabrication de pâte à papier qui devait être construite dans la région (Ramanantsoavina, 1963). Elle a été en partie effectuée sur l'ancienne plantation d'acacia supra-citée et sur des formations herbeuses à *Aristida similis*. Elle a subi diverses perturbations (feux en 1996, 2000, cyclones en 1986 et 1994, exploitation forestière sélective, mise en culture...). L'exploitation forestière a commencé en 1994, puis certaines parcelles furent exploitées par la population riveraine à des fins agricoles (culture sur brûlis de manioc) à partir de 2000.

### Méthodes

L'échantillonnage par transects a été adopté afin de tenir compte des différentes situations de relief. Les transects sont orientés dans le sens Est-Ouest. Ils sont transversaux par rapport à la schistosité des gneiss. Le long de chaque transect, des relevés distants d'environ 30 m ont été effectués, leur emplacement a été dicté par les positions topographiques (bas versant, mi-versant, haut de versant et sommet). La surface de relevé a été de 10 m x 10 m. L'inventaire concerne à la fois les ligneux, les herbacées, les

lianes et les fougères. Pour chaque relevé une liste floristique a été dressée. Les échantillons d'herbiers récoltés sur le terrain ont été comparés aux herbiers de références au PBZT (Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza Antananarivo). Pour les noms scientifiques, on s'est référé à la base de données floristiques Tropicos du Missouri Botanical Garden à Antananarivo. Deux cent cinq relevés notés P1, P2,...P205 répartis sur 40 transects ont été réalisés dans la plantation de pins et 58 relevés (A1, A2,...A58) le long de 12 transects dans la plantation d'acacia. L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) basée sur la présence-absence des taxa a été utilisée pour tester l'homogénéité de la végétation et aussi identifier les éventuels groupements végétaux dans les plantations. Une fois identifiés les différents groupements végétaux dans chaque type de plantation, 10 placeaux de 10 m x 10 m ont été choisis au hasard dans chacun d'eux pour faire l'objet d'inventaire floristique et de mesures de phytomasses aérienne et souterraine.

Au cours de l'inventaire, les paramètres pris en compte pour une espèce rencontrée sont : le diamètre, la hauteur, le mode de dispersion (anémochorie, zoochorie et barochorie). Après ces investigations chaque unité de végétation est caractérisée par différents descripteurs de diversité<sup>37</sup>.

La phytomasse herbacée a été mesurée par la méthode de récolte intégrale dans un carré de 1m x 1m (Levang & Grouzis, 1980) à raison de 10 répétitions par parcelle. La masse de la matière fraîche est mesurée sur le terrain et la teneur en matière sèche est déterminée après dessiccation à l'étuve à 85° C pendant 24 heures jusqu'à la déshydratation totale des échantillons prélevés à cet effet.

La phytomasse ligneuse a été évaluée par la méthode allométrique. Le principe est d'établir des équations de régression entre des mesures destructives individuelles de biomasse et les paramètres dimensionnels de ceux-ci (hauteur, diamètre du tronc). Deux cent sept individus ont été abattus, ils appartiennent à 21 espèces ligneuses dominantes. Les relations obtenues pour chaque espèce sont ensuite appliquées à l'inventaire des peuplements. Le modèle utilisé est du type puissance<sup>38</sup> qui est censé représenter la réalité biologique (Rondeux, 1999 ; Ketterings *et al.*, 2001).

La phytomasse racinaire a été mesurée par la méthode de carottage (Böhm, 1979) à l'aide d'une sonde de diamètre intérieur de 80 mm. Les prélèvements ont été effectués jusqu'à 1 m de profondeur et par tranches d'horizons de : 0-10 cm ; 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-75, 75-100. L'effectif de l'échantillonnage s'élève à 10 prélèvements par parcelle. Les racines ont été séparées de la terre par double tamisage (tamis de maille 1 et 0.5 mm) sous un jet d'eau, puis elles ont été séchées à l'étuve à 85° C pendant 24 heures et pesées au milligramme près. Des analyses de variance ont été effectuées d'une part pour observer s'il y a une différence significative entre les valeurs obtenues dans les groupements végétaux et d'autre part pour comparer les deux types de plantations.

## Résultats

### Composition floristique

Cent vingt cinq espèces se répartissant en 91 genres et 46 familles ont été enregistrées dans la plantation de pins. Les Asteraceae (19 espèces), puis les Poaceae et les Rubiaceae avec 14 espèces chacune sont les familles les mieux représentées. Les espèces ligneuses sont au nombre de 58 (soit 46 %), les espèces herbacées et les lianes sont respectivement au nombre de 55 (44 %) et 12 (10 %). Dans la plantation d'acacia, 62 espèces réparties en 49 genres et 32 familles ont été recensées. La

<sup>37</sup> La richesse spécifique (S) est le nombre d'espèces recensées dans l'aire de référence ;

L'indice de Shannon :  $H' = - \sum f_i \log_2 f_i$  (Avec  $f_i$  : fréquences  $f_i$  de différentes espèces  $i$  de l'échantillon) ;

L'indice de régularité :  $R = \frac{H'}{H_{\max}}$  (avec  $H_{\max} = \log_2 S$ )

La densité des ligneux (D) et la surface terrière (G) pour les formations ligneuses.

<sup>38</sup>  $B = aD^b$  (avec B : biomasse ; D : diamètre ; a, b : paramètres)

famille des Asteraceae avec 13 espèces, des Poaceae avec 7 espèces et des Rubiaceae avec 4 espèces sont les mieux représentées. Les ligneux, les herbacées et les lianes comptent respectivement 32 (51 %), 26 (41 %), et 4 (6 %) espèces. Enfin, 67 et 4 espèces sont respectivement propres à la plantation de pin et à la plantation d'acacia, 55 espèces sont communes aux deux formations. Dans la plantation de pins, les espèces anémochores représentent 43% des espèces totales, tandis que les espèces zoochores et barochores représentent respectivement 30% et 27%. Plus de la moitié (53%) des espèces sont anémochores dans la plantation d'acacia, 32% sont zoochores et 15% sont barochores. D'après ces résultats, bien que le vent soit le principal facteur de dissémination des graines, le rôle des animaux disperseurs (oiseaux, chauves-souris) de graines apparaît également important dans cette zone.

Les familles les mieux représentées sont identiques pour les deux types de plantation. La plantation d'acacia renferme beaucoup plus d'espèces ligneuses que la plantation de pins.

## Identification des groupements végétaux dans les plantations

### La plantation de pins

Le Tableau 36 indique les valeurs propres et les taux d'inertie des 4 premiers axes factoriels de l'AFC (matrice de 125 espèces x 205 relevés). L'inertie totale est de 6,9 bits. La moyenne des contributions des relevés est de 0,49, celle des espèces est de 0,8%.

Tableau 36. Valeurs propres et inertie extraites des axes de l'AFC

Axes factoriels	F1	F2	F3	F4
Valeur propre	0,80	0,41	0,34	0,33
% variance	11,57	5,87	4,90	4,80
% variance cumulé	11,57	17,44	22,34	27,1

La Figure 30 représente le plan principal F1/F2 de l'analyse de l'ensemble relevé-espèces.

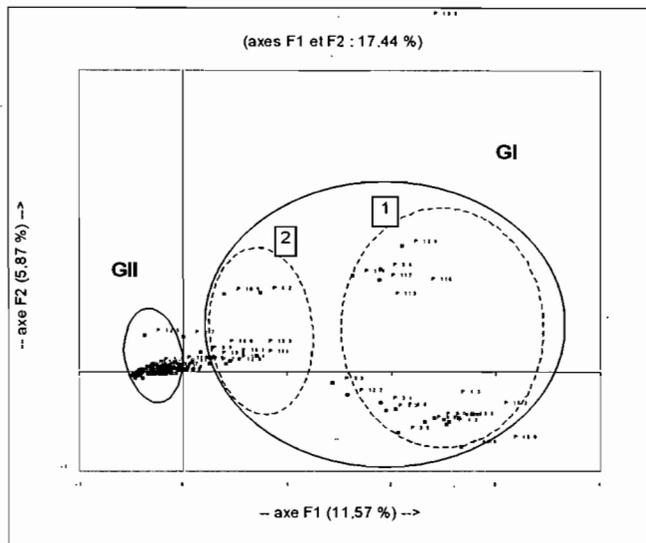


Figure 30. Analyse factorielle des correspondances : projection de 205 relevés x 125 espèces dans le plan principal (axes F1xF2).

Pour décrire ces axes, seuls les individus (relevés) ou les variables (espèces) dont la contribution est au moins égale à la moyenne peuvent intervenir de façon significative.

L'axe F1 oppose les relevés réalisés dans les champs de culture et jachères (G1) en abscisses positives à ceux effectués dans les recrûs (GII) en abscisses négatives.

Le premier groupe (G1) est subdivisé en deux sous-groupes :

- Le sous-groupe (G1-1) est fortement corrélé à l'axe F1, les relevés à retenir sont P61 (1,9)<sup>39</sup>, P150 (1,8), P152 (1,8), P153 (1,8), P154 (1,8), P157 (1,8), P138 (1,6). Il correspond aux relevés réalisés dans les champs de manioc. Excepté *Manihot* sp. (22,4%), les espèces associées à ce groupe sont toutes des espèces rudérales<sup>40</sup>.
- Le sous-groupe (G1-2) est représenté par les relevés P62, P104, P105, P111, P120, P139, P130, P151, P76, P99, P98, aucun de ces relevés ne présente de contribution significative. Ce sont les relevés réalisés dans les jachères, ils se présentent sous forme de formations herbeuses. Les espèces sont également herbacées à buissonnantes<sup>41</sup> ;

Pour GII comme les relevés sont groupés près de l'intersection des deux axes, leurs contributions sont très faibles et aucune espèce ne présente de contribution supérieure à la moyenne. On peut conclure que l'axe F1 traduit un gradient d'utilisation car il oppose les champs de cultures à ceux de jeunes jachères et de recrûs. L'axe F2 par contre, n'a pas permis de discriminer de groupes de relevés. Trois groupements végétaux ont été identifiés et retenus dans les plantations de pins : (i) les cultures, (ii) les formations herbeuses correspondant aux jachères et (iii) les formations ligneuses (recrûs).

### La plantation d'acacia

Le Tableau 37 donne l'inertie totale (4,91 Bits) du nuage de points et la part de variance expliquée par chacun des quatre premiers axes factoriels de l'AFC réalisée sur la matrice de 62 espèces x 58 relevés. Les contributions moyennes des relevés et des espèces sont respectivement de 1,72% et de 1,61%.

Tableau 37. Valeurs propres et pourcentages de variance

Axes factoriels	F1	F2	F3	F4
Valeur propre	0,84	0,50	0,34	0,31
% variance	17,03	10,17	7,02	6,41
% variance cumulé	17,03	27,20	34,22	40,63

La Figure 31 représente la projection des espèces et des relevés dans les axes factoriels F1xF2.

Elle montre un nuage de points bien structuré de forme parabolique et fait ressortir l'effet Guttman qui indique une redondance entre les deux variables étudiées : la connaissance de la ligne donne pratiquement celle de la colonne ; toute l'information est contenue dans le premier axe F1, qui oppose les valeurs extrêmes, tandis que le deuxième axe F2 oppose les intermédiaires aux extrêmes.

L'axe F1 oppose deux groupes de relevés : ceux réalisés dans les champs de culture et les jachères herbeuses qui sont groupés en abscisses positives (G1), et ceux effectués dans les jachères arbustives et les recrûs en abscisses négatives (GII).

<sup>39</sup> Les valeurs entre parenthèses indiquent la contribution (%) des relevés ou des espèces aux axes factoriels considérés.

<sup>40</sup> *Erigeron naudinii* (Bonnet Humbert) (19,9%), *Emilia citrina* DC. (18%), *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (13,7%), *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C.E. Hubb. (2,5%), *Bidens pilosa* L. (1,8%), *Imperata cylindrica* (L.) Rausch (1,44%);

<sup>41</sup> *Andropogon eucomus* Nees, *Stenotaphrum dimitidiatum*, L., *Panicum maximum* Jacq., *Fimbristylis* sp., *Ageratum conyzoides* Linné, *Psiadia salviaefolia* Baker, *Crassocephalum sarcobasis* (DC.) Moore, L'Hert., *Tristemma virusanum* Juss., *Helichrysum attenuatum* Humb., *Elephantopus scaber* L., *Oldenlandia herbaceae* (L.) DC., *Phytolacca dodecandra*, *Trema orientalis*.

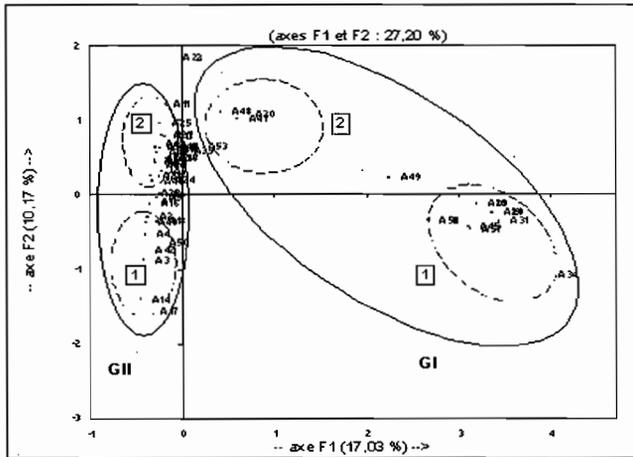


Figure 31. Analyse Factorielle des Correspondances : projection de 58 relevés x 62 espèces selon les axes F1 et F2.

Le premier groupe (GI) peut être subdivisé en deux sous-groupes :

- le sous-groupe (GI-1) est constitué par les relevés effectués dans les cultures (A45, A57, A31, A19, A20, A21, A34, A54, A55, A56, A10, A29). Les espèces qui leur sont associées sont surtout des herbes<sup>42</sup>.
- le sous-groupe (GI-2) avec les relevés A30, A35, A47, A48, A53, qui ont été réalisés dans les jachères herbeuses. Les espèces associées sont composées essentiellement d'herbes<sup>43</sup>.

Le deuxième groupe (GII) peut également être subdivisé en deux sous-groupes :

- le sous-groupe (GII-1) dont les relevés sont : A14, A17, A3. Ce sont des formations typiquement ligneuses correspondant aux recrûs forestiers présentant une physionomie de forêt secondaire totalement reconstituée (formation dense et pluristrate) composées uniquement de ligneux<sup>44</sup>. Il convient de noter que ces stations n'ont jamais été mises en culture.
- le sous-groupe (GII-2) est composé par des formations ligneuses ou de formations mixtes ligneux-herbacées avec un tapis herbacé discontinu. Aucune espèce n'est efficace le long de l'axe 1, mais par analogie, il existe beaucoup d'espèces ligneuses et herbacées que l'on peut retenir<sup>45</sup>. L'axe F1 traduit ainsi un gradient d'utilisation (exploitation agricole) car il sépare nettement les formations typiquement herbacées (champs cultivés et jachères herbeuses) aux formations mixtes et exclusivement ligneuses (jachères arbustives et recrûs ligneux).

## Caractéristiques des groupements végétaux dans la plantation de pins

Les indices de diversité ( $S$ ,  $H'$ ,  $R$ ) et la densité et la surface terrière des ligneux calculés dans les différents groupements végétaux sont consignés dans le Tableau 38.

<sup>42</sup> *Manihot* sp. (32,87), *Emilia citrina* (15,29), *Erigeron naudinii* (14,29), *Ageratum conyzoides* (6,20), *Bidens pilosa* (5,36), *Pteridium aquilinum* (3,44).

<sup>43</sup> *Sporobolus* sp., *Trichopteryx dregeana*, *Bulbostylis trichobasis*, *Hyparrhenia variabilis* Stapff., *Psidium salviaefolia* Baker, *Helichrysum faradifani* Scott Eliot, *Tristemma virusanum*.

<sup>44</sup> *Agauria salicifolia* (Lam.) Hook. f. ex Olivier, *Polyscias* sp., *Schefflera bojeri* R. Viguier, *Senecio faujasioides* Baker, *Syzygium emirnense* (Baker) Labat & G.E. Schatz, *Tabernaemontana* sp., *Vaccinium emirnense* Hook., *Weinmannia bojeriana* Tulasne, *Cassinopsis madagascariensis* Baillon.

<sup>45</sup> *Vernonia garnieriana* Klatt, *Weinmannia rutenbergii* Engler, *Anthocleista madagascariensis* Baker, *Senecio hypargyreus* DC., *Psidium cattleianum* Sabine, *Psorospermum fanerana*, *Canthium* sp., *Galiniera* sp., *Aristida similis*, *Sporobolus subulatus* Hack., *Scleria baronii* C.B. Clarke

Tableau 38. Indices de diversité (S, H', R), densité et surfaces terrières des groupements végétaux dans la plantation de pins

Groupements	Sous-groupes	Richesse spécifique S	Indice de Shannon H'	Indice de régularité R	Densité des ligneux (N.ha-1)	Surface terrière G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )
Formations herbeuses	Cultures	5,6 ± 1,89a	1,46 ± 0,23a	0,59 ± 0,06a	-	-
	Jachères herbeuses	29 ± 6,4b	3,31 ± 0,78b	0,66 ± 0,16a	-	-
Formations ligneuses	Recrûs pré-forestiers	32,6 ± 9b	4,01 ± 0,67b	0,80 ± 0,10b	6843 ± 2276	6,29 ± 4,62

Les moyennes repérées par une même lettre représentent les groupes statistiquement homogènes au seuil de probabilité de 0,05 d'après le test de Tukey HSD.

En ce qui concerne la richesse spécifique (S), la valeur minimale (5,6) a été obtenue dans les cultures et la valeur maximale a été enregistrée dans les recrûs forestiers (32,6). Les pratiques culturales (labours, feux) diminuent fortement la richesse spécifique. En effet les valeurs obtenues dans les champs cultivés sont significativement différentes de celles enregistrées dans les jachères et les recrûs. Cependant il n'y a pas de différence significative entre les jachères et les recrûs pré-forestiers. Les jachères ont une richesse spécifique assez élevée grâce au maintien d'adventices pendant un certain temps et à l'installation de nouvelles espèces issues du potentiel adventif. De plus, certaines espèces étaient déjà sur place et se sont régénérées en rejetant de souches et en drageonnant.

L'indice de Shannon le plus faible (1,46) a été obtenu dans les cultures à cause de la dominance d'un restreint nombre d'espèces en l'occurrence *Manihot* sp., et la valeur maximale a été obtenue dans les recrûs pré-forestiers (4,01), les jachères se trouvent en position intermédiaire (3,31). Cependant il n'y a pas de différence significative entre les jachères herbeuses et les recrûs.

A noter d'abord que les champs de culture, même s'ils sont parmi les groupements végétaux identifiés, n'ont pas fait l'objet de mesure de phytomasses. Le Tableau 39 donne les valeurs de phytomasse dans la plantation de pins. La phytomasse herbacée dans les recrûs (à dominance ligneuse) est très faible par rapport à celle obtenue dans les formations herbeuses. Ce résultat est dû à l'effet du couvert ligneux sur la strate herbacée. Au niveau du système racinaire, la valeur de phytomasse est plus élevée dans les formations ligneuses (11,6 t.ha-1) que celles des jachères herbeuses (3,1 t.ha-1).

La phytomasse totale est six fois moins importante dans les formations herbeuses que dans les formations ligneuses (5,83 t.ha-1 contre 28,6 t.ha-1) et la différence est statistiquement significative.

Tableau 39. Phytomasse (t.ha-1) des groupements végétaux dans la plantation de pins

Groupements	Sous-groupes	Phytomasse herbacée	Phytomasse ligneuse	Phytomasse racinaire	Phytomasse totale
Formations herbeuses	Cultures	nd	nd	nd	nd
	Jachères herbeuses	2,73 ± 0,24a	-	3,10 ± 0,71a	5,83 ± 1,5a
Formations ligneuses	Recrûs pré-forestiers	0,56 ± 0,02b	16,5 ± 3,56	11,6 ± 1,40b	28,6 ± 5,67b

Les moyennes repérées par une même lettre représentent les groupes statistiquement homogènes au seuil de probabilité de 0,05 d'après le test de Tukey HSD. nd : non déterminé

## Caractéristiques des groupements végétaux dans la plantation d'acacia

Chacun des 4 groupements végétaux forment des groupes statistiquement homogènes si on se réfère aux valeurs de richesses spécifiques (Tableau 40). Les valeurs minimale (5,8) et maximale (27) ont été respectivement obtenues dans les champs cultivés et les recrûs pré-forestiers.

Tableau 40. Indices de diversité, densité des ligneux et surface terrière des groupements végétaux dans la plantation d'acacia.

Groupements	Sous-groupes	Richesse spécifique S	Indice de Shannon H'	Indice de régularité R	Densité des ligneux (N.ha <sup>-1</sup> )	Surface terrière G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )
Formations herbeuses	Cultures	5,8 ± 1,89a	1,24 ± 0,35a	0,53 ± 0,11a	-	-
	Jachères herbeuses	8,1 ± 2,13b	1,79 ± 2,16b	0,59 ± 0,06a	-	-
Formations ligneuses	Jachères arbustives	19,6 ± 6,85c	3,09 ± 0,53c	0,77 ± 0,08b	7273 ± 1866,7a	5,10 ± 1,97a
	Recrûs pré-forestiers	27,7 ± 6,07d	3,95 ± 0,26c	0,83 ± 0,04b	11169 ± 2284,4b	7,76 ± 1,47b

Les moyennes repérées par une même lettre représentent les groupes statistiquement homogènes au seuil de probabilité de 0,05 d'après le test de Tukey HSD.

L'indice de Shannon le plus faible (1,24) est enregistré dans les cultures, il est de 1,79 pour les formations herbeuses, il est respectivement de 3,09 et de 3,95 pour les jachères arbustives et les recrûs.

Pour ce qui est de l'indice de régularité, il y a une différence significative entre les formations herbeuses (culture et jachères herbeuses) et les formations ligneuses. Les valeurs élevées (0,77 et 0,83) obtenues dans les formations ligneuses traduisent une tendance à l'équipartition des espèces de la communauté végétale, ce qui n'est pas le cas pour les formations herbacées (R=0,53 et R=0,59) dominées par un petit nombre d'espèces.

Les recrûs forestiers représentent des valeurs de densité de ligneux (11169 individus à l'hectare) et de surface terrière élevées (7,76 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) que les jachères arbustives (7273 N.ha<sup>-1</sup> et G=5,10 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>). Les valeurs sont statistiquement différentes.

Les valeurs de phytomasse dans les plantations d'acacia sont représentées dans le Tableau 41.

La valeur de la phytomasse herbacée dans les formations mixtes ligneux-herbacées (jachères arbustives avec 2,53 t.ha<sup>-1</sup>) est moins élevée que celle obtenue dans des formations typiquement herbacées (2,96 t.ha<sup>-1</sup>). C'est l'effet du couvert ligneux sur la strate herbacée.

Tableau 41. Phytomasses (t.ha<sup>-1</sup>) des groupements végétaux (plantation d'acacias).

Groupements	Sous-groupes	Phytomasse herbacée	Phytomasse ligneuse	Phytomasse racinaire	Phytomasse totale
Formations herbeuses	Cultures	nd	nd	nd	nd
	Jachères herbeuses	2,96 0,20	00	2,31 0,13a	5,28 0,27a
Formations ligneuses	Jachères arbustives	2,53 1,01	10,4 5,34a	6,90 1,76b	19,8 6,65b
	Recrûs pré-forestiers	00	19,7 4,39b	11,13 1,06c	30,8 5,14c

Les moyennes repérées par une même lettre représentent les groupes statistiquement homogènes au seuil de probabilité de 0,05 d'après le test de Tukey HSD. nd : non déterminé

## Discussions

Les objectifs de ce travail sont d'évaluer la biodiversité et la phytomasse dans les plantations de pins et d'acacia.

### La composition floristique

Le nombre d'espèces inventoriées dans la plantation de pins est beaucoup plus élevé que dans la plantation d'acacia. Ceci est dû à la durée d'exploitation agricole, plus de 30 ans pour la plantation

d'acacia contre 5 à 6 ans pour la plantation de pins. Les labours répétés et les feux pendant les phases culturales détruisent les souches des ligneux et la banque de graines du sol, ce qui diminue le nombre d'espèces (Floret & Pontanier, 1982).

Cependant les familles botaniques les mieux représentées sont les mêmes (Rubiaceae, Poaceae et Asteraceae). Elles sont caractérisées par la production de graines abondantes, de petite taille et à multiplication rapide, facilitant leur dispersion par le vent ou les animaux (Bodian *et al.*, 1998). Elles comptent de plus des espèces pionnières et rudérales dont les stratégies reproductives sont très efficaces. Par ailleurs, Labat (1995) note que les Rubiaceae et les Poaceae sont parmi les plus importantes familles de Phanérogames de Madagascar.

## Les indices de diversité

Le nombre d'espèces recensées (62 pour plantation d'acacia et 125 pour la plantation de pins) est loin d'atteindre celui d'une forêt mature de la zone d'étude qui compte 315 espèces pour 14 parcelles de 0,1 ha (Ratsimisetra, 2006). Ils sont également inférieurs à ceux obtenus (170 espèces) dans des plantations de *Pinus*, d'*Eucalyptus* et d'*Acacia mearnsii* en Afrique du Sud par Geldenhuys (1997) et par Lee *et al.* (2005), à Hong Kong (165 espèces) dans des plantations de pins. Ils sont toutefois supérieurs à ceux enregistrés sous plantations d'*Eucalyptus* (29-34 espèces) par Yidraw (2001) en Ethiopie.

Concernant la richesse spécifique, les champs de culture sont très pauvres en espèces. Les espèces y sont limitées à l'espèce cultivée (*Manihot* sp.) et quelques espèces adventices (*Erigeron naudinii*, *Bidens pilosa*...). Les travaux agricoles ont éliminés les autres espèces notamment les ligneux (Mitja & Puig, 1991).

En se référant aux indices de régularité (R) qui permettent d'évaluer le niveau d'organisation d'un système, les cultures et les jachères peuvent être considérées comme des systèmes fortement organisés, à cause de faibles valeurs de R (0,53 à 0,59). Quant aux recrûs, ils présentent un grand niveau d'organisation de la végétation avec des valeurs de  $R > 0,8$ . Elles sont proches de celle obtenue en forêts matures  $R = 0,84$  à proximité du site étudié (Ratsimisetra, 2006).

## La densité des ligneux et la surface terrière

La densité des ligneux dans les recrûs pré-forestiers dans la plantation d'acacia présente une valeur comparable à celle de la forêt naturelle mature (11600 à 15600 individus à l'hectare) de la zone d'étude (Ratsimisetra, 2006). Les formations arbustives en comptent moins par rapport aux jachères forestières de la zone avec une valeur moyenne de 29568 N.ha<sup>-1</sup> (Randriamalala *et al.*, 2007), pourtant la valeur obtenue est comprise dans la gamme des valeurs (4400-9500) obtenue par Parrotta (1995) dans des plantations d'*Eucalyptus*, et de *Casuarina* à Porto Rico.

Les valeurs des surfaces terrières dans les deux types de plantations qui varient de 5,10 à 7,76 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> sont faibles, si on les compare avec celles obtenues (10 à 30 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) par Marcano-Vega (2002) dans des plantations de café à Porto Rico.

## La production

Dans les deux cas, par rapport aux formations ligneuses ou mixtes, les formations herbeuses représentent toujours de faibles valeurs de phytomasse racinaire. Selon Manlay (1994), ce sont les ligneux qui contribuent le plus à la phytomasse racinaire.

La phytomasse herbacée a toujours été faible dans les formations mixtes par rapport aux formations typiquement herbacées à cause de l'effet du couvert ligneux. Les ligneux agissent de deux façons :

par compétition trophique au niveau du système racinaire et en réduisant la photosynthèse et par l'action de l'ombre (César, 1991). L'arbre influence le niveau de production de phytomasse herbacée, et si le couvert est fort il est défavorable pour le tapis herbacé (Akpo, 1998). Les espèces plantées (*Pinus* ou *Acacia*) n'influencent pas les valeurs de phytomasse totale des recrûs forestiers, elles sont presque identiques (28,6 et 30,8 t.ha<sup>-1</sup>).

## Conclusion

Cette étude de la régénération dans les reboisements en pins et acacias après perturbations nous a permis de conclure que des espèces natives malgaches se régénèrent bien dans ces milieux. Les résultats des AFC ont permis à la fois d'identifier les principaux groupements et de décrire la dynamique végétale. On note une tendance à l'évolution progressive, si les perturbations anthropiques, notamment la mise en culture, sont supprimées. Dans ce cas, la reconstitution évolue vers des forêts secondaires qui sont plurispécifiques avec un niveau de production élevé. Dans le cas contraire, le mécanisme de régénération est bloqué au stade des formations herbeuses qui sont assez pauvres en espèces avec une production faible.

Ces travaux ont permis de comprendre que les reboisements peuvent contribuer à restaurer des écosystèmes dégradés, afin que la biodiversité "sorte" des aires protégées.

En effet, ces recrûs sous reboisement attirent la faune frugivore et entretiennent de ce fait des relations complexes de pollinisation et de dispersion des graines aux marges des forêts, propice à l'hétérogénéité des paysages ruraux.

Les plantations de pins, outre la production de bois, peuvent donc également contribuer à rendre des services écologiques et méritent donc également l'attention des projets de conservation.