Programme d'Appui à la Gestion de l'Environnement (PAGE)

Mission d'appui du Cirad du 10 au 15 avril 2017

JP Bouillet – JM Bouvet

Avril 2017

Table des matières

1 - PROGRAMME DE MISSION 3

2 - ETUDE DE L'EFFET DU DESHERBAGE, DU DEPRESSAGE DES BRINS DES TAILLIS ET DE LA FERTILISATION DU SOL SUR LA PRODUCTION 4

2.1 - Objectif de l'activité 4
2.2 - Attendus de la mission 4
2.3 - Visites sur le terrain 4
2.4 - Propositions 6
25 - Résultats de la mission 12

3 - TESTS DE DIVERSIFICATION DES ESPECES DE REBOISEMENT 13

3.1 - Objectif de l'activité 13
3.2 - Résultats attendus à l'issue de la mission 13
3.3 - Visite de terrain 13
3.4 – Propositions relatives au résultat R2.1 : Le dispositif du test à Ambatobe est validé par les experts et des recommandations sont éventuellement proposées 15
3.5 – Propositions relatives au résultat R2.2 : Les espèces à utiliser pour le prochain test de diversification et le dispositif sont connues 15

4 - ELABORATION D'UN MODELE LOCAL DE RESTAURATION DE PAYSAGE FORESTIER (RPF) 20

4.1 - Objectif général et objectifs spécifiques 20
4.2 - Résultats attendus à l'issue de la mission 20
4.3 - Visite de terrain 20
4.4 – Propositions relatives au résultat R3.1 : les éléments de base pour l'élaboration du concept RPF sont identifiés 22
4.5 – Propositions relatives au R3.2 : les espèces de diversification, la proportion et la répartition au sein du peuplement sont connues 24

ANNEXES 26

A1 - DISPOSITIF EXPERIMENTAL MELANGES D'ESPECES AMBATOBE 26

A2 – TABLEAU D'ESPECES IDENTIFIEES PAR LE PROJET 30

En préambule de ce rapport, les missionnaires tiennent à remercier tout le personnel du projet PAGE Eco-Diana pour la qualité de leur accueil, la très bonne organisation de la mission et la qualité des échanges. Cette mission a été effectuée dans le cadre du contrat entre Eco-Consult et le Cirad sur la période avril 2017 – novembre 2018. La consultance a pour objectif de réaliser des études pour la mise en place et la conduite des expérimentations sur la sylviculture des plantations, la diversification des espèces et la conception d'un modèle communautaire de Restauration des Paysages Forestiers.

1 - Programme de mission

Date	Heure	Activités	Résultats attendus à l'issu de la mission	Observation
10/04/2017		Trajet Antananarivo/Diego-Suarez		
	10h00-12h00	Révue de la planification des activités à réaliser 2017-2018	Les experts et les responsables au sein d'ECO ont une même compréhension des activités à réaliser ainsi que de la planification	Bureau
	14h00-18h00	Présentation et discussion sur les différentes activités à réaliser ainsi que les notes méthodologiques Revue du programme de la mission		Nuitée à Diégo
11/04/2017	07h00-09h00	Déplacement Diego-Ambatobe		Mission Ambatobe et Ankitsaka
	09h00-10h00	Visite de la parcelle de diversification à Ambatobe Visite des parcelles de diversification pour la campagne 2017-2018 et discussion sur les espèces à tester et le dispositif à Ankitsaka	Le dispositif du test à Ambatobe est validé par les experts et des recommendations sont éventuiellement proposées Les espèces à utiliser pour le prochain test de diversification et le dispositif sont connus	
	10h00-16h30	Encadrement du responsable au sein de ECO et des reboiseurs pilotes sur la mise en place des dispositifs expérimentaux dans le cadre des études d'impact des entretiens sylvicoles et fertilisation à Ankitsaka et la conduite des entretiens	Les experts connaissent les caractéristiques du sites et la situation initiale du peuplement Le processus de mise en place du dispositif expérimental est validé Les activités d'entretiens sylvicoles, fertilisation et collecte de données sont planifiées Les responsables (ECO et reboiseur pilote) maitrisent les différents traitements sylvicoles à mettre en place	
	16h30-18h00	Retour à Diégo		Nuitée à Diégo
12/04/2017	07h00-09h00	Déplacement Diégo-Sadjoavato		Mission à Sadjoavato
	09h00-12h00	Discussion sur terrain sur les informations à collecter et la méthodologie à adopter pour l'élaboration du concept RPF communautaire à Sadjoavato Discussion sur la diversification des plantations existantes (espèces et répartition)	Les élements de base pour l'élaboration du concept RPF sont identifiés Les espèces de diversification, la proportion et la répartition au sein du peuplement sont connus	
	12h00-17h00	Déplacement Sadjoavato-Ambilobe		Nuitée à Ambilobe
13/04/2017	07h00-07h30	Déplacement Ambilobe-Angodorofo		Mission à Angodorofo
	07h30-12h00	Visite de la parcelle expérimentale et encadrement du reboiseur pilote sur la mise en place des dispositifs expérimentaux dans le cadre des études d'impact des entretiens sylvicoles et fertilisation à Angodorofo	Les experts connaissent les caractéristiques du sites et la situation initiale du peuplement Le processus de mise en place du dispositif expérimental est validé Les activités d'entretiens sylvicoles, fertilisation et collecte de données sont planifiées Les responsables (ECO et reboiseur pilote) maitrisent les différents traitements sylvicoles à mettre en place	
	12h00-17h00	Déplacement Angodorofo-Diego		Nuitée à Diego
14/04/2017	07h30-12h00	Préparation de la restitution		Bureau
	14h30-17h00	Restitution		
15/04/2017		Retour à Antananarivo		

2 - Etude de l'effet du désherbage, du dépressage des brins des taillis et de la fertilisation du sol sur la production

2.1 - Objectif de l'activité

L'objectif est d'étudier/de démontrer l'effet du désherbage, celui du dépressage et celui de la fertilisation du sol, avec leurs interactions, sur la production. Le traitement à préconiser pour obtenir une production optimale devrait être déterminé à l'issue de l'étude. Il s'agit de comparer l'effet de chaque facteur et l'effet combiné des facteurs sur la croissance des eucalyptus, par rapport au témoin ne subissant aucun traitement. Les traitements à mettre en place dans ce cas sont les suivants

T1. Effet désherbage : HO / BTN / FN

T2. Effet dépressage : HN / BTO / FN

T3. Effet fertilisation : HN / BTN / FO

T4. Effet désherbage et dépressage : HO / BTO / FN

T5. Effet désherbage et fertilisation : HO / BTN / FO

T6. Effet dépressage et fertilisation : HN / BTO / FO

T7. Effet désherbage, dépressage et fertilisation : HO / BTO / FO

T8. Témoin (O) : HN / BTN / FN

L'activité consiste à mettre en place les parcelles expérimentales, à collecter périodiquement des données relatives à la croissance des arbres et à comparer cette croissance suivant le traitement réalisé.

2.2 - Attendus de la mission

R1.1 Les experts connaissent les caractéristiques du site et la situation initiale du peuplement

R1.2 Le processus de mise en place du dispositif expérimental est validé

R1.3 Les activités d'entretiens sylvicoles, fertilisation et collecte de données sont planifiées

R1.4 Les responsables (ECO et reboiseur pilote) maitrisent les différents traitements sylvicoles à mettre en place

2.3 - Visites sur le terrain

. Peuplement de M. Dodo (Diego - Ankitsaka)

La parcelle de ≈ 2.5 ha proposée par M Dodo (photo 1) porte des rejets de 1,5 an provenant de la

coupe d'une futaie *a priori* assez productive au vu des arbres non coupés laissés sur la parcelle pour constituer des réserves de taillis sous-futaie (avec une hauteur moyenne estimée autour de 23-24m). Même si les rejets dépassent l'âge initialement proposé (< 1 an), ils peuvent convenir pour l'expérimentation, à condition que la rotation soit assez longue (5-6 ans) ce qui devrait être le cas. Cependant la parcelle présente parfois des trouées assez étendues et la présence de pentes et de bas-fonds peut rendre délicate la mise en place du dispositif. Ce constat a des conséquences sur le protocole de mise en place du dispositif (cf infra).

Photo 1. Parcelle de M Dodo (Ankitsaka). Croissance correcte des rejets (1.5 an), présence d'arbres de futaie et de trouées dans le peuplement, développement important du tapis graminéen. (Photo JM Bouvet)

. Peuplement de M Petera (Ambilobe – Angodorofo)

Les parcelles visitées se caractérisent globalement par des croissances faibles/très faibles (photo 2) et une forte mortalité s'expliquant en bonne partie par le passage fréquent de feux et des conditions édaphiques difficiles (sols très sableux). Des trois parcelles présentées, une seule (photo 3) pourrait être utilisée pour mettre en place le dispositif. Cependant le nombre de traitements à tester devra être fortement réduit (cf infra)

Photo 2. Parcelle de M Petera (Angodorofo). Peuplement très peu productif présentant de grandes trouées (Photo JM Bouvet)

Photo 3. Parcelle de M Petera (Angodorofo). Peuplement peu productif mais comportant *a priori* assez de souches vivantes pour installer le dispositif (Photo JM Bouvet)

2.4 - Propositions

Inventaire

. Peuplement de M. Dodo (Diego - Ankitsaka)

Un inventaire préalable doit être effectué pour identifier les zones assez étendues pour installer au moins une parcelle expérimentale. Pour ce faire, on pourrait utiliser le drone à disposition du projet. A condition de l'utiliser quand le vent est faible (tout début de journée) ce matériel devrait permettre d'établir une cartographie générale du peuplement, avec en particulier la prise en compte

des courbes de niveau. Cette première étape devra être suivie d'un inventaire (présence/absence des arbres) en suivant les lignes de plantation. La distance entre souches sera estimée « au pas ». Cette caractérisation sera complétée par une note qualitative du/des brins dominants portés par les souches (1 = croissance faible ; 2 = croissance moyenne, 3 = bonne croissance). La présence des arbres de futaie devra également être notée.

Le dispositif sera définitivement arrêté en fonction des résultats de l'inventaire. La taille des parcelles unitaires (dans le cas de 2 lignes de bordure) sera ainsi à définir en fonction de la place disponible. Sur la base de 10 x 10 arbres à 3 m x 3 m, la taille unitaire serait de 900 m^2, soit 0.72 ha par bloc et près de 2.5 ha pour 3 blocs. Cette surface correspond à la totalité de parcelle, avec donc le fort risque de ne pas permettre la mise en place de tous les traitements prévus (cf infra). Les parcelles devront comporter 2 lignes de bordure dans toute la mesure du possible. Pour rappel, ces bordures voient les traitements appliqués mais ne sont pas prises en compte dans les calculs.

. Peuplement de M Petera (Ambilobe – Angodorofo)

Le même protocole sera à appliquer à l'exception de l'utilisation de drones, qui ne se justifie pas au vu de la taille et de la configuration de la parcelle (terrain plat). Le nombre de traitements devrait également être plus réduit que chez M Dodo au vu de la surface disponible et de la mortalité plus importante des souches.

<u>Traitements</u>

. Peuplement de M. Dodo (Diego - Ankitsaka)

Parmi les choix possibles, on peut penser à la mise en place, sur 3 blocs, de 4 traitements correspondant à un gradient d'intensification de sylviculture :

1) Témoin, HN / BTN / FN

2) Dépressage : HN / BTO / FN

3) Dépressage et désherbage : HO / BTO / FN

4) Dépressage, désherbage et fertilisation : HO / BTO / FO

. Peuplement de M Petera (Ambilobe – Angodorofo)

Les surfaces disponibles risquent de ne pas permettre l'installation de 4 traitements. Dans ce cas, ceux à privilégier en priorité sont :

1) Témoin, HN / BTN / FN

2) Dépressage, désherbage et fertilisation : HO / BTO / FO

Il est possible que la surface ne permette pas d'installer trois blocs. Dans ce cas, on réfléchira en fonction des observations sur le terrain, entre l'installation de deux blocs ou d'un seul (parcelle de démonstration, non interprétable statistiquement).

Dépressage

. Peuplement de M. Dodo (Diego - Ankitsaka)

La densité des brins de taillis doit correspondre théoriquement à celle de la futaie, soit 1100-1200 brins/ha pour une plantation initiale à 3 m x 3 m. Cependant, vu la production satisfaisante du peuplement initial, la qualité apparemment correcte des sols et en conséquence le fort développement du tapis graminéen, on propose d'augmenter à 1666 / ha le nombre de rejets après dépressage (correspondant à un écartement théorique de futaie de 3 m x 2m) pour favoriser la couverture du sol par les houppiers et réduire ainsi la concurrence des adventices.

On laissera de 1 à 2 brins / souche, exceptionnellement 3 dans le cas de trouées importantes ou de voisins portant de très petits brins. Pour chaque parcelle, le comptage du nombre de brins sélectionnés sera effectué après le dépressage et éventuellement à ajuster dans le cas d'un nombre trop élevé par rapport à la densité finale retenue.

Photo 4. Souches portant 2 rejets dominants dont un au moins est à garder. Les autres rejets sont à éliminer (parcelle de M Dodo, Ankatsika) (Photo JM Bouvet)

Photo 5. Rejets peu vigoureux où un seul est à garder sur la souche

(parcelle de M Dodo, Ankatsika) (Photo JM Bouvet)

Photo 6. Rejets multiples peu vigoureux avec un seul à garder sur la souche

(parcelle de M Dodo, Ankatsika) (Photo JM Bouvet)

. Peuplement de M Petera (Ambilobe – Angodorofo)

Le même protocole est à appliquer à l'exception du choix d'une densité de 1100-1200 brins/ha, au vu des difficiles conditions de croissance.

Photo 7. Souches avec 2-3 rejets à garder (au 1er plan) et 1 seul (au 2ème plan)

(parcelle de M Petera, Angodorofo) (Photo JM Bouvet)

Fertilisation

. Peuplement de M. Dodo (Diego - Ankitsaka)

La bonne croissance de la rotation initiale milite pour l'augmentation de la dose de fertilisant, le besoin et le prélèvement des arbres en éléments minéraux augmentant avec la production des peuplements. La fertilisation initialement proposée était de 130 kg/ha NPK 13-22-16, soit environ 120 g/plant dans l'hypothèse d'une densité de 1111 tiges/ha. En misant sur une production supérieure, nous proposons de porter la dose à 160 kg/ha de NPK (11-22-16), soit environ 145 g/ souche dans l'hypothèse d'une densité de 1111 / ha.

L'engrais sera apporté en rond autour des souches en l'enfouissant légèrement en surface (angade, pied). On utilisera un gobelet doseur (kapoka ou autre contenant pouvant être facilement trouvé par les reboiseurs). La quantité exacte à appliquer par souche portant des rejets devra être recalculée pour chaque parcelle unitaire pour tenir compte de la densité réelle. Par exemple pour une densité de 800 souches / ha, la fertilisation par emplacement sera de 160 * (1111/800) = 222 g / souche. La fertilisation sera apportée dès la mise en place de l'essai pour que les rejets profitent au maximum de cet apport avec les pluies de mai-juin.

. Peuplement de M Petera (Ambilobe – Angodorofo)

Le même protocole sera appliqué. Cependant, au vu de la faible croissance des rejets, la fertilisation restera à 130 kg/ha NPK 13-22-16, soit 120 g/plant dans l'hypothèse d'une densité de 1111 tiges/ha.

La quantité d'engrais par souche devra, comme pour M Dodo, être recalculée pour chaque parcelle en fonction de la densité réelle des souches vivantes.

Désherbage

. Peuplement de M. Dodo (Diego - Ankitsaka)

Après discussion avec M Dodo, les préconisations devant être applicables par les reboiseurs, il a été confirmé que le désherbage sera effectué à 1 m autour des plants. Cette opération devra correspondre à un binage superficiel, afin de ne pas risquer d'abîmer les racines des eucalyptus. En effet, celles-ci colonisent classiquement préférentiellement horizons très superficiels, les plus riches en matière organique et en éléments minéraux. L'opération sera à effectuer, en fonction du calendrier cultural du reboiseur, en fin de saison des pluies (pour limiter la concurrence des adventices durant la saison sèche) et en début de saison des pluies après le premier recrû herbacé (levée des du stock des graines dans le sol). Ce désherbage devra être effectué sur les deux prochaines saisons (2017/2018 et 2018/2019).

. Peuplement de M Petera (Ambilobe – Angodorofo)

Le même protocole devra être appliqué. Cependant, M. Petera n'ayant pas être présent, il devra être discuté de la possibilité effective d'un désherbage sur 1 m autour des plants.

Mesures

Celles-ci seront effectuées sur les arbres de la parcelle utile (i.e. bordures non comprises)

. A la mise en place

Les traitements étant appliqués à des peuplements déjà installés, il sera nécessaire d'avoir à disposition des co-variables pour « normaliser » les parcelles les unes par rapport aux autres en tenant compte des différences initiales dans les calculs. Ainsi, à la mise en place de l'essai, on prendra la hauteur et circonférence du brin dominant (rendant bien compte de la vigueur de la souche). On propose également de prendre, à l'aide d'un compas forestier, le diamètre des souches, toujours dans la même direction (sens de progression le long de la ligne)

. En cours d'expérimentation

Tous les rejets des placettes expérimentales seront mesurés en diamètre. La hauteur sera mesurée sur le brin dominant de chaque souche. La couverture du sol par les herbes sera mesurée en fin de saison des pluies à l'aide de cordes tirées sur les 2 diagonales de chaque parcelle. La longueur de corde couvrant des adventices permettra d'estimer leur taux de couverture (= longueur couvrante / longueur totale de la corde).

Deux mesures par an seront effectuées dont une mesure en saison de pluie et une autre en saison sèche. Si une seule mesure est possible, il faudrait alors privilégier une mesure en fin de saison des pluies.

Remarque : le projet Eco Diana bénéficiera de l'appui-backstopping des experts concomitamment à la mise en place des essais et à la réalisation des mensurations

25 - Résultats de la mission

R.1.1 Les experts connaissent les caractéristiques du site et la situation initiale du peuplement : objectif atteint

R.1.2 Le processus de mise en place du dispositif expérimental est validé : objectif atteint

R.1.3 Les activités d'entretiens sylvicoles, fertilisation et collecte de données sont planifiées : objectif atteint

R.1.4 Les responsables (ECO et reboiseur pilote) maitrisent les différents traitements sylvicoles à mettre en place : objectif en cours

3 - Tests de diversification des espèces de reboisement

3.1 - Objectif de l'activité

L'objectif est d'analyser le comportement des espèces cultivées en association.

Spécifiquement, cette intervention vise à :

- réaliser un test de diversification des espèces ;

- analyser le comportement des espèces choisies et identifier les techniques de plantation les mieux adaptées;

- identifier les espèces les plus prometteuses en vue de la restauration du paysage forestier dans la Région ou encore en vue de la mise en place des peuplements mélangés.

3.2 - Résultats attendus à l'issue de la mission

R2.1 : Le dispositif du test à Ambatobe est validé par les experts et des recommandations sont éventuellement proposées

R2.2 : Les espèces à utiliser pour le prochain test de diversification et le dispositif sont connues

3.3 - Visite de terrain

Expérimentation mélange d'espèces d'Ambatobe

- La visite a été réalisée fin mars soit environ un mois après la plantation.
- Le plan du dispositif serait à fournir pour juger du dispositif expérimental et des problèmes éventuels qui ont pu se poser lors de sa mise en place par rapport au plan fournis par les experts mais qui ne disposaient début mars des informations concernant le terrain (pente, présence de bas-fonds, végétation en compétition, feux récents ?...)
- La plantation a été réalisée avec des plants produits dans des pots de plastique et il a été constaté que ces pots ont été effectivement enlevés pour les parties de la parcelle visitée
- Les plants ont été installés sur les lignes de plantations ayant fait l'objet d'un entretien sur la ligne large d'un mètre et par certains endroits sur la totalité de la ligne
- Les premières observations montrent que certains plants sont secs : les acacias australiens semblent mieux supporter la plantation que les eucalyptus, notamment *E. camaldulensis*, *Albizzia sp.*, *Azadirachta indica*

Zones d'ourlets forestiers en périphérie des fragments de forêts naturelles secteur d'Ambatobe

La visite du site d'Ambatobe nous a conduits à observer la présence de pieds d'espèces pérennes arbustives dans la zone. Un rapide parcours sur environ 5 ha a permis de noter au moins une dizaine d'espèces différentes de type héliophile, plus ou moins buissonnantes, avec des fréquences différentes et *a priori* se régénérant naturellement.

Attaque de leptocybe secteur d'Ambatobe

Nous avons pu constater des attaques de *Leptocybe invasa* dans diverses plantations de la zone d'Ambatobe comme le montrent les photos 7 et 8. Des arbres de 3 m de hauteur étaient aussi atteints mais de façon moins intense. On a pu observer aussi que ces attaques n'étaient pas uniformes mais que certaines parcelles, présentant des jeunes rejets, étaient épargnées (du à la zone isolée, l'origine des graines, la dynamique de croissance ?). Ces attaques n'avaient pas été constatées dans cette zone lors de la mission de septembre 2016.

Photos 8 et 9. Site d'Ambatobe : attaques de *Leptocybe invasa* sur rejet (photo JM Bouvet)

Par contre dans la zone d'Ankitsaka (Parcelles de M Dodo) les attaques sont très faibles avec simplement quelques rejets épars faiblement attaqués.

De même dans la région d'Ambilobe – Angodorofo (plantations de M Petera) les attaques semblent avoir régressées par rapport au constat de septembre 2016.

3.4 – Propositions relatives au résultat R2.1 : Le dispositif du test à Ambatobe est validé par les experts et des recommandations sont éventuellement proposées

La mise en place du dispositif a été réalisée selon les discussions préalables et la proposition de dispositif expérimental préparée au bureau de façon concertée. Le dispositif mis en place sur le terrain (voir en annexe) montre que l'installation a été faite globalement selon ce qui avait été prévu (blocs 1 à 3) et ensuite a été adaptée de façon pertinente en fonction des espèces et plants disponibles.

Les relevés de terrain mensuels proposés par le projet pour évaluer la mortalité pendant la phase de démarrage paraissent une bonne option pour mieux apprécier la capacité des espèces à passer le stress lié à la plantation.

Les mensurations de l'essai pourront avoir lieu six mois après la plantation (ou en fin de saison sèche soit vers le mois de novembre 2017) et concerneront uniquement la hauteur. Ces mensurations se dérouleront à nouveau à la fin de la saison des pluies 2018 (soit vers le mois de mai 2018)

Les entretiens devront se poursuivre jusqu'à la prochaine visite des experts. Il est préconisé de faire un entretien de 1 m autour du plant en fin de saison des pluies 2017 et en début de saison des pluies 2017 après le premier recru herbacé (levé des graminées issues du stock des graines dans le sol). Ceci sera à adapter en fonction du calendrier cultural (riz, plante vivrière, etc..) du reboiseur.

3.5 – Propositions relatives au résultat R2.2 : Les espèces à utiliser pour le prochain test de diversification et le dispositif sont connues

Réflexions/propositions pour la mise en place des prochains essais de mélange d'espèces (3 essais supplémentaires sont prévus et devront être plantés en mars 2018)

Le premier essai mis en place à Ambatobe a pour objectif de produire du bois de feu à base d'eucalyptus tout en maximisant la diversité d'espèces d'eucalyptus (3 espèces EC, CT, CC) et en intégrant une espèce utilisée pour lutter contre les insectes (*Azadirachta indica* mais à ce stade a t'on une information sur la capacité de cette espèce à repousser leptocybe ?) et une espèce légumineuse locale, *Albizia gummifera* (dont la fixation reste à confirmer) ; 60% des arbres ont une vocation de bois d'énergie, 20% une vocation de protection et 20% une vocation d'amélioration des conditions édaphiques.

Ceci conduit à réfléchir pour les prochains essais aux objectifs que l'on souhaite atteindre tout en favorisant la diversification d'espèces

- <u>Objectif production de bois énergie et amélioration de la fertilité du sol</u> : plantation eucalyptus/acacias australiens, ou plantation eucalyptus/légumineuses malgaches comme *Albizia gummifera* (mais on ne connaît pas la sylviculture en plantation ni sa vitesse de croissance dans le contexte de la zone du projet) ou des *Albizia sp.* importés comme *A. lebbeck* (originaire d'Inde). La question est de savoir quel type de mélange en termes d'espèces et de spatialisation et quelle proportion dans le mélange.

- Objectif production bois énergie à base d'eucalyptus et amélioration de la biodiversité au sein des plantation : on peut préconiser de planter des espèces natives héliophiles que l'on rencontre dans les ourlets des fragments forestiers dans certaines zones de plantations (voir ci-après)

Réflexions/propositions sur les espèces natives à utiliser en plantation mélangée ou dans le cadre de la restauration des paysages forestiers

Il paraît intéressant de mieux connaître les espèces présentes dans les ourlets afin de pouvoir les utiliser dans les plantations mélangées et dans les activités de restauration des paysages forestiers. Quelques échantillons sont présentés dans les photos ci-dessous.

Pour ce faire nous proposons quelques activités qui pourraient être réalisées avec, pour certaines, l'appui d'étudiants (Université de Diégo master ?) :

- inventorier les zones d'ourlets (transects et/ou quadrats) pour déterminer les taxons, leurs fréquences, leurs distributions spatiales et leur structure (distribution des classes de hauteur et de diamètre),

- étudier leur phénologie, du moins pour celles qui présentent un intérêt au vu des résultats d'inventaire, afin de savoir quand récolter les fruits et les types de semences,

- commencer à pratiquer des tests de germination avec étude de la dormance, pour les espèces présentant un bon potentiel

- commencer à faire des essais d'élevage en pot et pour celles qui s'adaptent bien aux pratiques de pépinières, adopter pour le plantation une sylviculture comparable à celle des eucalyptus

Remarque : Inventaire dans les ourlets : Choix de la zone d'inventaire : Nous pensons qu'il est préférable de réaliser les inventaires dans la zone prévue pour la RPF et d'autres zones à fortes potentialités comme dans la parcelle de test de diversification à Ambatobe pour pouvoir élargir le nombre d'espèces potentiel et mettre en évidence un effet site (distance des forêts, topographie,..). Un demi hectare par site avec un inventaire en plein paraît bien en effet pour les espèces ligneuses. Pour les espèces non ligneuses (s'agit il des espèces vivaces ou d'espèces annuelles ?), qui sont alors présentes à plus forte densité on peut procéder par transect pour les détecter. Mais si on souhaite étudier leur phénologie il faudrait procéder par transect avec des quadrats de 5mx5m tous les 15 à 20 m et inventorier au sein du quadrat et suivre les plantes visées. Ce système permet aussi d'estimer la densité et la diversité.

Photos 10. Site d'Ambatobe : espèces natives héliophiles au sein de la zone de l'expérimentation de mélanges d'espèces (photo JM Bouvet)

Il est suggéré de prendre contact avec M Paulin, pépiniériste de la région de Diégo, « mémoire vivante » sur le plan de la connaissance des espèces locales et détenteur d'un savoir-faire sur les procédés de germination et de conduite en pépinière.

Réflexions/propositions sur les plantations dans des zones avec présence d'espèces natives à utiliser en plantation mélangée ou dans le cadre de la restauration des paysages forestiers

La zone d'Ambatobe se caractérise dans les ourlets forestiers par une densité d'espèces natives pouvant atteindre 50 à 100 pieds / ha, à des distances pouvant atteindre plusieurs centaines mètres de la zone de forêt naturelle. L'idée est donc de garder ces espèces lors des plantations dans la même zone et d'adapter la répartition des arbres de plantation à la présence des espèces natives présentes. Ceci permet de profiter déjà d'une situation favorable au mélange.

Photos 11. Site d'Ambatobe : espèces natives héliophiles au sein de la zone de l'expérimentation de mélanges d'espèces (photo JM Bouvet)

Photos 12. Site d'Ambatobe : espèces natives héliophiles au sein de la zone de l'expérimentation de mélanges d'espèces et ligne de plantation désherbée (photo JM Bouvet)

Réflexions/propositions pour la mise en place des prochains essais de tests d'espèces

Essai - test d'espèces : Par rapport aux essais de 1996 il existe de nouveaux résultats (par exemple au et Congo, Brésil) concernant l'adaptation des eucalyptus aux zones sèches dont on peut s'inspirer pour explorer de nouvelles espèces. Il est possible d'obtenir ces derniers résultats et de voir ce que l'on peut proposer dans les conditions de la région de Diana.La question se pose alors de l'obtention des graines. Comme première source nous avons les graines détenues par le centre de ressource biologique du Cirad. Les graines sont assez anciennes (30 à 40 ans de stockage en chambre froide) mais les derniers tests de germination d'il y a 2 à 4 ans montrent qu'elles produisent encore des plants avec des taux de germination tout à fait intéressants. Ces graines pourraient être disponibles en septembre 2017 car nous pourrions les récupérer au cours de notre période de congés en juillet. Il existe une autre source possible au Brésil. Nous devons contacter notre réseau pour savoir s'il est possible de se les procurer et nous pourrons savoir si nous pouvons obtenir certains lots pour octobre 2017. Enfin troisième solution contacter le CSIRO en Australie pour savoir

qu'elle sont les possibilités d'achat des différents lots et avec quel délai.Pour être sûr de la bonne qualité des graines importées, le CSIRO (Australie) apporte une garantie de qualité des graines par rapport à des commerciaux.Pour les essais d'introductions d'espèces il est préférable de mettre en place des parcelles carrées monospécifiques pour bien juger de la variabilité au sein de l'espèce et de son adaptation et résistance aux parasites. Par exemple si on teste 10 espèces on peut mettre en place un essai en blocs complets (de 3 ou 4 répétitions), chaque bloc comprenant 10 parcelles comprenant chacune 7x7=49 plants avec un écartement de 3mx3m (ce qui fait environ 0.5 ha par bloc sans les bordures). Tout ceci est adaptable en fonction des terrains disponibles et des capacités de suivi.

Test de provenance Eucalyptus camaldulensis. Il existe de nombreux essais concernant les provenances *d'Eucalyptus camaldulensis* installés en zone tropicale. Il serait avantageux de refaire une étude bibliographique pour voir le classement au niveau international mais on sait déjà, (voir le rapport de mission de D Verhaegen) que Katherine, Gilbert river et May river sont parmi les meilleures. Il est cependant possible d'élargir la base de réintroduction en fonction des données de la bibliographie. Pour les graines on peut faire appel au stock du Cirad pour savoir quelles provenances sont disponibles (disponibilité en septembre) sinon contacter le CSIRO (avec les mêmes contraintes) et voir si nos réseaux brésiliens sont à même de fournir des provenances.

Pour les essais de provenances on peut envisager plusieurs options possibles en fonction du nombre de provenances à introduire et de la façon dont les provenances ont été récoltées, en mélange des descendances ou en descendances séparées. Il est possible de choisir des dispositifs avec des parcelles carrées ou des lignes. Ce point pourra être à nouveau analyser avec le nombre de provenances et leur structuration génétique.

4 - Elaboration d'un modèle local de Restauration de Paysage Forestier (RPF)

4.1 - Objectif général et objectifs spécifiques

L'objectif général du projet est de tester au niveau local le concept de restauration de paysage forestier.

Les objectifs spécifiques du projet sont les suivants.

- Réaliser des études et inventaires des espèces de forêts naturelles pouvant être utilisées dans le cadre de la restauration ;

- Mobiliser la population locale pour la mise en œuvre du RPF au niveau local ;

- Elaborer le schéma d'aménagement du site selon le concept RPF ;

- Mettre en œuvre le schéma d'aménagement ;

- Tester la méthodologie développée au niveau national (cartographie, comptabilisation,…).

4.2 - Résultats attendus à l'issue de la mission

R3.1 : Les éléments de base pour l'élaboration du concept RPF sont identifiés

R3.2 : Les espèces de diversification, la proportion et la répartition au sein du peuplement sont connus

4.3 - Visite de terrain

Le site de Sadjoavato faisant l'objet de RPF a été visité ; la commune de Sadjoavato possède la forêt dense sèche d'Analalava d'une superficie d'environ 400 ha. Il présente des plantations en arrière-plan sur une zone de plateau et un bassin versant (une vallée) qui se caractérise (photos 12, 13 et 14):

- sur un versant, par des zones de forêt naturelle dans les parties de mi pente au sommet, des zones de culture de riz pluvial et de différents types de jachères (graminées, espèces ligneuses) de bas de pente à mi pente,

- sur le versant opposé par une zone de savane et de plantation peu dense d'eucalyptus,

- et dans le fond de vallée, des cultures vivrières (manioc, bananes, etc…) avec des habitations (*a priori* des agriculteurs exploitent tout ou partie de la zone observée)

A noter que cette vallée est reliée à un ensemble qui aboutit à une plaine rizicole de 2000 ha.

Photo 13. Zone de RPF de Sadjoavato , vue des deux versant de la vallée celui avec des eucalyptus et celui comportant forêt naturelle et cultures (Photo JM Bouvet)

Photo 14. Zone de RPF de Sadjoavato : vue des jachères en graminées et d'espèces ligneuses (Photo JM Bouvet)

Photo 15. Zone de RPF de Sadjoavato : vue des cultures vivrières en bas fond (Photo JM Bouvet)

4.4 – Propositions relatives au résultat R3.1 : les éléments de base pour l'élaboration du concept RPF sont identifiés

La proposition consiste à faire un diagnostic, bâtir des objectifs et mettre en place des actions (restauration des forêts, conservation, plantations,…) sur la base de concertations avec les différentes parties prenantes.

Nous proposons d'élargir la notion de Paysage Forestier à la notion plus large de Paysage prenant en compte différents types d'utilisation des terres (forêts, plantations, cultures vivrières, élevage, jachères, riziculture,…) sur un bassin versant dans lequel s'intègre la zone de paysage forestier que l'on souhaite restaurer. Sans avoir parcouru l'ensemble de la zone, on peut imaginer avoir une vallée (ou bassin versant) de 1000 ha, dans lequel s'insère la zone de restauration forestière de 30 ha que l'on souhaite aménager dans les 5 ans. Nous pensons qu'il est pertinent de prendre en compte l'ensemble des questions de restauration au niveau de la vallée pour mieux définir les objectifs d'action.

Phase 1 : Etat des lieux/Diagnostic

Ce qui est proposé ici a une volonté d'exhaustivité et devra bien sûr être adapté en fonction des réalités de terrain et des ressources humaines du projet et des acteurs impliqués. Certains diagnostics peuvent être réalisés par des enquêtes rapides et des analyses à dire d'expert.

1. Récolte et analyse de données auprès des différents organismes détenteurs d'informations (fokontany, agriculteurs, associations de paysans, communes, etc..):

- Sur les différents types d'utilisation du sol sur les différentes parties du paysage et leur évolution historique
- Sur la qualité actuelle des ressources forestières (état des forêts, importance de la biodiversité dans les forêts présentes au niveau du paysage, état des plantations etc.);
- Sur les ressources en eau (pluviométrie, évolution climatique, débits des cours d'eau, qualité de l'eau, usages actuels) ;
- Permettant l'identification des services écosystémiques cruciaux pour la population locale (sources, fourniture de bois, irrigation, ….).

2. Analyse des liens entre les différentes utilisations des terres/pratiques, d'un point de vue physique et humain (liens entre les populations à différents niveaux du paysage)

- Identification des points noirs (localisation et priorisation);
- Identification des menaces aux périmètres liés à la déforestation (impacts physiques et économiques potentiels);

3. Identification et quantification des contraintes à l'augmentation de la productivité agricole liées à l'utilisation des terres et à l'eau

- Fertilité des sols ;
- Etat des infrastructures d'irrigation notamment

- Niveau de maitrise d'eau au niveau des Périmètres Irrigués (insuffisance d'eau, inondations)
- Sédimentation en aval

4. Analyse des pressions sur le bassin versant et sur les ressources naturelles

- Identification et priorisation des pressions pesant sur les ressources existantes.
- Analyse succincte de l'historique de l'évolution des pressions identifiées ci-dessus.
- Collecte de données socio-économiques auprès d'organismes détenteurs d'information ou à travers des enquêtes et consultations :

i. Monographie des ménages vivant au niveau de bassin versant d'intervention ;
ii. Démographie, niveau d'éducation ;
iii. Infrastructures de transport et niveau d'enclavement ;
iv. Analyse économique et structurelle (de l'organisation) des filières existantes (forestières et agricoles, formelles et informelles) au sein du bassin versant ;
v. Possibilités de financement de l'activité agricole, accès au micro crédit ;
vi. Enquêtes et diagnostic sur le régime foncier (métayage, …) ;
vii. Analyse des moteurs de la déforestation et de la dégradation forestière ;
viii. Inventaire du système d'encadrement / formation et vulgarisation ;
ix. Niveau de structuration / organisations paysannes et communautés locales ;

5. Revue du cadre institutionnel et juridique :

i. Inventaire des institutions existantes, analyse de leurs rôles respectifs et de leur capacité, au niveau local et régional, en termes de coordination et de mise en œuvre du projet ;
ii. Inventaire des textes et lois existants liés aux domaines du projet et pouvant impacter les activités envisagées (agriculture, irrigation, gestion de l'eau, gestion forestière, foncier, …) ;

A noter qu'il existe dans les archives du projet PAGE de nombreuses informations pouvant aider au diagnostic : voir les plans d'aménagement lors du transfert de gestion et le plan communal de développement par exemple.

Phase 2 : définition du potentiel d'utilisation optimale de la terre (ou des pratiques)

Il s'agit d'identifier, au niveau du bassin versant, les utilisations optimales des terres, qui permettraient de satisfaire les différentes parties prenantes (agriculteurs, forestiers, etc..) et également de réduire les pressions des zones de forêts naturelles sur les bassins versants.

Une utilisation des terres/pratiques optimale aurait comme objectifs :

- Une réduction des phénomènes d'érosion et de sédimentation éventuelle en aval;
- Une augmentation des revenus des exploitants des différents types de mise en valeur (agriculture, foresterie, produits forestiers non ligneux,
- Une utilisation et gestion optimale des ressources en eau pour l'agriculture
- Une optimisation des plantations d'espèces exotiques et d'espèces natives en monocultures et/ou en mélange
- La conservation des zones forestières clés 1. Pour leur importance en biodiversité et/ou en fourniture de services écosystémiques capitaux; 2. Pour leur potentiel de génération de revenus carbone forestier.
- L'acceptabilité culturelle d'un tel système optimal d'utilisation de la terre (ou pratiques)

- La durabilité de l'ensemble du système des différentes utilisations de la terre identifié en tenant compte de facteurs tels que la croissance démographique, les feux et autres pressions.

Sur la base du diagnostic, une utilisation des terres/pratiques optimale sera définie essentiellement à travers des séances de concertation impliquant des utilisateurs des ressources naturelles, des décideurs locaux, des élus locaux, des techniciens de l'administration (forestière, foncière,…), des responsables du projet.

Phase 3 : réalisation des actions de restauration

Cette phase sera à définir plus précisément après celle des objectifs par un processus de concertation. Elle sera reprise au cours des prochaines interventions des experts. A ce stade nous pouvons cependant souligner que les décisions multi-acteurs doivent viser des objectifs simples à réaliser qui auront de meilleures chances de réussite. Il sera par ailleurs intéressant d'adopter une position de gestion adaptative, *i.e.* qui puisse évoluer en fonction du niveau de réussite des actions prévues à l'origine.

Il est donc proposé la mise en œuvre d'une **approche Restauration des Paysages Forestiers** avec comme cadre méthodologique:

- l'échelle du bassin versant pour définir des activités de diagnostic, de planification, de gouvernance, en relation avec l'utilisation des terres et les acteurs concernés ;
- Assurer une **participation**[1] effective des acteurs locaux, via une gestion intégrée, **adaptative**[2] et **collaborative**[3].

4.5 – Propositions relatives au R3.2 : les espèces de diversification, la proportion et la répartition au sein du peuplement sont connues

Une partie de ces actions a été évoqué dans le cadre de l'activité 2 (paragraphe 3.5). Nous souhaiterions compléter en faisant référence au tableau donné en annexe 2. Ce tableau a été élaboré par le projet et complété par les experts en ce qui concerne les utilisations et l'origine de l'aire naturelle.

---

[1] Un projet participatif associe des représentants des bénéficiaires du projet aux différentes étapes de diagnostic, de définition des objectifs, des moyens et des solutions techniques mis en œuvre jusqu'aux étapes de suivi et d'évaluation du projet.

[2] La gestion adaptative fait l'hypothèse que, compte tenu de l'incertitude de l'évolution du territoire et des ressources dans l'avenir, aucune règle, organisation ou instrument de gestion ne peut garantir une gestion durable sur le long terme. Les outils de gestion doivent donc être régulièrement ajustés pour tenir compte de l'évolution de la ressource, du contexte socio-économique, des progrès de la science et des techniques. La gestion adaptative nécessite d'apprendre à tirer parti des expériences passées (réussies ou non), donc de développer une capacité de suivi, d'évaluation et d'apprentissage.

[3] Par cogestion (co-management) nous entendons une organisation des activités de gestion des ressources, paysages et/ou territoire qui associe les populations locales et les porteurs d'enjeu aux activités d'évaluation, de prise de décision et de mise en œuvre des activités de gestion.

On remarque :

- une connaissance parfois insuffisante des techniques de gestion des graines et de conduite des plants en pépinière pour les espèces autres que les eucalyptus

- des utilisations diverses ; production de bois (la plus fréquente), production de fruits, espèces présentant des potentiels en matière de répulsions parasites

- des origines diverses et finalement peu d'espèces provenant de Madagascar.

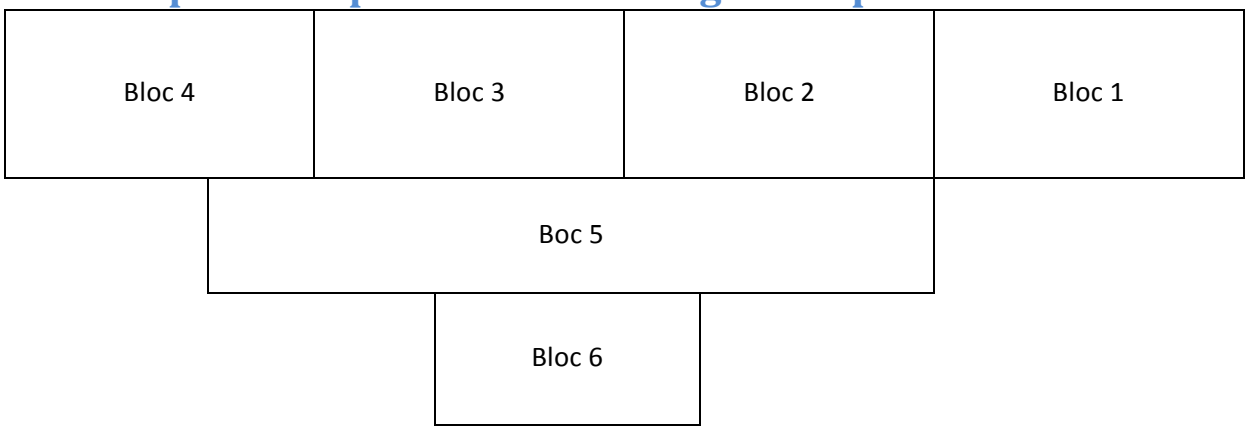
Ce tableau nous conduit à renouveler les propositions suivantes :

- prendre l'attache des pépiniéristes locaux pour améliorer la connaissance technique de production des espèces autres que l'eucalyptus. Ceci n'empêche pas le projet de mener ses propres recherches pour des espèces qui présentent un intérêt particulier (bibliographie et expériences en régie) en essayant de favoriser les espèces locales notamment celles qui sont adaptées aux forêts xérophiles.

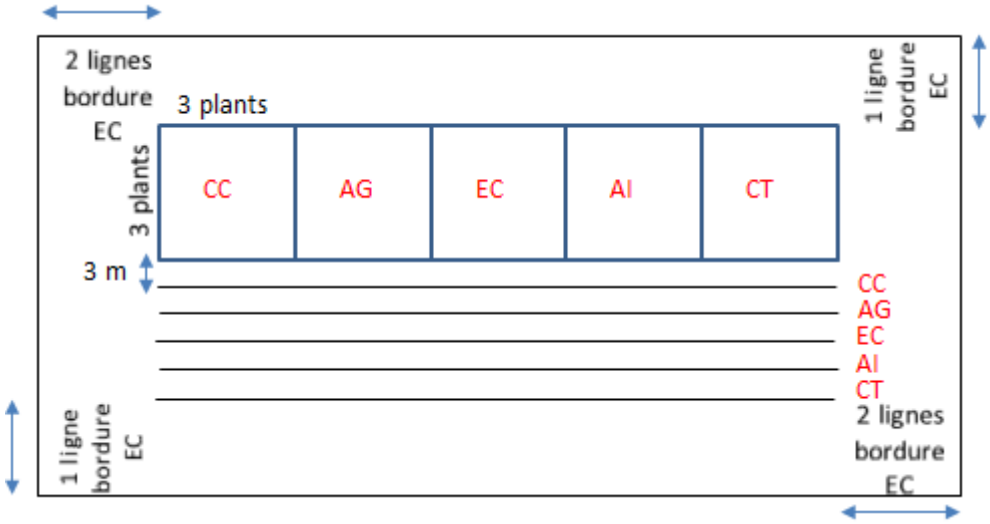
- essayer de favoriser les espèces natives et notamment celles observées dans les ourlets forestiers (qui ne sont pas mentionnées dans le tableau en annexe 2) qui sont *a priori* les plus adaptées aux conditions de la zone. Ces espèces ont surtout vocation à accroître la biodiversité forestière au sein de la plantation (bien que pour certaines nous ayons noté qu'elles produisent des fruits consommés par les populations) mais pourraient révéler d'autres intérêts si des études plus poussées sont entreprises (par exemple légumineuses fixatrices d'azote).

ANNEXES

A1 - Dispositif expérimental mélanges d'espèces Ambatobe

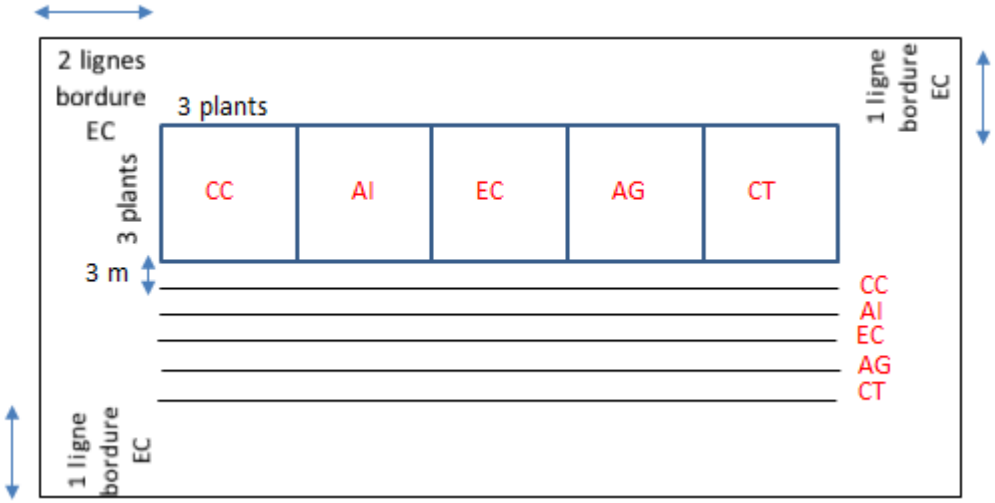


BLOC 1



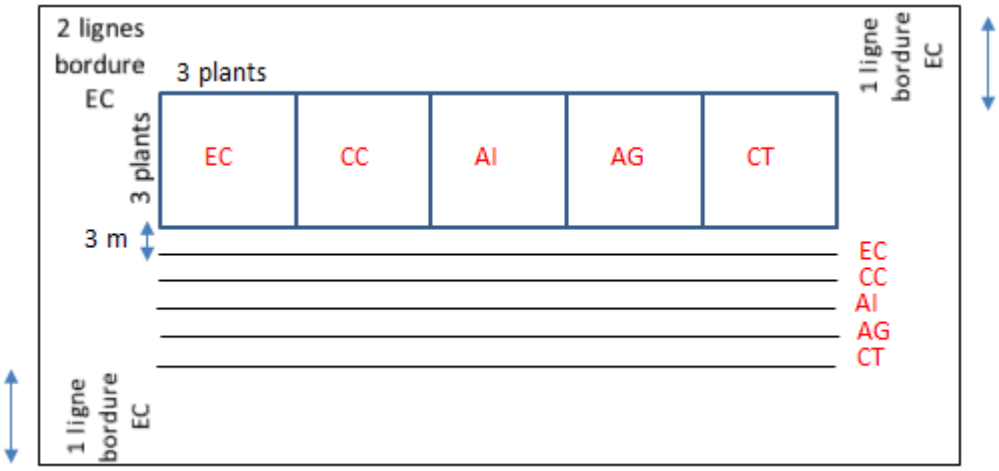
78 plants d'*Eucalyptus camaldulensis*, 24 plants de *Corymbia citriodora*, 24 plants d'*Azadirachta indica*, 24 plants d'*Albizzia gummifera* et 24 plants de *Corymbia torreliana*

BLOC 2



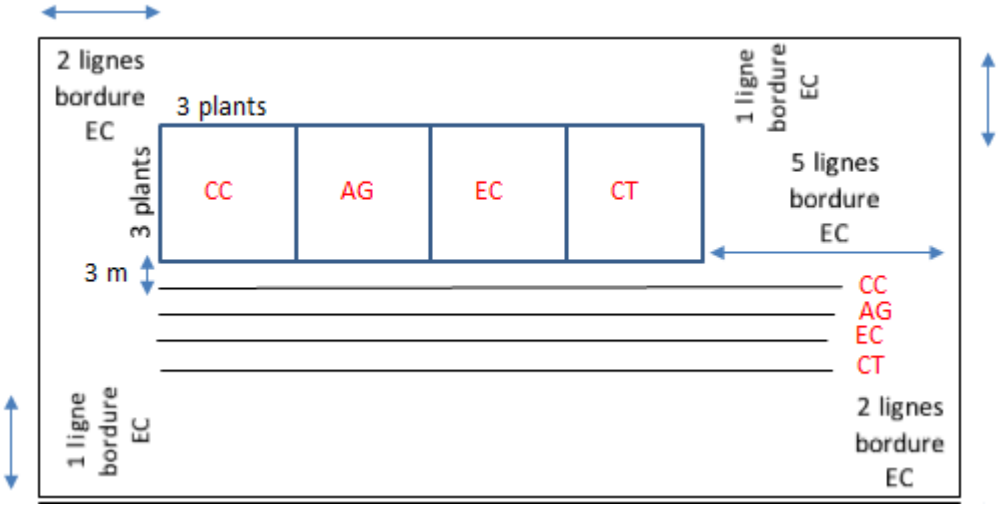
54 plants d'*Eucalyptus camaldulensis*, 24 plants de *Corymbia citriodora*, 24 plants d'*Azadirachta indica*, 24 plants d'*Albizzia gummifera* et 24 plants de *Corymbia torreliana*

BLOC 3



54 plants d'*Eucalyptus camaldulensis*, 24 plants de *Corymbia citriodora*, 24 plants d'*Azadirachta indica*, 24 plants d'*Albizzia gummifera* et 24 plants de *Corymbia torreliana*

BLOC 4



63 plants d'Eucalyptus camaldulensis, 24 plants de *Corymbia citriodora*, 24 plants d'*Albizzia gummifera* et 24 plants de *Corymbia torreliana.*