

**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO  
ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DES EAUX ET FORETS  
\*\*\*\*\***

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

**EVALUATION DES ESSAIS D'INTRODUCTION D'ACACIA  
AURICULIFORMIS ET D'ACACIA MANGIUM DANS LA REGION  
ORIENTALE DE MADAGASCAR**

Présenté par : **ANDRIANOELINA Andrianaivo Olivarimbola**

**Promotion ANDRY : 1993-1998**

Devant le Jury composé de :

Président : **Madame Gabrielle RAJOELISON**

Tuteurs : **Madame Lolona RAMAMONJISOA  
Monsieur Gilles CHAIX**

Membre : **Monsieur Honoré RANDRIANJAFY**

Avril 1999

*Ho an'i*

*- Dada sy Neny ;*

*- zoky sy zandry ary ny ankizy rehetra ;*

*- Lila tsy hadino ;*

*Fisaorana lehibe no atolotro anareo tamin'ny fanampianareo  
ahy ahavitako ny fianarako. Ny Tompo anie hamaly fitia anareo.*

*Liva*

## REMERCIEMENTS

*Au début de ce mémoire, je voudrais exprimer toute ma profonde gratitude aux personnes suivantes :*

*A chacun des membres de jury :*

*- Madame Gabrielle RAJOELISON, Docteur Ingénieur, Maître de Conférence, Chef du Département des Eaux et Forêts à l'École Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, qui malgré ses multiples obligations, m'a fait le plus grand honneur de présider le jury de ce mémoire ;*

*- Monsieur Honoré RANDRIANJAFY, Docteur es Sciences Techniques, Chef du Département des Recherches Forestières et Piscicoles du FOFIFA/CENRADERU, qui malgré ses lourdes responsabilités, m'a fait l'honneur de participer au jury de ce mémoire ;*

*- Madame Lolona RAMAMONJISOA, Docteur Ingénieur, Chef du Département Production au Silo National de Graines Forestières, notre tuteur qui m'a encadré avec efficacité depuis l'élaboration du plan de travail jusqu'à la discussion des résultats. Qu'elle veuille trouver ici mes vifs remerciements pour ses précieux conseils et pour avoir accepté d'être parmi les membres de jury ;*

*- Monsieur Gilles CHAIX, Généticien, Chef du Projet de Verger à graines (FED6 ACP MAG 84), notre cotuteur, qui est à l'origine même du thème de ce mémoire, qui a assuré l'appui matériel et financier pour la réalisation de ce travail. Il m'a guidé durant les travaux sur terrain, la saisie et le traitement des données. Je le remercie vivement pour son engagement et ses conseils durant la réalisation de ce travail et pour avoir accepté d'être membre de jury.*

*Mes profonds remerciements vont également à :*

*- Monsieur Appolinaire RAZAFIMAHATRATRA, Ingénieur DEA des Eaux et Forêts ; qui m'a beaucoup aidé durant le traitement des données en m'initiant à l'application du logiciel SAS. Il est aussi source de nombreuses idées. Qu'il veuille accepter mes profondes reconnaissances ;*

*- Monsieur Georges RAKOTOVAO, Chercheur, Chef de Programme Résineux au DRFP, qui m'a aidé au cours de ce travail dans l'étude de la densité du bois au laboratoire technique du DRFP. Qu'il veuille accepter mes vifs remerciements.*

*- Monsieur Alain RASAMINDISA, Chercheur, Chef de Programme Bois Energie et Feuillus au D.R.F.P., qui m'a donné des renseignements concernant la carbonisation des Eucalyptus.*

*Je tiens de même à adresser mes remerciements à tout le personnel du Projet Création de vergers à graines (FED6 ACP MAG 84), du DRFP et du Cirad-forêt.*

*À tous ceux qui, de près ou de loin, ont permis la réalisation de ce mémoire, qu'ils trouvent ici ma vive reconnaissance.*

*A.A.O*





*Acacia mangium*



*Acacia auriculiformis*



## RESUME

Compte tenu de l'intérêt grandissant porté au genre *Acacia* dans la foresterie tropicale, des introductions d'*Acacia* australiens, en particulier *Acacia auriculiformis* et *Acacia mangium* ont été récemment réalisées à Madagascar. Ces espèces possèdent, entre autres, les qualités suivantes : croissance rapide, adaptation sur des terrains pauvres, fixation d'azote atmosphérique et amélioration de la fertilité du sol. Les introductions ont été réalisées à partir des essais comparatifs d'espèces, mais aussi à partir des essais de provenances ou vergers à graines.

Les vergers à graines de semis mis en place par le projet création de verger à graines (FED6 ACP MAG84), ont permis l'évaluation de 18 provenances d'*Acacia auriculiformis* (8 de Papouasie Nouvelle Guinée, 6 de Queensland et 4 d'Australie Territoires du Nord) et de 20 provenances d'*Acacia mangium* (7 de Papouasie Nouvelle Guinée, 11 de Queensland, une de Côte d'Ivoire et une provenance commerciale de Setropa). L'interprétation de ces essais donne les résultats suivants :

- pour les deux espèces d'*Acacia*, **des différences interprovenances ont été observées** au niveau des caractères de croissance.

- parmi les caractères de croissance, **c'est la surface terrière qui présente le plus de variabilité génotypique**. La constitution des phénotypes est largement influencée par les valeurs génotypiques (compte tenu de l'héritabilité génotypique très élevée de ce caractère). Il constitue alors **le meilleur critère de sélection pour l'amélioration de ces espèces**. Ainsi le gain génotypique conventionnel estimé pour ce caractère est important.

- concernant les provenances testées, quelle que soit l'espèce considérée, ce sont celles de **Queensland qui présentent les meilleures performances**. Cela se confirme dans les deux sites d'expérimentation pour *Acacia mangium* (Antsirinala et Mahela).

- **des améliorations sont déjà obtenues au niveau des valeurs moyennes des caractères de croissance** (hauteur et surface terrière) après les différentes éclaircies effectuées ( $\Delta G > 10\%$  pour la surface terrière et entre 1 à 4 % pour la hauteur).

- **la différence de comportement** des provenances d'*Acacia mangium* dans les deux sites s'explique par **les conditions climatiques (pluviométrie-température) et édaphiques (sol plus lourd à Antsirinala et plutôt sableux à Mahela)**.

L'accroissement moyen annuel pour *Acacia auriculiformis* atteint 2.8 m en hauteur et 2.3 m<sup>2</sup>/ha en surface terrière à l'âge de 4 ans. Il est autour de 2.6 m et de 1.8 m<sup>2</sup>/ha à l'âge de 5 ans pour *Acacia mangium*.

- au niveau des caractères de forme, l'aspect multicaule de ces espèces varie d'un essai à l'autre et d'un site à l'autre. Entre les deux espèces, c'est *Acacia mangium* qui développe le moins ce caractère. Pour *Acacia auriculiformis*, ce sont les provenances de Queensland qui présentent le taux le plus faible pour ce caractère et la plus forte production.

- concernant la productivité de ces deux espèces, les valeurs présentées par cette étude ne s'éloignent pas trop l'une de l'autre. Les résultats obtenus dans les différents essais et ceux que l'on a observés ailleurs comme en Côte d'Ivoire, au Congo, à Sabah (Malaisie) montrent que ces espèces d'*Acacia* donnent des valeurs importantes de production (7 à 30 m<sup>3</sup>/ha/an à 3 ans pour *Acacia mangium* : Dupuy et N'guessan, 1990 ; 21 à 27 m<sup>3</sup>/ha/an à 7.5 ans pour *Acacia auriculiformis* : Reversat et al. 1993).

- les densités du bois obtenues vers la quatrième et cinquième année correspondent à celles qui sont citées dans la littérature. La carbonisation du bois est possible à cet âge pour les deux espèces (4 ans pour *Acacia mangium* et 5 ans pour *Acacia auriculiformis*). Les rendements obtenus par bois humide varient de 8 à 10.8% pour *Acacia auriculiformis* (étude faite par le projet à l'âge de 2.5 ans) et de 7% pour *Acacia mangium* (à l'âge de 3 ans) alors que pour l'*Eucalyptus* le rendement en carbonisation varie de 10 à 15 % (en méthode traditionnelle).

Dans le cadre de la gestion à venir de ces vergers, il est proposé de poursuivre la sélection intraprovenance compte tenu de la variabilité importante à l'intérieur de chaque provenance. La sélection intra parcelle sera effectuée pour la sélection d'arbre élite. Pour la poursuite du programme, on pourra passer à la mise en place de verger à graines de familles. La réintroduction des meilleures provenances peut être envisagée pour la suite du programme d'amélioration de ces espèces.

## ABREVIATIONS

**ATN** : Australie Territoire du Nord.

**CENRADERU** : CEntre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural.

**CIRAD** : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement.

**D.E.F** : Direction des Eaux et Forêts.

**DRFP** : Département de Recherche Forestière et Piscicole.

**F.A.O** : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

(Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)

**F.E.D** : Fonds Européen pour le Développement.

**FOFIFA** : FOibem-pirenena momban'ny FIKarohana ho amin'ny Fampanandrosoana ny eny Ambanivohitra.

**O.N.G** : Organisme Non Gouvernemental.

**P.A.E** : Plan d'Action Environnemental.

**PNG** : Papouasie Nouvelle Guinée.

**Qld** : Queensland.

**S.N.G.F** : Silo National des Graines Forestières.

**U.E** : Union Européenne.

## LISTE DES FIGURES

**Figure n°1** : *Acacia auriculiformis* : aspect de l'arbre, feuilles, fleurs, graines

**Figure n°2** : *Acacia mangium* : aspect de l'arbre, feuilles, fleurs, graines

**Figure n°3** : Processus d'amélioration d'espèces feuillus exotiques à l'aide de verger à graines

**Figure n°4** : Sélection récurrente par population multiples constituées de verger à graines

## LISTE DES CARTES

**Carte n°1** : Aire naturelle de l'*Acacia auriculiformis*

**Carte n°2** : Aire naturelle de l'*Acacia mangium*

**Carte n°3** : Situation géographique des différents sites

## LISTE DES GRAPHIQUES

**Graphe n°1** : Droite de régression du poids en fonction de la surface terrière : essai n°108

**Graphe n°2** : Droite de régression du poids en fonction de la surface terrière : essai n°116-117-118

**Graphe n°3** : Courbe de croissance en hauteur des provenances testées dans l'essai n°116

**Graphe n°4** : Courbe de croissance en surface terrière des provenances testées dans l'essai n°116

**Graphe n°5** : Courbe de croissance en hauteur des provenances testées dans l'essai n°117

**Graphe n°6** : Courbe de croissance en surface terrière des provenances testées dans l'essai n°117

**Graphe n°7** : Courbe de croissance en hauteur des provenances testées dans l'essai n°118

**Graphe n°8** : Courbe de croissance en surface terrière des provenances testées dans l'essai n°118

**Graphe n°9** : Courbe de croissance en hauteur des provenances testées dans l'essai n°108

**Graphe n°10** : Courbe de croissance en surface terrière des provenances testées dans l'essai n°108

**Graphe n°11** : Courbe de croissance en hauteur des provenances testées dans l'essai n°86

**Graphe n°12** : Courbe de croissance en surface terrière des provenances testées dans l'essai n°86



## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau n°1** : Caractéristiques des stations
- Tableau n°2** : Caractéristiques des différents essais de vergers à graines
- Tableau n°3** : Caractéristiques des provenances d'*Acacia auriculiformis* testées dans les trois essais
- Tableau n°4** : Caractéristiques des différents essais de vergers à graines
- Tableau n°5** : Caractéristiques des provenances d'*Acacia mangium* testées dans les deux essais
- Tableau n°6** : Les différentes caractères mesurées sur terrain.
- Tableau n°7** : Appréciation qualitative de forme des arbres:
- Tableau n°8** : Transformation des caractères en d'autres variables
- Tableau n°9** : Modèle de tableau d'analyse de variance : Cas de blocs complets équilibrés
- Tableau n°10** : Modèle de tableau d'analyse de variance : Cas de blocs incomplets équilibrés.
- Tableau n°11** : Résultats d'analyse des données sur la hauteur de l'essai n°116 (cm)
- Tableau n°12** : Résultats d'analyse des données sur la surface terrière de l'essai n°116 (m<sup>2</sup>/ha)
- Tableau n°13** : Résultats d'analyse de la production en poids de l'essai n°116( tonne/ha )
- Tableau n°14** : Résultats d'analyse des gains obtenus à chaque éclaircie de l'essai n°116
- Tableau n°15** : Résultats d'analyse de la production en volume de l'essai n°116 ( m<sup>3</sup>/ha )
- Tableau n°16** : Production totale de l'essai n°116 selon l'âge
- Tableau n°17** : Résultats d'analyse des données sur les caractères de l'essai n°116
- Tableau n°18** : Résultats d'analyse des données sur la floraison et la fructification de l'essai n°116
- Tableau n°19** : Résultats d'analyse des données sur la hauteur de l'essai n°117 (cm)
- Tableau n°20** : Résultats d'analyse des données sur la surface terrière de l'essai n°117 (m<sup>2</sup>/ha)
- Tableau n°21** : Résultats d'analyse de la production en poids de l'essai n°117 (tonne/ha)
- Tableau n°22** : Résultats d'analyse des gains obtenus à chaque éclaircie de l'essai n°117
- Tableau n°23** : Résultats d'analyse de la production en volume de l'essai n°117( m<sup>3</sup>/ha )
- Tableau n°24** : Production totale de l'essai n°117 selon l'âge
- Tableau n°25** : Résultats d'analyse des données sur les caractères de forme de l'essai n°117
- Tableau n°26** : Résultats d'analyse des données sur la floraison et fructification de l'essai n°117
- Tableau n°27** : Résultats d'analyse des données sur la hauteur de l'essai n°118 (cm)
- Tableau n°28** : Résultats d'analyse des données sur la surface terrière de l'essai n°118 (m<sup>2</sup>/ha)
- Tableau n°29** : Résultats d'analyse de la production en poids de l'essai n°118 (tonnes/ha)
- Tableau n°30** : Résultats d'analyse des gains obtenus à chaque éclaircie de l'essai n°118
- Tableau n°31** : Résultats d'analyse de la production en volume de l'essai n°118 ( m<sup>3</sup>/ha )
- Tableau n°32** : Production totale de l'essai n°116 selon l'âge
- Tableau n°33** : Résultats d'analyse des données sur les caractères de forme de l'essai n°118
- Tableau n°34** : Résultats d'analyse des données sur la floraison et fructification de l'essai n°118



**Tableau n°35** : Résultat d'analyse des données sur la hauteur de l'essai n°108 (cm)

**Tableau n°36** : Résultats d'analyse des données de surface terrière de l'essai n°108 (m<sup>2</sup>/ha)

**Tableau n°37** : Résultats d'analyse de la production en poids de l'essai n°108 (tonnes/ha)

**Tableau n°38** : Résultats d'analyse de la production en volume (m<sup>3</sup>/ha )

**Tableau n°39** : Résultats d'analyse des gains obtenus à chaque éclaircie de l'essai n°108

**Tableau n°40** : Production totale de l'essai n°108 selon l'âge

**Tableau n°41** : Résultats d'analyse des données sur les caractères de forme de l'essai n°108

**Tableau n°42** : Résultats d'analyse des données sur la floraison et la fructification de l'essai n°108

**Tableau n°43** : Résultats de l'analyse des données sur la hauteur de l'essai n°86 (cm)

**Tableau n°44** : Résultats d'analyse des données en surface terrière de l'essai n°86 (m<sup>2</sup> /ha)

**Tableau n°45** : Résultats d'analyse des gains obtenus à chaque éclaircie de l'essai n°86

**Tableau n°46** : Résultats d'analyse de production en volume de l'essai n°86 ( m<sup>3</sup>/ha )

**Tableau n°47** : Résultats d'analyse des données des caractères de forme de l'essai n°86

# - SOMMAIRE -

## **- RESUME**

<b>1.INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2.MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>2</b>
2.1.MATERIEL VEGETAL.....	2
2.1.1.Les <i>Acacia australiens</i> .....	2
2.1.2.L' <i>Acacia auriculiformis</i> et l' <i>Acacia mangium</i> .....	2
2.1.2.1. <i>Acacia auriculiformis</i> .....	2
2.1.2.2. <i>Acacia mangium</i> .....	3
2.1.2.3.Revue bibliographique concernant l'importance des deux espèces .....	4
2.1.3.La stratégie d'amélioration adoptée .....	4
2.1.4.Les sites d'introduction.....	5
2.1.5.Caractéristiques des vergers à graines et des différentes provenances étudiées .....	6
2.1.5.1.Essai d' <i>Acacia auriculiformis</i> à Mahela .....	6
2.1.5.2.Essai d' <i>Acacia mangium</i> .....	7
2.1.6.Les caractères étudiés .....	9
2.1.6.1.Les caractères mesurés .....	9
2.1.6.2.Les caractères dérivés .....	10
2.2.METHODES.....	11
2.2.1.Les méthodes de prises des données.....	11
2.2.1.1.Inventaires classiques .....	11
2.2.1.2.Inventaire spécifique à l'estimation de la production .....	11
2.2.2.La transformation des variables .....	12
2.2.3.Etude de la densité du bois.....	12
2.2.4.Méthodes d'analyse des données .....	13
2.2.4.1.Analyse statistique .....	13
2.2.4.2.Estimation des paramètres génétiques .....	15
2.2.4.3.Etude de la corrélation entre les caractères .....	16
<b>3.RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS.....</b>	<b>18</b>
3.1.RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DE DÉPENDANCE DES CARACTÈRES .....	18
3.1.1.Résultats sur <i>Acacia mangium</i> .....	18
3.1.2.Résultats sur <i>Acacia auriculiformis</i> .....	19
3.2.RÉSULTATS SUR LA DENSITÉ DU BOIS .....	20
3.3.RÉSULTATS DES ESSAIS D' <i>ACACIA AURICULIFORMIS</i> .....	20
3.3.1.Essai n°116 à Mahela.....	20
3.3.1.1.Caractères agronomiques.....	20
3.3.1.2.Les caractères de forme .....	25
3.3.1.3.Les caractères de reproduction .....	25
3.3.1.4.Corrélations des caractères .....	26
3.3.1.5.Conclusion sur l'essai n°116 .....	26
3.3.2.Essai n° 117 à Mahela.....	27

3.3.2.1. Les caractères agronomiques .....	27
3.3.2.2. Les caractères de forme .....	30
3.3.2.3. Les caractères de reproduction .....	31
3.3.2.4. Corrélations des caractères .....	31
3.3.2.5. Conclusion sur l'essai n°117 .....	32
3.3.3. <i>Essai n° 118 à Mahela</i> .....	33
3.3.3.1. Les caractères agronomiques.....	33
3.3.3.2. Les caractères de forme .....	37
3.3.3.3. Les caractères de reproduction .....	37
3.3.3.4. Corrélations des caractères .....	38
3.3.3.5. Conclusion sur l'essai n°118 .....	38
3.3.4. <i>Synthèse des résultats et bilan sur l'espèce</i> .....	39
<b>3.4. RÉSULTATS DES ESSAIS D'ACACIA MANGIUM</b> .....	<b>40</b>
3.4.1. <i>Essai n°108 à Mahela</i> .....	40
3.4.1.1. Les caractères agronomiques.....	40
3.4.1.2. Les caractères de forme .....	45
3.4.1.3. Les caractères de reproduction .....	45
3.4.1.4. Corrélations des caractères .....	46
3.4.1.5. Conclusion sur l'essai n°108 .....	46
3.4.2. <i>Essai n°86 à Antsirinala</i> .....	47
3.4.2.1. Les caractères agronomiques.....	47
3.4.2.2. Les caractères de forme .....	51
3.4.2.3. Corrélations des caractères .....	51
3.4.2.4. Conclusion sur l'essai n°86 .....	52
3.4.3. <i>Synthèse des résultats et bilan sur l'espèce</i> .....	53
<b>4. RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION</b> .....	<b>55</b>
<b>5. CONCLUSION GENERALE</b> .....	<b>56</b>
<b>- BIBLIOGRAPHIE</b>	
<b>- ANNEXES</b>	



# 1. INTRODUCTION

Compte tenu du rythme de la croissance démographique, des efforts importants au niveau politique, social et économique sont déployés pour vulgariser les rôles divers de la forêt artificielle. L'utilisation des espèces à usages multiples se développe dans les plantations forestières pour satisfaire les divers besoins de la population. Ces derniers peuvent être définis comme le bois d'énergie, le bois de construction, l'amélioration de la fertilité du sol pour augmenter la production agricole, et la protection des bassins versants contre l'érosion. D'après certaines estimations, la demande en bois passera de 6 à 16 millions de tonnes à Madagascar en 2015, ce qui correspondrait à un déficit de 9 millions de tonnes de bois en 2015 (PAE, 1988). Cette situation demande l'intensification des programmes de reboisement effectués par la population rurale, les ONG ou les grandes sociétés industrielles. Ces plantations seront d'autant plus rentables qu'elles seront réalisées avec du matériel végétal plus performant.

A Madagascar, la recherche en amélioration génétique des espèces forestières se poursuit depuis plus de vingt ans (pour les genres *Pinus* spp et *Eucalyptus* spp) dans le but d'améliorer la valeur génétique des variétés plantées afin d'augmenter la productivité des plantations forestières.

Actuellement, les priorités du programme d'amélioration génétique des espèces feuillues (**FOFIFA/DRFP/Cirad-forêt**) concernent la production de matériel végétal en quantité et en qualité pour répondre à l'augmentation des besoins en graines forestières. C'est dans ce cadre, que le projet Création de Vergers à graines (FED 6 ACP MAG84) a été initié en juillet 1993. L'objectif du projet est d'installer 66 ha de vergers à graines d'espèces forestières adaptées au reboisement pour les différentes zones écologiques de Madagascar. Ces vergers à graines sont destinés à produire des variétés plastiques, rustiques, à croissance rapide et répondant à des usages multiples. Ces objectifs sont guidés par les recherches effectuées à Madagascar et l'étude des ventes de semences du SNGF. Les *Eucalyptus* et les *Acacia* sont les genres les plus adaptés dans le contexte des reboisements malgaches.

La présente étude consiste à évaluer les résultats obtenus dans les vergers à graines (qui sont assimilés à des essais) mis en place par ce projet afin de connaître la capacité de ces vergers à répondre aux objectifs assignés. Le travail est donc basé sur l'étude du comportement des arbres (croissance, forme, phénologie) et à l'évaluation des divers paramètres génétiques à savoir : la variabilité phénotypique et génotypique, l'héritabilité génotypique et les différents gains. L'étude s'intéresse à deux espèces d'*Acacia* australiens : *Acacia auriculiformis* et *Acacia mangium*. Ce sont des espèces largement diffusées dans plusieurs pays d'Asie tropicale, dans les îles de Pacifique et en Afrique occidentale.

A Madagascar, ces espèces étaient déjà introduites dans le Nord Ouest et dans le Haut Mangoro mais toujours à titre d'essai. La demande en graines pour ces espèces auprès du Silo National des Graines Forestières (S.N.G.F.) par les différents acteurs de reboisement montre qu'elles commencent à prendre de l'importance dans la foresterie malgache (Annexe n°1 : liste des consommateurs des graines d'*Acacia auriculiformis* et d'*Acacia mangium* au S.N.G.F. durant l'année 1997 - 1998). Pour la fin de l'année 1998 la commande en *Acacia mangium* s'élève à 50 kg au SNGF (Lettre d'Information UE, 10/1998).

Dans le cadre de l'amélioration génétique des espèces feuillues à Madagascar, les espèces du genre *Acacia* prennent actuellement une place importante après les *Eucalyptus* qui sont beaucoup plus avancés en terme d'amélioration. L'intérêt de ces essences s'explique par rapport à leurs multiples utilisations : produits multiples (bois d'énergie, perche), espèces agroforestières, croissance rapide et capacité à fixer l'azote atmosphérique.

## 2.MATERIELS ET METHODES

### 2.1.MATERIEL VEGETAL

#### 2.1.1.Les Acacia australiens

Le genre *Acacia* appartient à la sous famille des Mimosaceae et à la famille des Leguminoseae. Actuellement, plus de 1.200 espèces sont décrites dont 660 sont originaires d'Australie. Leur taille varie de celle d'un petit arbuste de 50 cm de hauteur (*Acacia depressa* et *Acacia pulviriformis*) jusqu'à des arbres atteignant 35 m de hauteur (*Acacia bakeri* et *Acacia melanoxylon*). Le nom *Acacia* dérive du nom grec "Akazo" qui fait référence aux stipules épineuses de nombreuses espèces africaines et asiatiques. La plupart des *Acacia* australiens possèdent des phyllodes. L'épaississement du pétiole et la régression du limbe aboutissent à la phyllode considérée comme une forme d'adaptation aux climats arides.

**Du point de vue écologique**, les essais d'introduction à travers le monde permettent de dire que les *Acacia* australiens peuvent aussi bien exploiter des zones humides et forestières que des zones arides. De nombreux *Acacia* australiens sont capables de résister au passage du feu, qui entraîne le plus souvent la germination des graines sur le sol et qui facilite la régénération. Ils supportent des sols pauvres en éléments minéraux et en matière organique. Dans l'ensemble, comme souvent pour les espèces introduites, les *Acacia* présentent, en zone d'introduction, un bon comportement en plantation favorisé par l'absence de problèmes phytosanitaires existant dans l'aire naturelle.

**Au niveau utilisation**, en tant que légumineuses, les *Acacia* font partie des espèces réputées pour leur capacité à fixer l'azote atmosphérique. Elles sont utilisées dans le cadre des travaux d'amélioration du sol (jachère) et dans la prévention contre l'érosion. Les *Acacia* s'intègrent très bien dans les systèmes agroforestiers. Leur faculté d'adaptation sur des sols salés permet également leur utilisation dans la stabilisation des dunes.

*Acacia auriculiformis*, et *Acacia mangium*, sont des espèces concernées par le projet « Création de vergers à graines forestières » du Fofifa. Elles ont fait l'objet de travaux divers dans de nombreux pays et comptent parmi les espèces les plus utilisées en zone humide. Vu leur croissance rapide, les propriétés énergétiques de leur bois, les *Acacia* constituent une réponse pour répondre au problème de bois énergie surtout dans les zones où le sol est pauvre. Malgré le problème de forme observé en Afrique et à Madagascar, ils peuvent aussi fournir du bois de service (pieux, perches, petits poteaux...) pour les constructions villageoises. Les *Acacia* sont aussi célèbres par leurs fleurs. Ils représentent une opportunité pour la production du miel et comme arbre d'ornement.

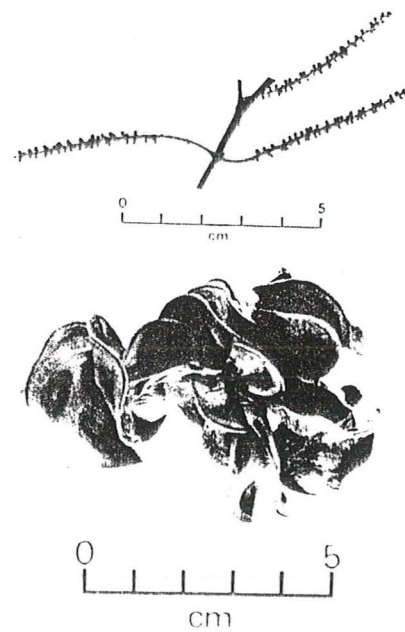
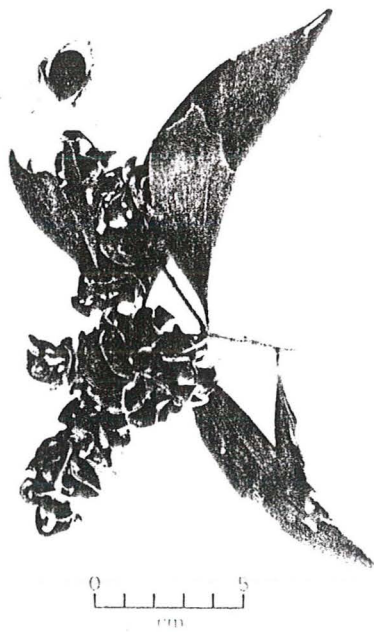
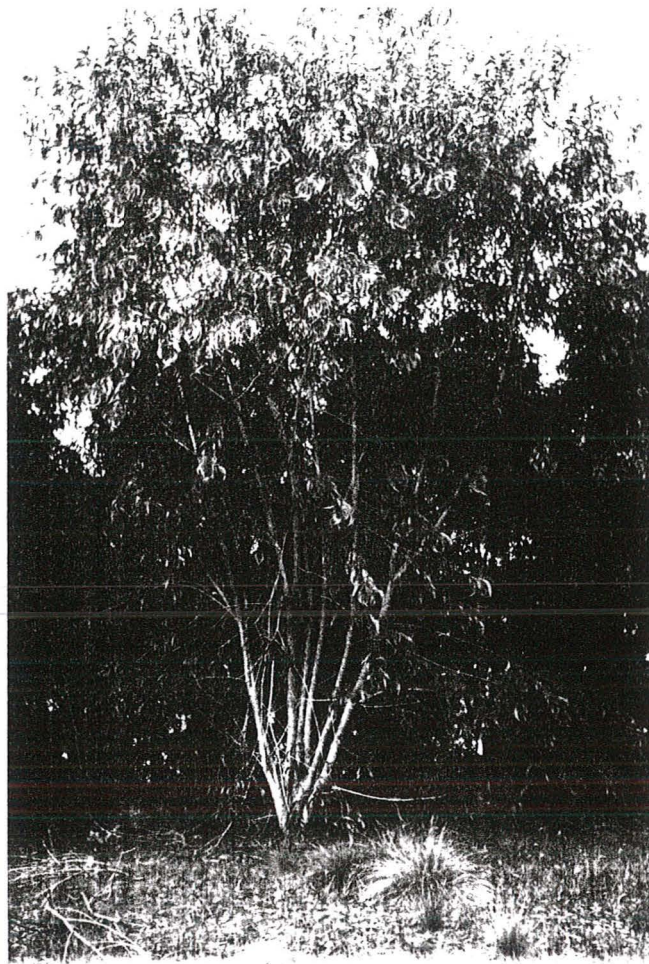
#### 2.1.2.L'*Acacia auriculiformis* et l'*Acacia mangium*

##### 2.1.2.1.*Acacia auriculiformis*

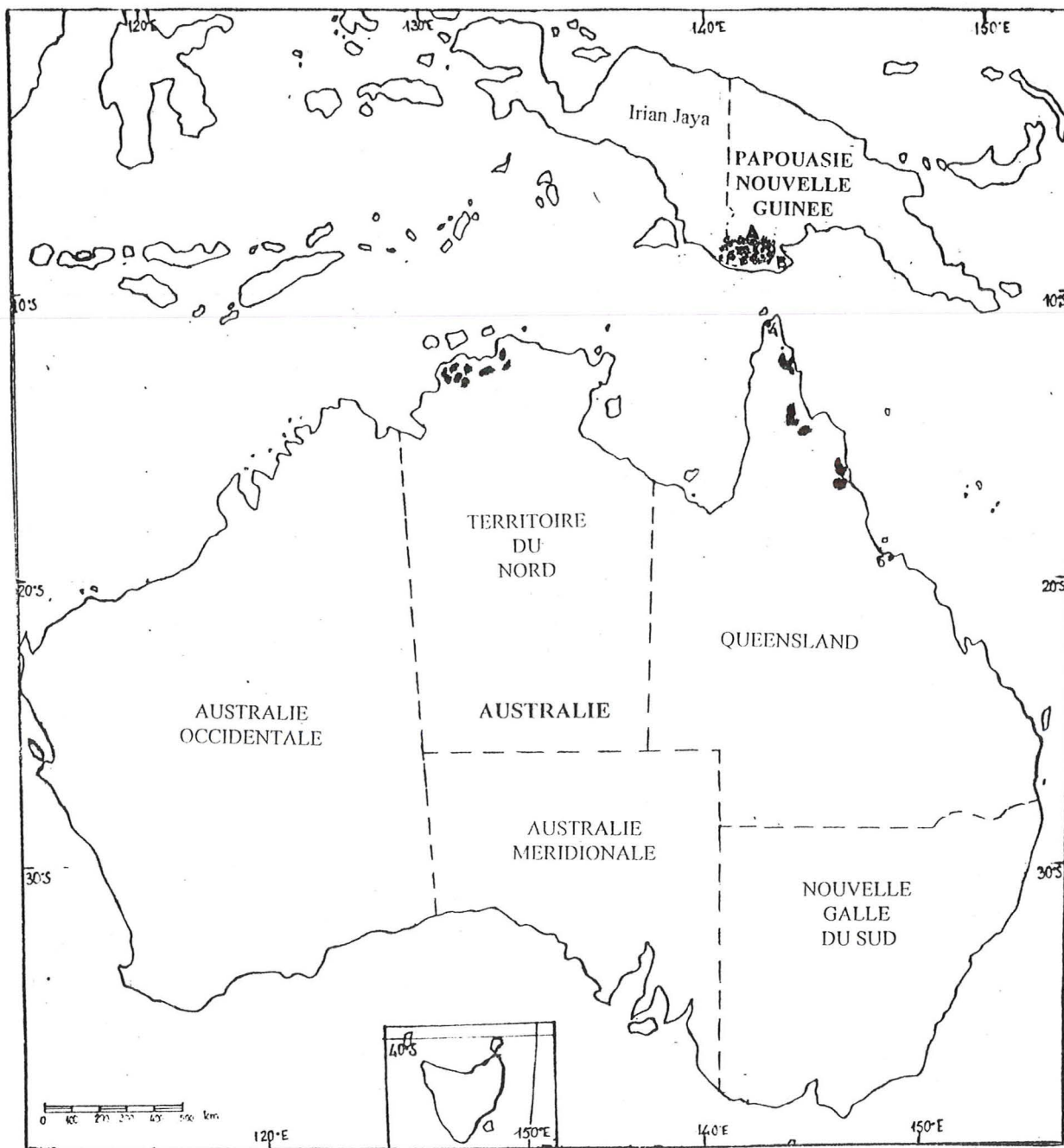
*Acacia auriculiformis* A cumm ex Benth est appelé communément : Northern black wattle, Ear pod wattle, Darwin black, Papua wattle ou kasia (Indonésie).

- **Caractères botaniques et phénologiques** : L'*Acacia auriculiformis* est un arbre qui peut atteindre 25 m de hauteur et 35 - 60 cm de diamètre dans de bonnes conditions. Son fût est généralement droit et monocaule. Ses feuilles sont alternes, droites à légèrement incurvées. Leur longueur varie de 10 - 16 cm de longueur pour 2 - 3 cm de largeur. C'est un arbre sempervirent de tempérament héliophile. En Australie la floraison commence au mois de juin et la maturité des fruits intervient en mois de septembre - octobre. Les graines sont plus grosses que celle d'*Acacia mangium* (30.000 à 60.000 graines/kg, ICRAF) et se trouvent dans des gousses ondulés à maturité.





**Figure n°1** : *Acacia auriculiformis* aspect de l'arbre, feuilles, fleurs, graines



Carte n°1 : Aire naturelle de l'*Acacia auriculiformis*



- **Aire naturelle** : L'aire naturelle d'*Acacia auriculiformis* se situe entre 5° et 17° de latitude sud en Nouvelle Guinée (Irian Jaya et Papouasie Nouvelle Guinée) et en Australie (Nord du Territoire septentrional et péninsule du Cap York au Queensland).

- **Ecologie** : L'espèce se rencontre en général entre 0 et 300 m d'altitude avec une pluviométrie de 1.000 à 1.500 mm à régime de mousson très marqué avec des maxima en Nouvelle Guinée de 2.000 mm. L'*Acacia auriculiformis* se rencontre sur des sols sableux, limoneux et argileux. Dans la péninsule du Cap York, on le rencontre dans les formations galeries le long des cours d'eau. Il supporte l'inondation saisonnière et tolère les sols peu profonds et salins.

- **Utilisation et intérêt économique** : *Acacia auriculiformis* est une espèce à usages multiples. Il est fixateur d'azote atmosphérique et peut jouer un rôle important dans l'amélioration de la fertilité des sols. La qualité de son bois (dur et dense) avec un bon pouvoir calorifique atteignant 4.892 kcal/kg convient bien pour le bois de chauffage et pour la fabrication de charbon. Il est utilisé aussi comme arbre d'ombrage et pour stabiliser les talus anti-érosifs. On peut l'utiliser en petite menuiserie et pour la fabrication de pâte à papier. Cette espèce a été plantée en Inde en conditions semi-arides, en Chine, en Indonésie et en Malaisie en régions plus humides dans des objectifs énergétiques et industriels.

### 2.1.2.2. *Acacia mangium*

*Acacia mangium* Willd appartient à la sous-famille des Mimosaceae. Il a comme noms commerciaux mangium montanum Rumph, Mangium, brown salwood. Il est appelé communément sabah salwood ou black wattle au Sabah et brown salwood en Australie.

- **Caractères botaniques et phénologiques** : *Acacia mangium* est un grand arbre qui peut atteindre 25 à 30 m de hauteur et plus de 60 cm de diamètre à 10 ans. Il présente un fût droit sur les stations fertiles. Ses feuilles sont grandes (25 cm de long sur 5 à 8 cm de large) de couleur verte intense. Les gousses sont fines et longues de section ronde s'enroulant à maturité. La floraison pour cette espèce se produit dans l'aire naturelle en mai et les fruits arrivent à maturité entre les mois d'octobre et décembre. Les graines sont petites (40.000 à 70.000 graines/kg, ICRAF). C'est un arbre sempervirent de tempérament héliophile.

- **Aire naturelle** : L'aire de répartition naturelle de l'espèce s'étend entre les latitudes 1° et 18°S dans le sud et l'ouest de la Nouvelle Guinée (en Papouasie Nouvelle Guinée et dans la province indonésienne d'Irian Jaya), ainsi que dans le nord Est du Queensland en Australie.

- **Ecologie** : *Acacia mangium* se situe entre 0 et 300 m d'altitude. La pluviométrie annuelle est comprise entre 1.500 et 3.000 mm avec un nombre de mois écoséc de 3 à 4 mois. Il préfère les sols humides à texture limoneuse. Mais c'est aussi une espèce peu exigeante qui peut s'adapter aux sols pauvres.

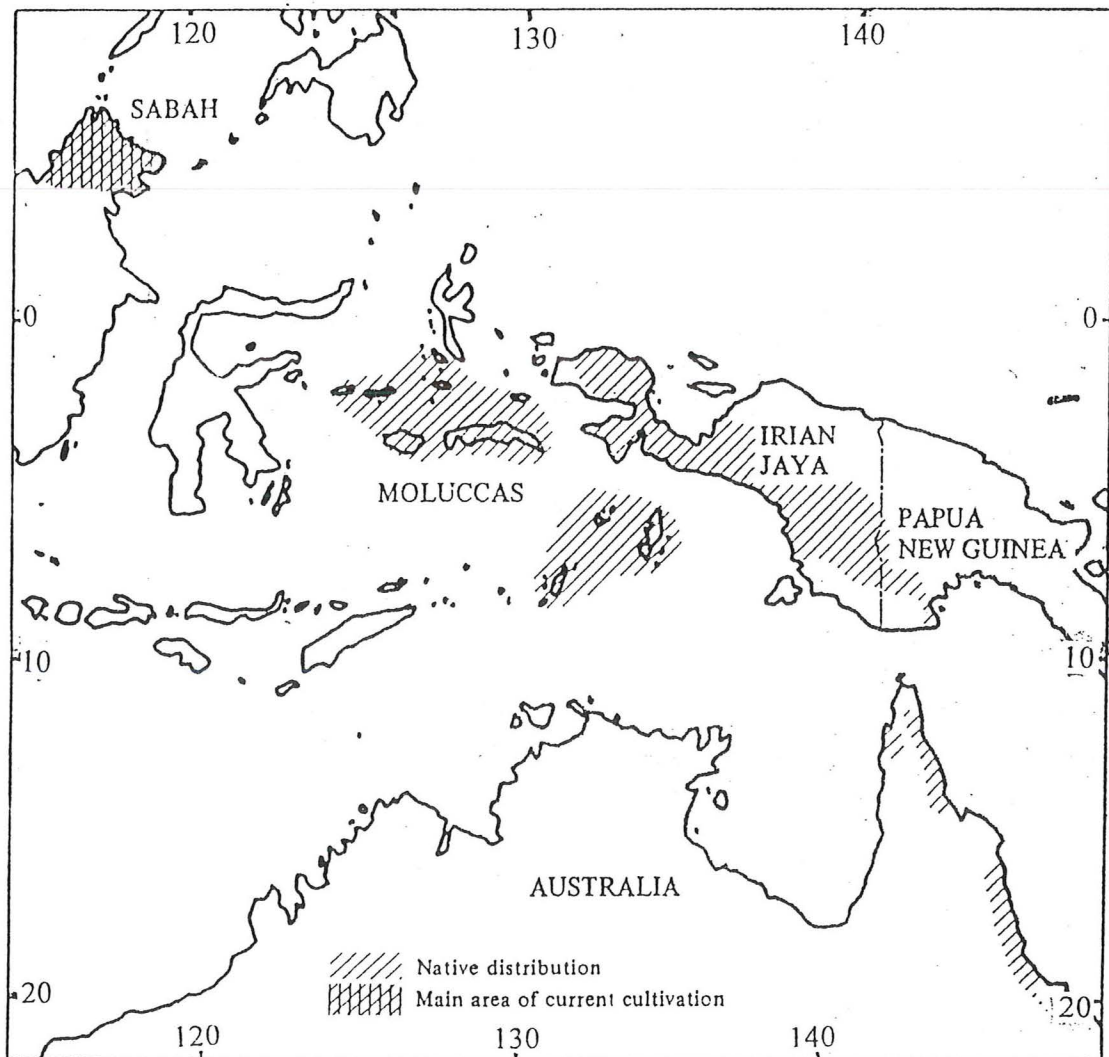
- **Utilisation et intérêt** : *Acacia mangium* est une essence à croissance très rapide, exploitable dès l'âge de 5 à 10 ans selon l'objectif. C'est la raison pour laquelle c'est l'espèce d'Acacia la plus utilisée pour le reboisement en Asie. Au Sabah (en Malaisie), elle a été introduite avec succès sur de grandes surfaces où les productions étaient comparables à *Eucalyptus deglupta* et *Gmelina arborea* (National Research Council, 1983). Ces derniers sont parmi les espèces plus utilisés dans ces régions tropicales humides en raison de leur croissance rapide.

Le bois jaune pâle à brun dur et mi-lourd constitue un bon bois de feu et un charbon de bois à haut pouvoir calorifique. Il est utilisable pour la fabrication de panneaux de particules et de la pâte à papier. Son feuillage peut aussi être utilisé comme fourrage d'appoint. En plus, *Acacia mangium* est une légumineuse fixatrice d'azote d'appoint utilisé alors pour améliorer la fertilité des sols.



0 1 2cm

**Figure n°2** : *Acacia mangium* aspect de l'arbre, feuilles, fleurs, graines



**Carte n°2** : Aire naturelle d'*Acacia mangium*



### 2.1.2.3. Revue bibliographique concernant l'importance des deux espèces

#### - *Acacia mangium* :

##### \* En Côte d'Ivoire :

*Acacia mangium* a été introduit vers 1980 en Côte d'Ivoire. Ses fortes potentialités de croissance ont rapidement attiré l'attention des reboiseurs. Cette espèce a été déjà testée dans plusieurs stations et a donné des résultats encourageants. Elle est dorénavant proposée pour des actions de développement en zone de forêt dense humide. Elle a essentiellement une vocation bois d'énergie. La rapidité de croissance de l'espèce, et sa capacité à fixer l'azote en font une espèce désignée dans le cadre des jachères forestières artificielles en zone sempervirente.

Le premier test de provenances installé en 1984 a donné une productivité à 3 ans variant de 7 à 30 m<sup>3</sup>/ha/an selon les provenances testées (Dupuy et N'guessan, 1990).

##### \* En Malaisie (Sabah) :

L'introduction et l'exploitation de l'*Acacia mangium* s'intensifie d'année en année où 55.000 ha de sols pauvres ont été plantés depuis 1985. Cette espèce est largement cultivée sur les savanes à *Imperata cylindrica* dont le sol est dégradé. Elle élimine cette graminée. Ceci est un grand avantage au Sabah où de vastes étendues de terres antérieurement consacrées à la culture itinérante ont été abandonnées et sont maintenant envahies par cette graminée indésirable.

Dans ce pays, la production annuelle de bois d'*Acacia mangium* est équivalente, voire même supérieure dans certains cas, à celle d'autres espèces de plantation, comme *Gmelina arborea* et *Eucalyptus deglupta*. Le bois est facile à scier, donne une surface lisse au rabotage et se polit bien. Des échantillons recueillis sur des arbres âgés de huit ans ont permis de fabriquer des panneaux de particules (Tham Chee Keong, 1979 ; Lesueur et al, 1994).

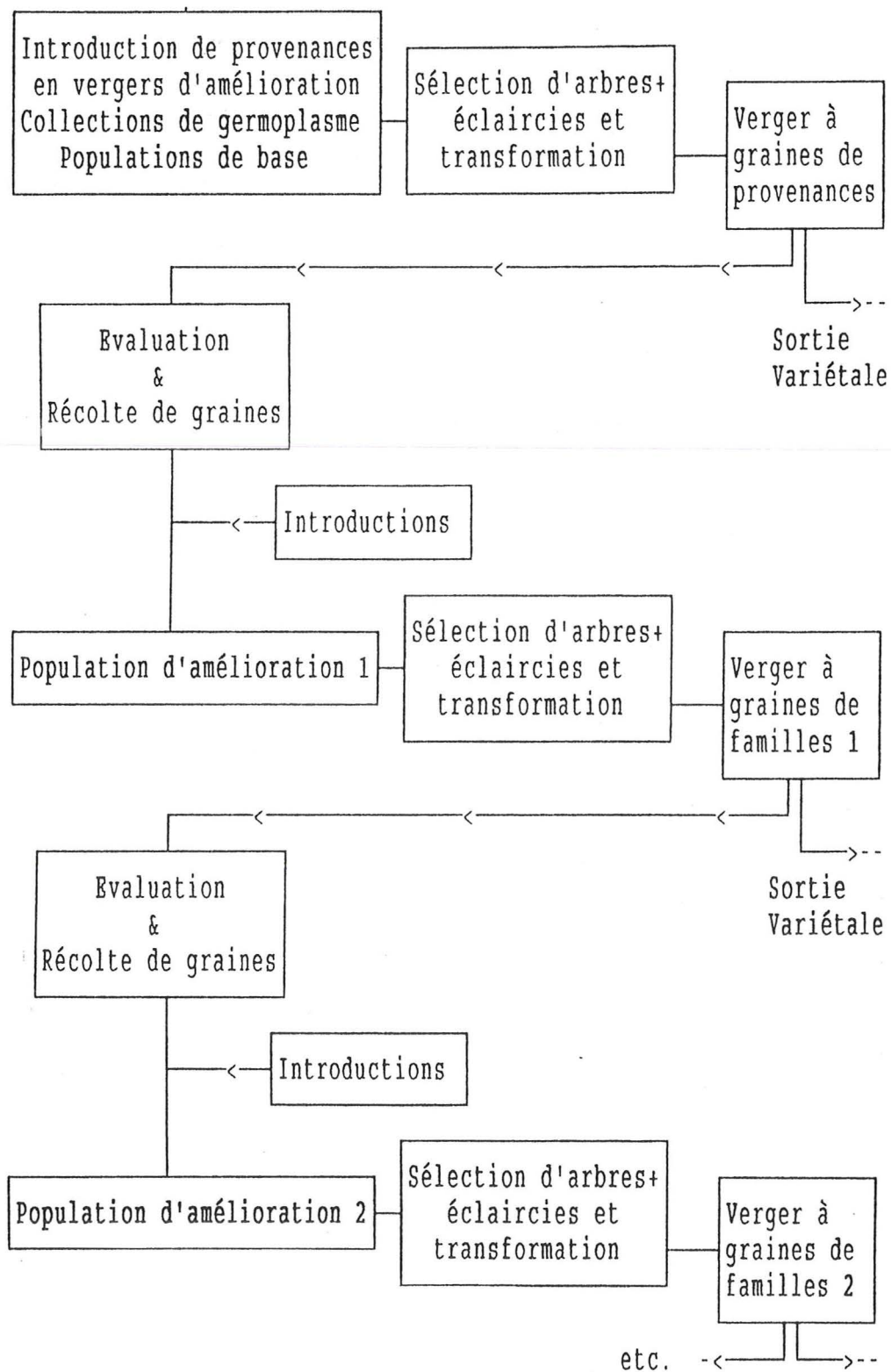
#### - *Acacia auriculiformis* :

*Acacia auriculiformis* est cultivé dans les zones tropicales de basse altitude dans un certain nombre de pays dont l'Inde, l'Indonésie, la Malaisie, la Papouasie Nouvelle Guinée et la Tanzanie. L'essence vient bien en plantation et on l'emploie pour lutter contre l'érosion. Elle convient bien sur les terrains peu fertiles. Cette espèce peut se planter sur des prairies dégradées d'*Imperata*. On utilise son bois comme combustible, notamment sous la forme de charbon de bois, mais il peut servir aussi pour la construction. Le bois des jeunes plantations donne des rendements en pâtes élevés et l'écorce contient des tanins que l'on peut utiliser pour traiter le cuir (Skleton et al, 1984).

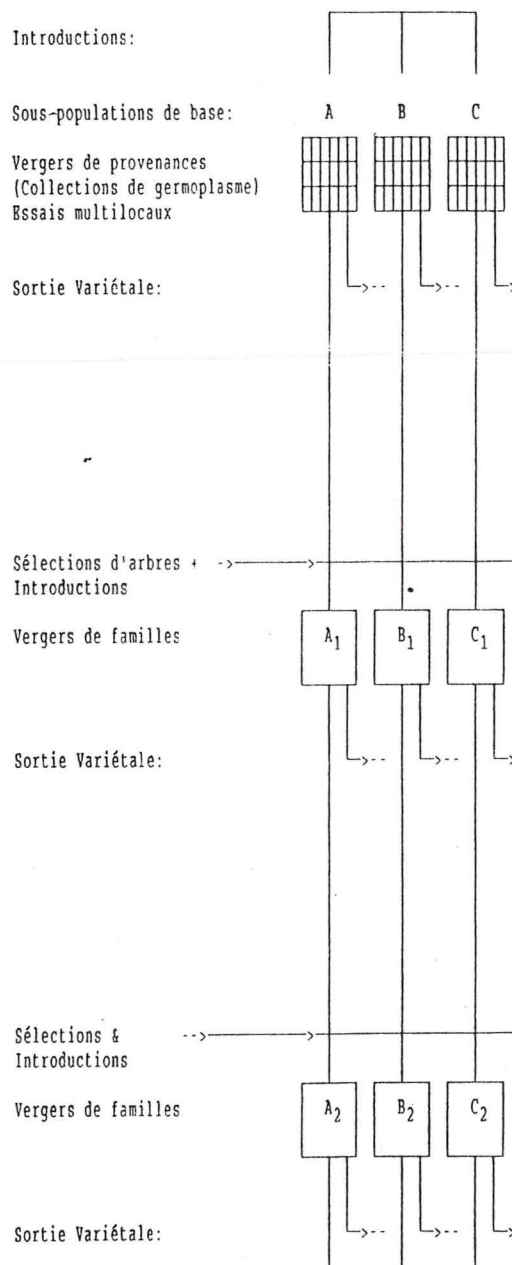
### **2.1.3. La stratégie d'amélioration adoptée**

Dans le contexte de la mise en place des vergers à graines à Madagascar, la **stratégie** vise à **créer des variétés** constituées par des **génotypes d'une grande plasticité** afin d'être exploitées dans des milieux très variés de l'île. Ces variétés doivent aussi être rustiques, c'est à dire utilisable sans intrant, de croissance juvénile importante et devant répondre à des usages multiples tels que le bois énergie, la production de perches ou de poteaux. Les **performances en croissance**, la **plasticité** sont donc les caractéristiques les plus importantes. La stratégie d'amélioration adoptée comporte donc plusieurs étapes comme indiqué dans la figure n°3.

**1ère étape** : Compte tenu de la diversité des caractères qui doivent être améliorés, l'étape fondamentale du programme d'amélioration consiste à introduire une variabilité génétique importante pour chaque espèce concernée. Les provenances importées de leur aire d'origine constituent bien sûr la source la plus importante de cette variabilité génétique. Pour ces *Acacia*, il s'agit de provenances de Queensland, du Territoires du Nord et de Papouasie Nouvelle Guinée.



**Figure n°3** : Processus d'amélioration des espèces feuillues exotiques à l'aide de vergers à graines (Lebot, 1996).



**Figure n°4** : Sélection récurrente par population multiples constituées de vergers à graines. (Lebot, 1996)



Les collections de germoplasme peuvent être entretenues à moindre coût lorsqu'elles sont mises en place sous forme de vergers de provenances qui conserveront les ressources génétiques et constitueront la population de base du programme.

**2<sup>ème</sup> étape** : Les vergers à graines sont soumis à plusieurs éclaircies pour arriver à l'objectif de production. Le verger d'amélioration repose ainsi sur un principe simple : en sélection, le gain génétique augmente avec le pourcentage de génotypes éliminés. La sélection s'effectue généralement en deux étapes :

- Sélection précoce (<1 à 2 ans) qui consiste à enlever 50% des individus indésirables. Il s'agit donc d'une *éclaircie sanitaire*.

- Sélections qui consistent à conserver les meilleurs individus qui interviennent théoriquement avant l'âge de la première floraison, soit entre 3 et 5 ans selon le site. Ce sont des *éclaircies sélectives* qui permettent une sélection à l'intérieur des provenances. Toutes les provenances sont conservées permettant ainsi de conserver une diversité génétique importante. L'annexe n°2 représente l'aspect final du verger après les différentes éclaircies.

- **3<sup>ème</sup> étape** : Puisque l'évaluation des provenances est généralement une longue opération, la combinaison de cette dernière avec la production de semences pour les reboisements est préférable.

- **4<sup>ème</sup> étape** : C'est le stade d'évaluation qui se fait par une prise de mesure et/ou notation d'une gamme assez élevée de caractères en général annuellement. En effet, chaque provenance assimilée à un génotype peut manifester son adaptation à un milieu par un ou plusieurs caractères bien déterminés. En outre l'évaluation sur la base de plusieurs caractères permet de détecter les **corrélations positives** ou **néglatives** qui peuvent exister entre certains caractères. L'existence de ces corrélations constitue un facteur important dans le choix des critères de sélection.

L'étude des essais de provenance aboutit aussi à l'évaluation des paramètres génétiques (l'héritabilité génotypique, la variabilité génotypique, les gains génotypiques...). Ces paramètres constituent également des facteurs prépondérants pour la sélection intra et interprovenances. En général, la stratégie se fait classiquement par sélection récurrente à chaque génération obtenue par pollinisation libre.

Le but est de capturer le maximum d'effets additifs et d'accumuler les gènes d'intérêts agronomiques dans une même variété synthétique. Les figures n°3 et n°4 montrent ce processus de sélection récurrente.

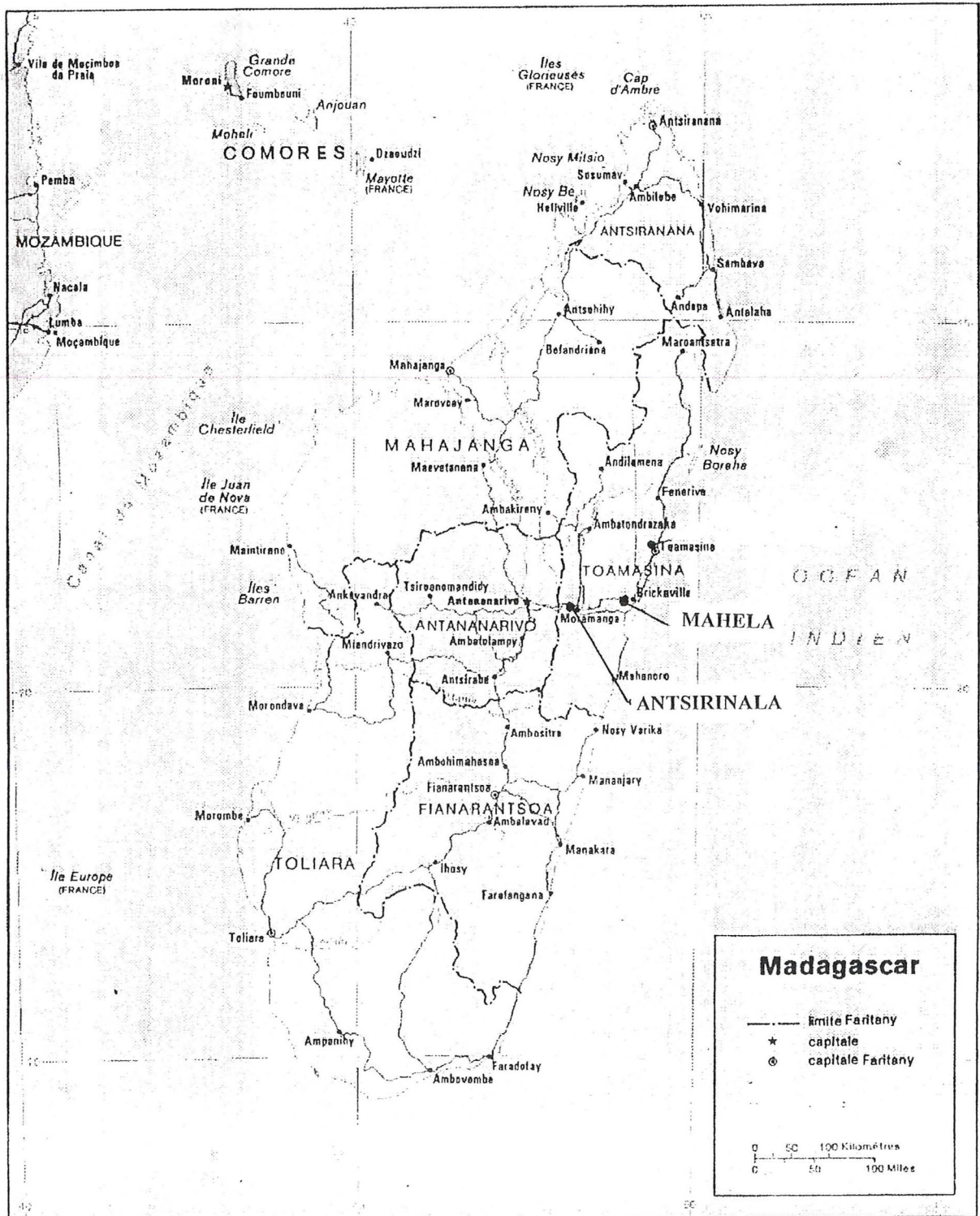
#### 2.1.4. Les sites d'introduction

Notre étude concerne la zone orientale de Madagascar, cette zone correspond à la zone bioclimatique est du pays, à l'intérieur de laquelle se répartissent les trois sites d'expérimentation dans le but d'étudier le comportement des espèces dans des milieux divers et de répliquer les essais sur différents sites :

- les stations de Mahela (Ampitabe) et Ivoloïna dans la zone de basse altitude,

- la station d'Antsirinala (Moramanga) qui représente déjà un contexte en altitude (à 910 m).

La température moyenne annuelle de la zone orientale du pays est de 21 à 26°C et la pluviométrie moyenne de 2.000 à 3.500 mm/an avec 0 à 1 mois écoséc (Annexe n°3: Courbe ombrothermique de la région de Moramanga et de Brickaville). Le climat est donc de type perhumide à humide. Dans cette zone on rencontre la majeure partie des grands massifs forestiers primaires dominés par la forêt dense ombrophile (forêts humides sempervirentes), les formations littorales, les forêts marécageuses et les formations denses ombrophiles sous-montagnardes. Le reste est dominé par les formations secondaires de type Savoka, les savanes, les pseudo-steppes à *Aristida*, et les prairies côtières à *Stenotaphrum* et à *Axonopus* (Blaser et al, 1990). Les caractéristiques géographiques, climatiques et pédologiques des trois sites sont résumés dans le tableau n°1.



Base 504693 (545856) 3-81

Carte n°3 : Situation géographique des différents sites concernés



**Tableau n°1** : Caractéristiques des stations

Caractéristiques	Mahela	Antsirinala	Ivoloina
- Géographie			
- Longitude	49°27'E	48°10'E	49°25'E
- Latitude	18°02'S	18°55'S	18°09'S
- Altitude	50 m	910 m	5 m
- Climat			
- Température	24° C	19°8 C	26° C
- Pluviométrie	2300 mm/an	1400 mm/an	3500 mm/an
- Jours de pluie	217 j/an	171 j/an	240 j/an
- Sol	Sols à texture sableuse, dégradés par le lessivage	- Terrasses lacustres appauvries par la culture du manioc - Pente : sols ferrallitiques fortement dessaturés	- Sables gris parfois couvert d'un horizon humifère - Sous-sol : sables dunaires calcaires
- Végétation	Pseudo-steppe à graminées " <i>Aristida</i> ", végétation secondaire de <i>Ravenala</i>	Fourrés d' <i>Helichrysum</i> et de <i>Philippia</i>	Présence de <i>Philippia</i>

### 2.1.5. Caractéristiques des vergers à graines et des différentes provenances étudiées

Parmi les différents vergers à graines mis en place par le projet, notre étude concerne les trois essais d'*Acacia auriculiformis* (essai n° 116 - 117 - 118) à Mahela et deux essais d'*Acacia mangium* (Essai n°108 à Mahela et Essai n°86 à Antsirinala). Les vergers à graines sont dans un premier temps assimilés à des essais comparatifs des provenances.

#### 2.1.5.1. Essai d'*Acacia auriculiformis* à Mahela

Les caractéristiques des trois essais d'*Acacia auriculiformis* sont proches (date de semis et plantation, les dates d'éclaircie, la préparation du sol). Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques de ces différents vergers à graines. Les plans de ces essais sont présentés en annexe n°5.

**Tableau n°2** : Caractéristiques des différents vergers à graines

Caractéristiques	Essai n°116	Essai n°117	Essai n°118
- Date de semis en pépinière	. 6/12/93		
- Prétraitement des graines	. Ebouillantage et refroidissement pendant 12 heures		
- Type de semis	. Semis direct en pot polyéthylène		
- Traitements en pépinière	. Fongicide, insecticide et NPK 11 16 24 +/- inoculation		
- Préparation du sol	. 2 labours en plein		
- Date de plantation	. 03/94		
- Fertilisation	. Sans		
- Ecartement à la plantation	. 2,5 x 2,5 m en carré (1600 tiges/ha)		
- Parcelle unitaire	. 16 plants disposés en 4 x 4		
- Bordure	. parcelle de bordure		
- Eclaircies : 1ère	. du 05/95	de 16 arbres à 8 par parcelle (792 tiges/ha)	
2ème	. du 08/96	de 8 arbres à 4 par parcelle (396 tiges/ha)	
- Mensurations	. 11, 24, 42 et 50 mois		
- Dispositif statistique	. Blocs complets	. Blocs complets	. Blocs incomplets
- Nombre de bloc	. 13 blocs	. 14 blocs	. 16 blocs
- Nombre de traitement	. 8 provenances	. 4 provenances	. 6 provenances
- Surface	. 1,9 ha	. 0,8 ha	. 1,3 ha

Les provenances testées dans ces vergers à graines sont différentes d'un essai à l'autre. Il s'agit respectivement de Papouasie Nouvelle Guinée, d'Australie Territoires du Nord et de Queensland dans les essais n°116, 117, 118. Au total, 18 provenances sont testées pour cette espèce à Mahela. Leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau n°3.

**Tableau n°3** : Caractéristiques des provenances d'*Acacia auriculiformis* testées dans les trois essais

Essai	N°	N° lot	Provenances	Pays	Longitude	Latitude	Altitude	Nb s
116	1	84/4596N	Bula coastal Orov	PNG	141°20'E	9°09'S	5	10
	2	87/6765N-87/6775 N	Bensbach Balamuk	PNG	-	-	0	11
	3	89/8668N-89/8680 N	Morehead	PNG	141°63'E	8°43'S	18	13
	4	89/8682N-89/8706 N	Mibini Swamp	PNG	141°38'E	8°50'S	18	24
	5	89/8707N-709N-710N	Bandaber N of Bula	PNG	141°19'E	8°58'S	20	3
	6	89/8713N	Balamuk , WP	PNG	141°16'E	8°54'S	15	1
	7	89/8715-89/8726N	Mai Kussa River	PNG	142°02'E	8°52'S	10	12
	8	92/9603N	Bensbach Lodge	PNG	141°25'E	8°55'S	30	inc
117	9	89/8859N-89/8862N	Noogoo Swamp, King crk	ATN	131°00'E	12°23'S	28	4
	10	89/8864N-89/8871N	Manton River	ATN	131°07'E	12°50'S	100	8
	11	89/8872N-89/8881N	Douglas River	ATN	131°09'E	13°51'S	70	10
	12	89/8882N-89/8890N	Goodmadeer River	ATN	133°41'E	12°08'S	50	9
118	13	84/4598N	Springvale HLD	QLD	144°55'E	15°50'S	50	4
	14	87/6937N-87/6941 N	Rifle Creek, Mt Molloy	QLD	145°20'E	16°40'S	0	5
	15	91/9456N	Coen Cape York	QLD	143°16'E	14°07'S	160	10
	16	88/8125N	Coen River Cape York	QLD	143°03'E	13°53'S	175	10
	17	89/8730N-89/8733 N	Archer River, Cape. York	QLD	142°56'E	13°26'S	180	4
	18	91/9143 N	Wenlock River	QLD	142°56'E	13°06'S	130	20

PNG : Papouasie Nouvelle Guinée, ATN : Australie Territoires du Nord, QLD : Queensland

Nb s : nombre de semenciers

### 2.1.5.2. Essai d'*Acacia mangium*

Les essais d'*Acacia mangium* étudiés sont situés sur deux sites différents : Mahela (Côte Est) et Antsirinala (Haut Mangoro). L'essai n°86 à Antsirinala est un essai déjà mis en place avant le projet (1989) mais toujours suivi. Certains caractéristiques diffèrent entre ces deux essais comme le tableau n°4 le montre.

Pour l'essai n°108 à Mahela, 12 provenances sont testées : six proviennent de Papouasie Nouvelle Guinée, 4 de Queensland, 1 de Côte d'Ivoire et 1 provenance commerciale de Setropa. Les 8 provenances étudiées dans l'essai n°86 sont de Queensland et de Papouasie Nouvelle Guinée. Il y a trois provenances communes aux deux essais, il s'agit de Kennedy, Iron Range, 20 km S Cardwell qui sont originaires de Queensland.

**Tableau n°4** : Caractéristiques des différents essais d'*Acacia mangium*

Caractéristiques	Essai n°108	Essai n°86
- Date de semis en pépinière	. 21/01/93	. 05/01/89
- Prétraitement des graines	. Ebouillantage + refroidissement (12) heures	. idem
- Type de semis	. Semis direct en sachet polyéthylène, 2 graines par sachet, puis démarrage	. Semis direct en pot polyéthylène
- Traitements en pépinière	. Fongicide, insecticide et NPK 112216	. idem
- Préparation du sol	. 2 labours en plein	. 2 labours en plein
- Date de plantation	. 05-93	. 03/89
- Fertilisation	. Sans	. 100g NPKZn(8-16-24-2)/trou
- Ecartement à la plantation	. 2 x 2 mètre (2.500 tiges/ha)	. 3 x 3 m en carré (1.111 tiges/ha)
- Dispositif statistique	. Blocs complets	. Blocs complets
- Nombre de blocs	. 9 blocs	. 4 blocs
- Nombre de traitement	. 12 provenances	. 8 provenances
- Parcelle unitaire	. 16 plants disposés en 4 x 4	. 49 plants disposés en 7 x 7
- Bordure	. parcelles de bordure	. 2 lignes de bordure autour de l'essai
- Surface	. 1,2 ha	. 1,8 ha
- Eclaircies	. 1ère : du 06/94 de 16 arbres à 8 par parcelle (1.250 tiges/ha) . 2ème : du 11/94 de 8 arbres à 6 par parcelle (937 tiges/ha) . 3ème : du 05/95 de 6 arbres à 4 par parcelle (625 tiges/ha) . 4ème : du 07/96 de 4 arbres à 2 par parcelle (312 tiges/ha)	. 1ère : du 05/95 de 49 arbres à 20 par parcelle (453 tiges/ha)
- Mensurations	. 13, 25, 37, 50 et 58 mois	. 18, 65 et 102 mois

**Tableau n°5** : Caractéristiques des provenances d'*Acacia mangium* testées dans les deux essais

Essai	N°	N° de lot	Provenances	Pays	Longitude	Latitude	Altitude	Nb s
<b>108</b>	1	84/4603N	Claudie River	Australie Qld	143°13'E	12°44'S	60	6
	2	84/4606N	Sidei, Manokwari	Papouasie Ng	133°34'E	00°46'S	30	15
	3	86/6672N	20km S of Cardwell	Australie Qld	145°50'E	18°26'S	12	20
	4	87/7513N	Iron Range	Australie Qld	143°14'E	12°43'S	40	16
	5	87/7285N	Kennedy	Australie Qld	145°50'E	18°10'S	20	20
	6	91/9459N	Sangoué	Côte d'Ivoire	05°31'W	06°17'N	200	Inc
	7	91/9146N	Wipim District	Papouasie Ng	142°52'E	08°47'S	45	20
	8	92/9605N	Sabah Ex Balamuk	Papouasie Ng	118°15'E	05°00'S	100	Inc
	9	92/9606N	Sabah Ex Toko	Papouasie Ng	118°15'E	05°00'S	100	Inc
	10	92/9607N	Sabah Ex Lokwa	Papouasie Ng	118°15'E	05°00'S	100	Inc
	11	92/9608N	Sabah Ex Oriomo	Papouasie Ng	118°15'E	05°00'S	100	Inc
	12	92/017		Setropa(*)	Inc	Inc	Inc	Inc
<b>86</b>	1	15644 <sup>(1)</sup>	Oriomo	Papouasie Ng	143°09'E	08°48'S	Inc	14
	2	15677 <sup>(1)</sup>	Iron Range	Australie Qld	143°14'E	12°43'S	40	21
	3	15237 <sup>(1)</sup>	20 km S of Cardwell	Australie Qld	145°50'E	18°26'S	12	20
	4	87/7513N	Iron Range	Australie Qld	143°14'E	12°43'S	40	16
	5	87/7281N	Lannercost	Australie Qld	145°53'E	18°38'S	50	15
	6	87/7282N	Ingham	Australie Qld	146°02'E	18°30'S	50	20
	7	87/7285N	Kennedy	Australie Qld	145°50'E	1°10'S	20	20
	8	87/7286N	Kuranda	Australie Qld	145°31'E	16°44'S	400	15

<sup>(1)</sup> numéro Csiro (\*) SETROPA est un fournisseur de graines en Hollande.



## 2.1.6. Les caractères étudiés

Compte tenu des objectifs assignés pour la sortie variétale des vergers, on considère les caractères mettant en évidence les performances individuelles du point de vue croissance (production, forme) et certains aspects phénologiques (floraison et fructification). Les caractères sont mesurés directement sur terrain ou dérivés à partir des grandeurs mesurées.

### 2.1.6.1. Les caractères mesurés

Le tableau n°6 récapitule les différents caractères mesurés sur terrain, les méthodes de mesures et leur précision.

**Tableau n°6** : Les différents caractères mesurés sur terrain.

Caractères	Critères de choix	Sigle	Unités	Instrument des mesures	Précision des mesures
<b>Productivité :</b>					
- Hauteur totale	- Indicateur de fertilité	H	mètre	- Sunnto	+ ou - 50 cm
- Circonférence à 1.30m	- Caractères significatifs pour l'espèce	C <sub>1.30</sub>	centimètre	- perche graduée - ruban dendrométrique	+ ou - 20 cm + ou - 5 mm
- Circonférence au collet		Cc	centimètre	- idem	+ ou - 5 mm
- Poids	- Pratique à mesurer	P	kilogramme	- balance	+ ou - 0.5 kg
<b>Forme :</b>					
- Rectitude des brins (pour l' <i>A. mangium</i> seulement)	-Utilisation multiple des brins	R	cotation négative de 1 à 5	- appréciation visuelle	
- Fourchaison		F	nombre entier	- comptage	
- Nombre de brins		B	nombre entier	- comptage	
<b>Reproduction :</b>					
- Floraison	- Production de graines	Fl	présence/ absence	- observation visuelle	-
- Fructification		Fr	présence/ absence	- observation visuelle	-

Les Acacia sont multicaules dans les essais considérés, la hauteur est difficile à mesurer, elle est possible avant la fermeture du peuplement. La hauteur dominante dans chacune des parcelles a été mesurée. On a donné des côtes pour les caractères de reproduction (floraison et fructification). Ces côtes correspondent à la présence ou à l'absence de fleurs et des fruits de l'année. Pour chaque caractère, la côte 1 indique la présence et 0 l'absence.

### - Mode d'appréciation qualitative des arbres

On a procédé pour le caractère de forme à un système de cotation arbitraire. Pour la rectitude les côtes varient de 1 à 5 (tableau n° 7). Les côtes sont attribuées à chaque brin de l'arbre, c'est à dire que le nombre de côte correspond au nombre de brins considérés pour chaque arbre (l'annexe n°5 présente le type de cotation pour la forme des brins)

**Tableau n°7** : Appréciation qualitative de la forme des brins

Cotation	Description
1 =>	Droit, sans fourche
2 =>	Légèrement tortueux
3 =>	Tortueux, partiellement droit
4 =>	Droit jusqu'à 2 à 3m de hauteur, présentant des fourches
5 =>	Fût irrégulier, fortement tortueux



Pour la fourchaison, on a considéré comme brin fourchu tout ce qui présente une fourche entre 1.30 m et la mi-hauteur du brin. Pour chaque arbre, la fourchaison correspond au nombre de brins fourchus par arbre.

### 2.1.6.2. Les caractères dérivés

#### - La surface terrière

La surface terrière pour chaque arbre résulte de la somme des surfaces terrières de chaque brin de l'arbre considéré. Elle est donc calculée par la formule suivante :

$$G = \sum C_i^2 / 4 \pi$$

i désigne le nombre de brins mesurés pour chaque arbre

$C_i$  : la surface terrière correspondant au i<sup>ème</sup> brin

G : la surface terrière de l'arbre

- La surface terrière par parcelle ramenée à l'hectare est calculée comme suit :

$$SG = \frac{\sum G * 10.000}{s}$$

s

avec  $\sum G$  : somme de la surface terrière des arbres par parcelle

10.000 m<sup>2</sup> = 1 hectare

s : surface de la parcelle (m<sup>2</sup>)

#### - Les caractères poids et volume

Ce sont les caractères les plus intéressants donc l'objectif de production de biomasse ligneuse. Pour estimer la production, on a étudié la corrélation entre le poids en tant que grandeur mesurable (donnant des valeurs plus précises) et la surface terrière à 1.30 m (G), la circonférence au collet (Cc), et la circonférence du plus gros brins par la méthode de régression linéaire et non linéaire. Le meilleur modèle de régression quelque soit les espèces. Le modèle obtenu avec la surface terrière est de la forme :

$$Y = \alpha + \beta X$$

avec  $\alpha$  : coefficient constant

$\beta$  : coefficient de détermination

Y : variable expliquée ou dépendante (poids : P en kg)

X : variable explicative (surface terrière : G en cm<sup>2</sup>)

$\alpha$  et  $\beta$  sont des paramètres à estimer et à tester s'ils sont significativement différents de zéro au seuil de 5%.

En supposant que chaque échantillon est représentatif de la population dans chaque essai, les équations obtenues permettent ainsi d'estimer le poids P (la production en Kg) à partir de la valeur individuelle de la surface terrière (en cm<sup>2</sup>).

- Le calcul du poids total des arbres par parcelle se fait comme celui de la surface terrière :

$$SP = \frac{\sum P * 10000}{s}$$

s

avec  $\sum P$  : somme du poids des arbres par parcelle

10.000 m<sup>2</sup> = 1 hectare

s : surface de la parcelle

Vu l'aspect multicaule des arbres, le volume de bois pour chaque arbre a été obtenu en sommant les volumes de tous les brins de l'arbre. Le volume de chaque brin a été estimé en faisant la somme de deux composantes qui sont le volume d'un cylindre (volume de bois depuis la souche

jusqu'à 1.30 m) et le volume d'un cône (volume de bois considéré comme un cône depuis 1.30 m jusqu'à la cime). D'où la formule :

$$V_B = V_{cyl} + V_{Co}$$

avec  $V_B$  : volume d'un brin

$$V_{cyl} = (C^2(1.30) / 4 * \pi) * 1.30$$

$$V_{Co} = (C^2(1.30) / 4 * \pi) * 1/3 * (H - 1.30)$$

Le calcul du volume total ramené à l'hectare est calculé comme suit :

$$V_T = \sum V_B * d$$

où d est la densité du peuplement

### - Les accroissements moyens annuels

Ce type de caractère a été estimé pour la hauteur, la surface terrière et les caractères de production (poids et volume). Ils ont été obtenus par la formule :

$$AMAX_t = X_t / t$$

$X_t$  : valeur du caractère à l'âge de mesure t

t : âge du peuplement (an)

## 2.2.METHODES

### 2.2.1.Les méthodes de prises des données

#### 2.2.1.1.Inventaires classiques

L'étude consiste à comparer les provenances pour ces essais aussi bien au niveau intra qu'interprovenance, les inventaires ont été effectués en plein pour tous les caractères. Les travaux d'inventaire consistent en un travail continu d'année en année, un système de repérage pour chaque individu est mis en place. La méthode utilisée consiste à fixer le sens de relevé à l'intérieur des parcelles et à attribuer dès la plantation un numéro à chaque arbre de la parcelle permettant de les identifier à chaque inventaire.

Compte tenu du nombre de tiges important, nous n'avons considéré pour les caractères de croissance que les brins principaux. Nous avons donc défini comme brins toutes tiges dont la base se situe au niveau inférieur à 1.30 m du sol et atteignant la hauteur moyenne du houppier de l'arbre en question. Le projet dispose ainsi des données annuelles d'inventaire avec lesquelles nous avons dû nous référer pour que les données soit cohérentes et que le nombre de brins soit le même d'un inventaire à l'autre. Un modèle de fiche de relevés utilisée pendant les inventaires est présenté en annexe n°6.

#### 2.2.1.2.Inventaire spécifique à l'estimation de la production

Pour les caractéristiques de production, la méthode consiste à établir une relation mathématique entre un paramètre dendrométrique facile à mesurer et la biomasse individuelle des arbres. On a procédé alors à des travaux de pesage sur une centaine d'arbres soit issus des travaux d'éclaircie soit prélevés en bordure sans tenir compte des provenances mais l'échantillonnage a été réalisé en fonction des critères suivants :

- tous les spectres de circonférence des arbres ou toutes les classes de grosseurs existant dans le peuplement sont couverts (les modèles obtenus ne peuvent être utilisés que dans le domaine stricte des dimensions d'arbres pour lesquelles ils ont été établis),
- l'intensité d'échantillonnage est fonction du nombre de tige dans chaque classe d'âge.

Pour chaque arbre, on a pesé sur place la biomasse ligneuse supérieure à 3 cm de diamètre. Avant l'abattage les circonférences à 1.30 m et au collet ont été relevées. Le pesage a eu lieu une semaine après l'abattage.

### 2.2.2. La transformation des variables

Les huit caractères mesurés ont permis de déterminer les variables les plus exploitables en foresterie (hauteur, surface terrière, poids, volume, les divers accroissements) et facilement utilisables pour le traitement des données particulièrement dans le cadre de l'analyse de la variance. Des transformations ont été apportées à certaines variables.

**Tableau n°8 :** Transformation des variables

Caractères	Transformation	Variables transformées
- Hauteur totale	-	- hauteur moyenne par parcelle
- Circonférence à 1.30m	- surface terrière :	- surface terrière moyenne par parcelle(cm <sup>2</sup> )
- Circonférence au collet	$G = SC_1^2/4x\pi$ $Gc = Cc^2/4x\pi$	
- Rectitude des brins (*)	- Pourcentage des brins de type 1 par arbre: $BD = NBDx100/NB$ - Pourcentage des brins de type 2 par arbre :	- valeur moyenne par parcelle du pourcentage de brins droits par arbre  - valeur moyenne par parcelle du pourcentage de brins de qualité BE
- Fourchaison	$BE = NBEx100/NB$ - $PBF = Fx100/NB$	- Pourcentage de brins fourchus par arbre
- Nombre de brins	-	- NB: moyenne du nombre de brins par arbre par parcelle
- Floraison	-	- Fl: pourcentage des arbres en fleurs par parcelle
- Fructification	-	- Fr : pourcentage des arbres présentant des gousses par parcelle

(\*)Pour faciliter l'analyse des données relatives à la rectitude, les qualités de brins ont été regroupées en deux types : - Type 1 = ce sont les brins ayant comme cotation 1 et 2. Ce sont les brins de qualité (BD) comme "brins droits". Autrement dit ils sont susceptibles d'être exploitables en perche et en bois énergie. - Type2 = ce sont les brins ayant comme cotation 3, 4 et 5. Ce sont les brins de qualité (BE) comme "brin énergie". Leur forme ne leur permet d'autre utilisation potentielle que le bois d'énergie.

### 2.2.3. Etude de la densité du bois

Pour destiner le bois d'une espèce à un usage spécifique, il est indispensable de connaître ses propriétés et ses qualités. L'arbre a une individualité : ainsi deux échantillons de bois de même essence, espèces, fournis par des arbres ayant poussé dans des conditions très différentes constituent deux matériaux distincts. Dans le cas de ces deux Acacia, nous avons essayé d'étudier la densité du bois afin de pouvoir la comparer avec les résultats obtenu d'ailleurs.

On a prélevé aléatoirement, sur des arbres représentatifs du peuplement, des échantillons de bois. Des rondelles ont été prélevées à différents niveaux de l'arbre : à la base, à 1.30 m et à mi-hauteur du fût pour vérifier l'hétérogénéité de la densité du bois à différents niveaux de l'arbre. Trois catégories de densité ont été étudiées pour chaque espèce :

- la densité bois vert (juste après abattage),
- la densité anhydre (permet de calculer la densité à humidité quelconque),
- la densité à 12% d'humidité.



Le calcul repose sur la formule suivante :

$$D = \frac{P \text{ (gr)}}{V \text{ (cm}^3)}$$

où P = poids du bois  
V = volume du bois

L'humidité à l'air libre varie entre 13 à 20% à Madagascar (Rakotovao, cours 4ème année ESSA Forêts). Pour le calcul d'humidité d'un bois (degré d'humidité), on a la formule :

$$H\% = \frac{P_h - P_o}{P_o} * 100$$

où P<sub>h</sub> = poids humide  
P<sub>o</sub> = poids anhydre

## 2.2.4.Méthodes d'analyse des données

L'analyse statistique des données a été effectuée avec le logiciel SAS disponible au Cirad-forêt. Ce logiciel permet, entre autre, d'effectuer l'analyse de variance dans le cas de blocs complets et de blocs incomplets. Les différentes procédures existantes dans le logiciel permettent d'obtenir les résultats suivants à partir des valeurs moyennes par parcelle et des valeurs individuelles :

- Les valeurs moyennes par provenance,
- La moyenne générale du peuplement,
- Les coefficients de variation intra et interprovenances des valeurs moyennes,
- L'analyse de variance et la comparaison des provenances selon la méthode de Student-Newman-Keuls,
- Les coefficients de corrélation phénotypiques des caractères,
- L'équation de régression reliant les deux caractères poids et surface terrière.

Des exemples de programme ainsi que des résultats d'analyse des données sont présentés en annexe n°7.

### 2.2.4.1.Analyse statistique

Le but de l'analyse de la variance est de comparer les valeurs moyennes d'un certain nombre de population à partir d'échantillons aléatoires, simples et indépendants les uns des autres (Dagnelie, 1975). Autrement dit, l'analyse de variance permet de tester le niveau de signification du facteur étudié (provenance). Si l'effet provenance est significatif, on procède à la comparaison multiple des moyennes par la méthode de Newman-Keuls. Elle est basée sur la comparaison des amplitudes observées pour des groupes de deux, trois, ... , p moyennes, avec l'amplitude maximum attendue à un niveau de signification donné.

Le modèle théorique de l'analyse de variance est strictement additif et s'écrit sous la forme :

$$X_{ij} = m_{..} + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

où X<sub>ij</sub> = résultats de la i<sup>ème</sup> provenance dans le j<sup>ème</sup> bloc.

m<sub>..</sub> = moyenne générale.

α<sub>i</sub> = composante de la i<sup>ème</sup> provenance

β<sub>j</sub> = composante de la j<sup>ème</sup> bloc

ε<sub>ij</sub> = composante résiduelle de la ij<sup>ème</sup> parcelle.

Ce modèle est utilisé en supposant qu'il n'y a pas d'interactions entre les provenances et les parcelles à l'intérieur d'un bloc. Cette interaction, si elle existe, nécessite des moyens plus puissants de calculs.

**Tableau n°9** : Modèle de tableau d'analyse de variance - Cas de blocs complets équilibrés

Source de variation	ddl	Carré moyen (CM)	F calculé	E (CM)
- Provenances	n-1	$CM_p = SCE_p / (n-1)$	$F_p = CM_p / CM_r$	$\sigma_E^2 + r * \sigma_G^2$
- Blocs	r-1	$CM_b = SCE_b / (r-1)$	$F_b = CM_b / CM_r$	$\sigma_E^2 + n * \sigma_B^2$
- Résidus	(n-1)(r-1)	$CM_r = SCE_r / (n-1)(r-1)$		$\sigma^2$

**n** : nombre de provenances, **r** : nombre de blocs, **ddl** : degré de liberté,

**F calculé** : variable F calculé de Fischer Snedecor, **E (CM)** : espérance mathématique du carré moyen.

$\sigma_G^2$ : variance génotypique,  $\sigma_E^2$ : variance environnementale,  $\sigma_B^2$  : variance entre blocs

**Tableau n°10** : Modèle de tableau d'analyse de variance - Cas de blocs incomplets équilibrés.

Source de variation	ddl	SCE	Carré moyen
- Traitements non ajustés	n-1	SCE traitements non ajustés	
- Blocs ajustés	r-1	SCE blocs ajustés	E <sub>b</sub>
- Résidus	n*p-n-r+1	SCE résiduelle	E <sub>e</sub>
- Totale	n*r-1	SCE totale	

**n** = nombre de traitements (provenances), **r** = nombre de blocs,

**p** = nombre de répétition, **SCE** = somme des carrés des écarts

Toutes les provenances ne sont pas présentes dans tous les blocs, il n'y a plus indépendance ou orthogonalité entre les blocs et traitements (provenances). On réajuste donc les moyennes des traitements en fonction des blocs où ils se trouvent.

- Calcul des SCE et F

On calcule en premier lieu le total de chaque bloc, les totaux de chaque traitement (T) et le total général G

\* terme de centrage  $C = G^2 / (n * r)$

\* SCE total =  $\sum (X_{ij})^2 - C$

\* SCE blocs ajustés aux traitements =  $\sum V^2 / (n * p) (n - k) (k - 1)$

avec  $V = (n - k) T - (n - 1) B + (k - 1) G$  où B est le total du total des blocs contenant le n traitement

k = nombre de traitement par bloc

\* SCE résiduelle = SCE tot - SCE trts - SCE blocs

\*  $F = SCE \text{ trts ajustés} / (n - 1) / E'$

avec  $SCE \text{ trts ajustés} = 1 / p \sum T^2 - C$

et  $E' = E_e (1 + (N - k) \mu)$  avec  $\mu$  facteur de pondération =  $(E_b - E_e) / (n(k - 1) E_b)$

Si le test de F est significatif au seuil de 5% , les totaux ajustés des traitements ne sont pas homogènes.

Les totaux ajustés Ta de chaque traitement sont donnés par :  $T_a = N + \mu.V$

- Le test de  $\chi^2$  de Pearson :

Les caractères de reproduction (floraison et fructification) ont été analysés par la statistique de  $\chi^2$  de Pearson en tant que caractères non quantitatifs. Cette méthode peut être utilisée dans le test non paramétrique dans le tableau de contingence (provenances - floraison ou provenances - fructification). La démarche statistique consiste à tester l'hypothèse nulle suivant : "le premier caractère est indépendant du deuxième".

$\chi^2$  observée est calculée par  $\sum_i \sum_j (n_{ij} - m_{ij})^2 / m_{ij}$

où  $m_{ij} = n_i * n_j / n$  avec un degré de liberté  $(R-1) * (C-1)$

et  $n_{ij}$  = la fréquence observée pour la classe  $ij$

$n_{i.}$  = total de fréquences observées pour la classe  $n_i$

$n_{.j}$  = total de fréquences observés pour la classe  $n_j$

$R$  = nombre de classes du premier caractère

$C$  = nombre de classes du deuxième caractère.

Si la valeur  $\chi^2$  observé  $<$   $\chi^2$  théorique (valeur dans la table) pour un risque de 0.05% avec un ddl =  $(R-1) * (C-1)$ , on accepte l'hypothèse nulle.

#### 2.2.4.2. Estimation des paramètres génétiques

A partir de l'analyse de variance, on passe au calcul des différents paramètres génétiques, à savoir :

- la variabilité phénotypique
- l'héritabilité génotypique (héritabilité au sens large).
- les gains génotypiques conventionnels.

Les valeurs moyennes obtenues par parcelle pour chacune des caractéristiques étudiées correspondent à des valeurs phénotypiques (P). Ces dernières sont en réalité composées de deux valeurs : une valeur génotypique (G) et une valeur environnementale (ou déviation environnementale) (E), d'où l'équation :

$$P = G + E$$

#### **Calcul de la variabilité**

La variabilité de chaque caractère étudié est une variabilité phénotypique ou une variance phénotypique  $\sigma_p^2$ . L'écart-type phénotypique  $\sigma_p$  est plus utilisé dans les calculs. Pour une valeur en pourcentage, le rapport  $\sigma_p / X$ , où  $X$  désigne la moyenne générale, donne le coefficient de variation phénotypique  $CV_p$ , d'où la relation :

$$CV_p = \sigma_p / x$$

En terme de variabilité, la relation  $P = G + E$  peut s'écrire comme :

$$\sigma_p^2 = \sigma^2 (G + E) = \sigma_G^2 + \sigma_E^2 + 2 \text{COV} (G, E)$$

où  $\sigma_p^2$  = variance phénotypique.

$\sigma_G^2$  = variance génotypique.

$\sigma_E^2$  = variance environnementale.

$\text{COV}(G, E)$  = covariance entre G et E

Le génotype et l'environnement forment deux variables indépendantes, leurs variances sont additives et leur covariance nulle par la randomisation des génotypes (ici provenances).

Il reste  $\sigma_p^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$

#### **- Calcul de l'héritabilité génotypique**

L'héritabilité génotypique ( $h^2_G$ ) ou héritabilité au sens large est définie comme la part de la variance phénotypique attribuable à l'effet du génotype. Elle est donc présentée sous forme de rapport :

$$h^2_G = \sigma_G^2 / \sigma_P^2$$



Cette héritabilité génotypique est déterminée sur des valeurs phénotypiques moyennes par provenance car la sélection des provenances n'est pas faite au niveau des parcelles mais sur la base de leurs moyennes sur toutes les parcelles.

$$\text{La formule est : } h^2_G = \sigma_G^2 / (\sigma_G^2 + \sigma_E^2/r)$$

De l'analyse de variance, on a l'estimation de l'héritabilité à partir des relations suivantes (à partir de l'espérance mathématique des carrés moyens) :

$$\sigma_E^2 = CM_r$$

$$\sigma_G^2 = 1/r (CM_p - CM_r)$$

$$\Rightarrow h^2_G = (CM_p - CM_r) / CM_p \text{ ou } h^2_G = 1 - 1/F_p \text{ car } F_p = CM_p / CM_r$$

La valeur de la variable F de SNEDECOR traduit le degré de signification de l'héritabilité génotypique : plus la valeur de F calculé est significative, plus l'héritabilité génotypique est élevée.

### - Calcul des gains génotypiques

- Le gain génotypique  $\Delta G$  est le gain moyen que l'on pourrait obtenir en utilisant les meilleurs génotypes sélectionnés avec une certaine intensité de sélection dans le même milieu que celui de l'essai.

- La différentielle de sélection en valeur métrique mesure l'écart entre la moyenne générale et la moyenne des sélectionnés et indique le gain apparent ou gain phénotypique ( $\Delta P$ ).  $\Delta P$  est lui-même égal à la différentielle de sélection standardisée ( $i$ ) multipliée par l'écart-type phénotypique ( $\sigma_p$ ) (NANSON, 1968). On a alors :

$$\Delta G = i * h^2_G * \sigma_p \text{ (en valeur métrique) où } \sigma_p = \Delta P / i$$

$$\text{ou } \Delta G = i * h^2_G * CV_p \text{ (en \%)} \text{ où } CV_p = \Delta P / i$$

avec  $CV_p = \sigma_p / X$  coefficient de variation phénotypique

$X =$  moyenne générale et  $\sigma_p = \sqrt{\sigma_p^2}$  écart-type phénotypique

Ce gain dépend du niveau de sélection  $i$ , de la variabilité de la population ( $CV_p$ ) et de l'héritabilité des caractères. La notion de gain conventionnel ( $h^2_G$ ) indique le gain obtenu par la sélection de 38% des meilleurs génotypes. Cette sélection est équivalente à la valeur de  $i$  réduite par convention à 1 (NANSON, 1974).

$$\text{D'où } \Delta G_c = h^2_G * CVP \text{ (} i=1 \text{)}$$

Ce gain conventionnel permet de comparer facilement l'impact d'une sélection de même intensité sur divers caractéristiques.

### 2.2.4.3. Etude de la corrélation entre les caractères

L'étude consiste à déterminer les liaisons existantes entre les différents caractères étudiés. La connaissance du degré de liaison par les coefficients de corrélation permet d'effectuer l'amélioration d'un caractère et de connaître l'impact sur les autres. Ces relations sont ici évaluées par les coefficients de corrélation phénotypique entre les valeurs phénotypiques des variables (valeurs individuelles) et concernent les variables contemporaines (mesurées à la même année). La corrélation phénotypique résulte d'une corrélation génotypique et d'une corrélation environnementale, de la même manière que la variance phénotypique :

$$COV(P_1 P_2) = COV((G_1 + E_1), (G_2 + E_2))$$

$$COV(P_1 P_2) = COV(G_1 G_2) + COV(E_1 E_2)$$

où  $P_1$  et  $P_2$  indiquent les valeurs phénotypiques de deux variables étudiées.

Sous le programme du logiciel SAS, les résultats d'analyse de corrélation sont présentés sous

forme matricielle. La formule pour l'estimation des coefficients de corrélation phénotypique ( $r_p$ ) entre chacun des couples de variables (x,y) est défini par :

$$r_p = \frac{COV_p(x,y)}{\sqrt{\sigma_p^2(x) * \sigma_p^2(y)}}$$

où  $COV_p$  = covariance phénotypique

La corrélation phénotypique est en théorie toujours inférieure ou égale à la corrélation génotypique (Nanson, 1970). Le niveau de signification est obtenu à partir du test de conformité des coefficients de corrélation par comparaison des valeurs observées ( $r_p$ ) avec les valeurs théoriques produites par les tables (Dagnelie, 1975).

$r_p^*$  = significatif (risque de 5%)

$r_p^{**}$  = hautement significatif (risque de 1%)

$r_p^{***}$  = très hautement significatif (risque de 1‰)

### 3.RESULTATS ET INTERPRETATIONS

#### 3.1.RESULTATS DE L'ETUDE DE DEPENDANCE DES CARACTERES

On a cherché ici le caractère le plus corrélé avec le poids par la méthode de régression linéaire. La valeur du coefficient de régression obtenue permet d'identifier cela. Les résultats des études montrent que c'est la surface terrière qui donne le meilleur coefficient de régression.

##### 3.1.1.Résultats sur *Acacia mangium*

Valeurs des paramètres estimés, le poids en fonction de la surface terrière :

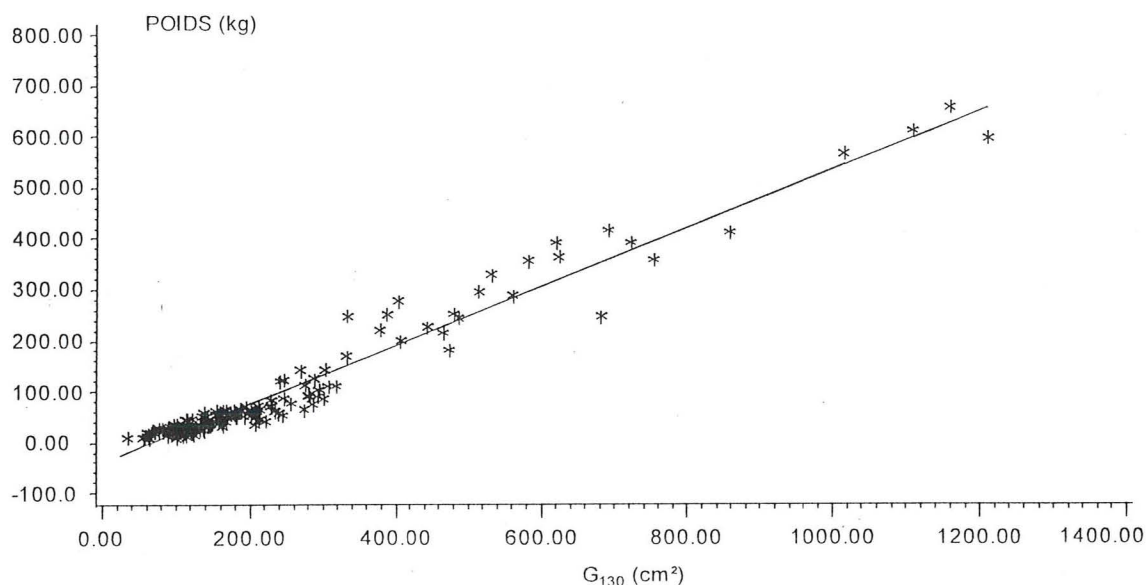
Variable	Paramètres estimés	Ecart-type	SCE	F	Proba
Coefficient constant	-31.33309	2.21261	67453.30	200.5	0.0001
G	0.61853	0.01188	910449.044	2706.7	0.0001

où SCE = somme des carrés des écarts, G = surface terrière, R<sup>2</sup> = coefficient de régression

D'où l'équation de régression :

$$P = -31.33309 + 0.61853 G \text{ avec } R^2 = 0.94025$$

Cette équation a été utilisée pour le calcul de la production du peuplement dans l'essai n°108. Elle est valable pour les valeurs de la surface terrière des peuplements âgés de 42 à 50 mois. Pour le calcul de production à 37 mois, on a repris le modèle déjà élaboré par le projet (Chaix, comm pers).



**Graphie n°1:** Droite de régression du poids (kg) en fonction de la surface terrière (cm<sup>2</sup>)



### 3.1.2. Résultats sur *Acacia auriculiformis*

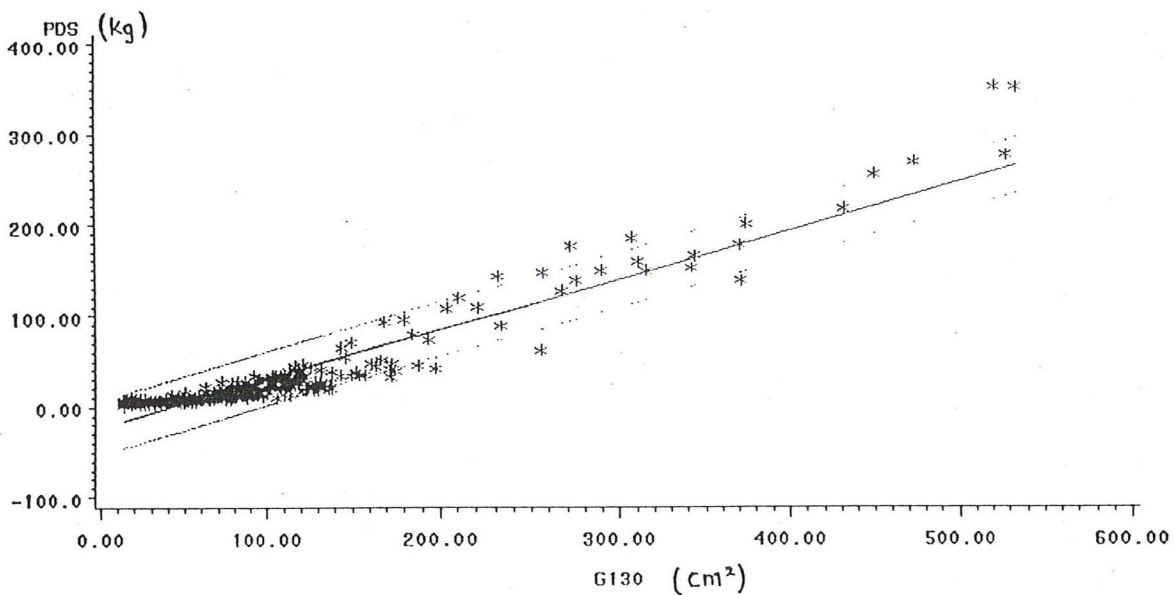
Valeurs des paramètres estimés : Poids en fonction de la surface terrière :

Variable	Paramètres estimés	Ecart-type	SCE	F	Proba
Coefficient constant	-22.63358	1.13922	89775.21	394.7	0.0001
G	0.54095	0.00964	715390.89	3145.4	0.0001

L'équation de régression est donc :

$$P = -22.63358 + 0.54095 G \text{ avec } R^2 = 0.88418$$

Le calcul des poids entre 42 et 59 mois pour le peuplement d'*Acacia auriculiformis* a été réalisé à partir de cette équation. Les valeurs de production à 24 mois sont obtenues à partir des équations de régression déjà étudiées à cet âge (Chaix, comm pers)



Graphe n°2: Droite de régression du poids en fonction de la surface terrière

## 3.2.RESULTATS SUR LA DENSITE DU BOIS

L'étude effectuée au laboratoire du D.R.F.P. a donné les résultats ci-dessous.

Espèces	Densité bois vert ( $D_v$ )	Densité anhydre ( $D_0$ )	Densité à 12% ( $D_{12}$ )
<i>Acacia auriculiformis</i>	0.93	0.53	0.58
<i>Acacia mangium</i>	1.012	0.55	0.59

Ces résultats montrent que les densités entre les deux espèces sont proches à l'état anhydre comme à l'état sec. L'âge des peuplements dans lesquels ont été pris les échantillons peut expliquer les résultats obtenus pour *Acacia mangium* (qui est généralement de densité plus faible). Cette dernière a été analysée à 58 mois tandis que l'*Acacia auriculiformis* à 50 mois.

### \**Acacia auriculiformis*

La densité indiquée par l'étude faite sur cette espèce varie de 0.6 à 0.75 à 10 et 12 ans (Blaser et al, 1993). Par rapport à ces valeurs, le résultat obtenu à Mahela (densité à 12% d'humidité = 0.58) à l'âge de 4 ans est intéressant vue la rapidité de croissance de l'espèce.(en moyenne 13 m de hauteur et autour de 300 cm<sup>2</sup> de surface terrière à l'âge de 4 ans).

### \**Acacia mangium* :

L'étude déjà effectuée sur l'espèce donne comme valeur de densité pour cette espèce de 0.63 à 0.6 (Blaser et al, 1993). Le bois issu de l'essai de Mahela atteint ces valeurs seulement à 4 ans et 10 mois d'âge ce qui laisse préjuger de valeur plus importante avec le vieillissement des pieds. Ce peuplement est donc exploitable à cet âge.

## 3.3.RESULTATS DES ESSAIS D'ACACIA AURICULIFORMIS

Les données analysées portent sur les inventaires réalisés à 11, 24, 42, et 50ème mois. Les provenances testées dans ces essais diffèrent d'un essai à l'autre. Il s'agit des provenances de Papouasie Nouvelle Guinée pour l'essai n°116, d'Australie Territoires du Nord l'essai n°117 et de Queensland d'Australie pour l'essai n°118.

### 3.3.1.Essai n°116 à Mahela

#### 3.3.1.1.Caractères agronomiques

Concernant ces caractères, quatre variables sont étudiées : la hauteur (H), la surface terrière totale (SG), le poids total (SP) et le volume total (VT). Les données disponibles à 11, 24, 42 mois ont été analysées avec celles obtenues par notre inventaire à 50 mois.

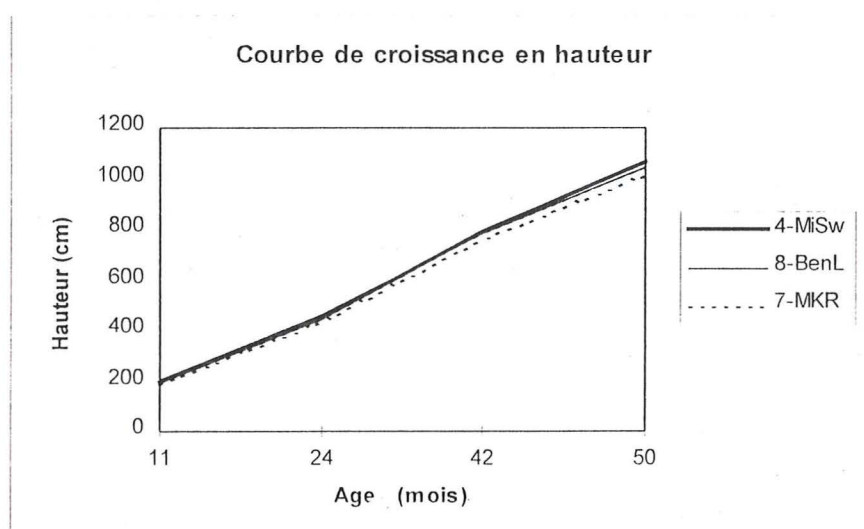
\*- **La hauteur** : Les résultats d'analyse concernant ce caractère sont résumés dans le tableau n°11. Le classement des valeurs moyennes montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les huit provenances testées depuis l'âge de 42 mois pour la hauteur. La variabilité phénotypique est très faible ( $CV_p < 5.5 \%$ ) et sa valeur diminue avec l'âge. Cette diminution peut être due à l'éclaircie. L'analyse a montré aussi que la valeur de l'héritabilité génotypique pour ce caractère baisse avec le temps. La faible variabilité phénotypique du caractère hauteur explique les valeurs d'héritabilité obtenues à 24 et 42 mois.

**Tableau n°11** : Résultats d'analyse des données sur la hauteur de l'essai n°116 (cm)

N°	Provenances	H11	CV	Rg	H24	CV	Rg	H42	CV	Rg	H50	ΔH50	CV	Rg
1	Bula coastal O	200 <sup>cd</sup>	15	6	446 <sup>ab</sup>	12	7	772	8	7	1037	249	9	6
2	Bensbach Balam	209 <sup>bc</sup>	17	4	464 <sup>a</sup>	11	1	813	9	1	1043	250	9	4
3	Morehead	215 <sup>b</sup>	14	2	448 <sup>ab</sup>	12	6	779	10	5	1065	255	7	2
4	Mibini Swamp,	194 <sup>d</sup>	17	7	450 <sup>ab</sup>	12	4	789	8	3	1070	257	10	1
5	Bandaber N of B	209 <sup>bc</sup>	16	3	449 <sup>ab</sup>	12	5	796	11	2	1040	249	8	5
6	Balamuk , WP	228 <sup>a</sup>	16	1	461 <sup>a</sup>	10	2	777	9	6	1020	245	8	7
7	Mai Kussa River	192 <sup>d</sup>	17	8	429 <sup>b</sup>	11	8	761	9	8	1015	243	11	8
8	Bensbach Lodge	206 <sup>bc</sup>	14	5	460 <sup>a</sup>	12	3	787	9	4	1047	251	10	3
	<b>Moyenne</b>	<b>206.6</b>			<b>450.8</b>			<b>784.2</b>			<b>1042.1</b>	<b>249.8</b>		
	<b>CVp</b>	<b>5.5</b>			<b>2.4</b>			<b>1.9</b>						
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.92</b>			<b>0.61</b>			<b>0.32</b>						
	<b>ΔGc</b>	<b>5.0</b>			<b>1.4</b>			<b>0.6</b>						
	<b>ddl</b>	<b>7</b>			<b>7</b>			<b>7</b>						
	<b>Test F</b>	<b>13.45</b>			<b>2.61</b>			<b>1.48</b>						
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>			<b>0.0173</b>			<b>0.185</b>						

N° : numéro d'identification des provenances, H<sub>xx</sub> : Hauteur moyenne par provenance à xx mois (en cm), ΔH<sub>xx</sub> : accroissement moyen annuel de chaque provenance à xx mois (cm/an) : a b c : classement des groupes de provenances, CV : coefficient de variation intraprovenance, CV<sub>p</sub> : coefficient de variation phénotypique, h<sup>2</sup><sub>G</sub> : héritabilité génotypique, ΔG<sub>c</sub> : Gain génotypique conventionnel, R<sub>g</sub> : rang de classement, ddl : degré de liberté, Test F : test de Fisher-Snedecor, Proba : probabilité du test F de Fisher

Au niveau de l'évolution de la croissance : la moyenne générale de la hauteur pour le peuplement est de 10.4 m à 50 mois ce qui correspond à un accroissement moyen annuel de 2.25 à 2.5 m/an. Le graphe ci-dessous illustre la variation de la courbe de croissance en hauteur de quelques provenances représentatives du peuplement.



**Graphe n°3** : Courbe de croissance en hauteur des provenances dans l'essai n°116 à Mahela

Les courbes de croissance sont linéaires jusqu'à l'âge de 42 mois. Les éclaircies effectuées n'apportent donc pas d'effet significatif au niveau de la hauteur. A 42 mois, il y a une légère diminution d'amplitude de la courbe, cela veut dire que l'accroissement annuel en hauteur commence à diminuer pour ce peuplement à partir de cet âge.

**\*- La surface terrière et le poids**

Ces deux caractères sont ici analysés en même temps car ils sont dépendants linéairement. Concernant le poids, l'analyse commence à partir des données de 24 mois.



**Tableau n°12** : Résultats d'analyse des données sur la surface terrière de l'essai n°116 (m<sup>2</sup>/ha)

N°	Provenance	SG11	Cv	Rg	SG24	Cv	Rg	SG42	Cv	Rg	SG50	Cv	Rg
1	Bula coastal O	1.7 <sup>bc</sup>	23	3	3.5 <sup>abc</sup>	15	5	5.5 <sup>bc</sup>	12	5	7.2 <sup>bc</sup>	13	6
2	Bensbach Balam	1.5 <sup>bc</sup>	22	6	3.5 <sup>abc</sup>	17	3	6.1 <sup>ab</sup>	15	4	8.5 <sup>ab</sup>	16	3
3	Morehead	1.6 <sup>bc</sup>	21	4	3.3 <sup>bc</sup>	17	6	5.3 <sup>bc</sup>	14	6	7.3 <sup>bc</sup>	14	5
4	Mibini Swamp,	1.6 <sup>bc</sup>	22	5	3.5 <sup>abc</sup>	17	4	6.5 <sup>ab</sup>	11	2	9.2 <sup>a</sup>	14	2
5	Bandaber N of B	2.1 <sup>a</sup>	23	1	4.3 <sup>a</sup>	19	1	6.9 <sup>a</sup>	17	1	10.0 <sup>a</sup>	19	1
6	Balamuk , WP	1.2 <sup>cd</sup>	19	7	2.8 <sup>c</sup>	19	8	4.9 <sup>c</sup>	14	7	6.3 <sup>c</sup>	13	8
7	Mai Kussa River	1.0 <sup>d</sup>	24	8	2.8 <sup>c</sup>	19	7	4.8 <sup>c</sup>	15	8	6.4 <sup>c</sup>	14	7
8	Benbach Lodge	1.9 <sup>ab</sup>	21	2	3.8 <sup>ab</sup>	17	2	6.3 <sup>ab</sup>	10	3	8.3 <sup>ab</sup>	10	4
	<b>Moyenne</b>	<b>1.5</b>			<b>3.4</b>			<b>5.7</b>			<b>7.9</b>		
	<b>CVp</b>	<b>25.5</b>			<b>13.9</b>			<b>13.0</b>			<b>16.1</b>		
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.90</b>			<b>0.80</b>			<b>0.80</b>			<b>0.86</b>		
	<b>ΔGc</b>	<b>22.9</b>			<b>11.1</b>			<b>10.4</b>			<b>13.8</b>		
	<b>ddl</b>	<b>7</b>			<b>7</b>			<b>7</b>			<b>7</b>		
	<b>Test F</b>	<b>10.77</b>			<b>5.03</b>			<b>5.20</b>			<b>7.36</b>		
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>		

SGxx: surface terrière totale par provenance à xx mois exprimé en m<sup>2</sup>/ha

**Tableau n°13** : Résultats d'analyse de la production en poids de bois de l'essai n°116 (tonne/ha)

N°	Provenance	SP24	CV	Rg	SP42	Cv	Rg	SP50	Cv	Rg
1	Bula coastal O	6.4 <sup>abc</sup>	16	5	21.0 <sup>bc</sup>	20	5	29.9 <sup>bc</sup>	20	6
2	Bensbach Balam	6.5 <sup>abc</sup>	17	4	24.4 <sup>ab</sup>	22	4	37.0 <sup>ab</sup>	22	3
3	Morehead	6.1 <sup>bc</sup>	18	6	20.0 <sup>bc</sup>	19	6	30.8 <sup>bc</sup>	18	5
4	Mibini Swamp,	6.5 <sup>abc</sup>	19	3	26.2 <sup>ab</sup>	16	2	41.1 <sup>a</sup>	18	2
5	Bandaber N of B	7.9 <sup>a</sup>	19	1	27.8 <sup>a</sup>	21	1	44.3 <sup>a</sup>	23	1
6	Balamuk , WP	5.2 <sup>c</sup>	19	8	17.5 <sup>c</sup>	20	7	25.5 <sup>c</sup>	18	8
7	Mai Kussa River	5.3 <sup>c</sup>	19	7	17.3 <sup>c</sup>	22	8	26.0 <sup>c</sup>	19	7
8	Benbach Lodge	7.1 <sup>ab</sup>	17	2	25.2 <sup>ab</sup>	14	3	36.0 <sup>ab</sup>	13	4
	<b>Moyenne</b>	<b>6.4</b>			<b>22.4</b>			<b>33.8</b>		
	<b>CVp</b>	<b>12.8</b>			<b>17.3</b>			<b>19.9</b>		
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.79</b>			<b>0.82</b>			<b>0.87</b>		
	<b>ΔGc</b>	<b>10.1</b>			<b>14.1</b>			<b>17.3</b>		
	<b>ddl</b>	<b>7</b>			<b>7</b>			<b>7</b>		
	<b>Test F</b>	<b>4.92</b>			<b>5.72</b>			<b>7.87</b>		
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>		

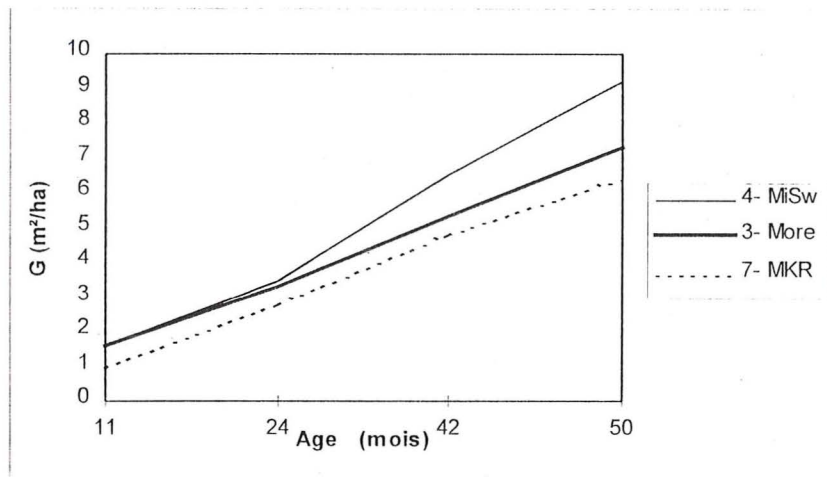
SPxx : poids total par provenance à xx mois exprimé en tonnes/ha

Le classement des valeurs moyennes pour la surface terrière donnent trois groupes de provenances. Les deux provenances (6) Balamuk et (7) Mai Kussa River constituent le groupe le moins performant avec une surface terrière de 6.4 m<sup>2</sup>/ha et 26 t/ha à l'âge de 50 mois tandis que les provenances (4) Mibini Swamp et (5) Badanber N of Bula ont la tête du classement des provenances depuis l'âge de 42 mois. Ces provenances présentent des valeurs respectives de 10 m<sup>2</sup>/ha, 44.3 t/ha à l'âge de 50 mois.

Pour le caractère poids, les valeurs varient de 6.4 à 33.8 t/ha ce qui correspond à un accroissement moyen annuel 9.6 t/ha/an. Ce peuplement arrive donc à produire 19.2 t/ha de biomasse ligneuse au cours de deux ans.

Concernant les paramètres génétiques, le coefficient de variation phénotypique est variable pour la surface terrière, il est très élevé à 11 mois (CVp=21.2 %) et devient moyen à 42 mois et augmente légèrement à 50 mois. Le poids présente des coefficients de variation phénotypiques élevés qui augmentent avec le temps (entre 24 et 50 mois). En général, la valeur de la variabilité intraprovenances ne s'éloigne pas trop de la variabilité interprovenances au 50ème mois. L'analyse montre que l'héritabilité génotypique est élevée (h<sup>2</sup>g >0.80) de 11 à 50 mois. La sélection basée sur

ces caractères permet d'espérer des gains génotypiques conventionnels entre 9.4 et 22.9 %. L'évolution de la croissance en surface terrière est illustrée dans le graphe n°4.



**Graphe n°4** : Courbe de croissance en surface terrière des groupes de provenances dans l'essai n°116

Depuis le 11ème mois jusqu'à 50 mois, la provenance (7) Mai Kussa River (appartenant au groupe des provenances moins performantes) reste toujours inférieure aux deux autres et son accroissement est linéaire. Pour (4) Mibini Swamp représentative du groupe des meilleures provenances, il y a une augmentation de la pente de la courbe à partir du 24ème mois. L'éclaircie entre 24 et 42 mois peut expliquer cette variation pour ce groupe, mais pour les deux autres groupes, les courbes restant linéaires indiquent que ces travaux d'éclaircie n'ont pas apporté d'effet sur l'accroissement de leur surface terrière.

**Les gains obtenus lors des éclaircies** effectuées dans cet essai figurent dans le tableau n°15 (Le taux de sélection des éclaircies par essai est présenté dans l'annexe n°8)

**Tableau n°14** : Résultats d'analyse des gains obtenus à chaque éclaircie dans l'essai n°116

N°	Provenance	gH(11-24)	gG(11-24)	gH(24-42)	gG(24-42)	GP(24-42)
1	Bula coastal Orov	-0.4	-1.5	3.7	15.5	14.5
2	Bensbach Balamuk	-0.2	1.1	1.5	13.4	12.5
3	Morehead,	0	5.2	1.2	13.2	12.3
4	Mibini Swamp	0.5	1.7	2.6	14.3	13.4
5	Bandaber N of Bula	0.3	0	2.0	14.0	14.1
6	Balamuk	-0.1	1.5	2.0	22.0	20.3
7	Mai Kussa River	0.8	-3.1	3.3	15.6	14.4
8	Benbach Lodge	19.7	-2.1	19.2	12.6	11.8
	<b>Moyenne</b>	<b>2.9</b>	<b>0.4</b>	<b>4.4</b>	<b>15</b>	<b>14.1</b>
	$\Delta P$	<b>0.21</b>	<b>0.24</b>	<b>2.3</b>	<b>14.8</b>	<b>14.0</b>
	$\Delta G$	<b>0.19</b>	<b>0.19</b>	<b>1.4</b>	<b>12.1</b>	<b>11.0</b>
	<b>i</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>	<b>0.95</b>	<b>1.20</b>	<b>1.09</b>
	<b>ddl</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Test F</b>	<b>0.07</b>	<b>0.02</b>	<b>10.29</b>	<b>35.26</b>	<b>36.14</b>
	<b>Proba</b>	<b>0.7843</b>	<b>0.887</b>	<b>0.0014</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>

**gH(xx-yy)** : Gain phénotypique en hauteur obtenu entre xx et yy mois (exprimé en %), **gG(xx-yy)** : Gain phénotypique en surface terrière obtenu entre xx et yy mois (exprimé en %), **gP(xx-yy)** : Gain phénotypique en poids obtenu entre xx et yy mois (exprimé en %),  $\Delta P$  : gain phénotypique,  $\Delta G$  : gain génotypique, **i** : différentielle de sélection

Deux éclaircies ont été effectuées sur cet essai. Le résultat de la première éclaircie (conforme à l'éclaircie sanitaire) qui consistait à enlever 8 arbres par parcelle parmi les 16 n'a pas apporté de gain significatif sur les caractères de croissance. Au niveau de la deuxième éclaircie qui consistait à enlever 4 arbres par parcelle sur les huit restants, le gain phénotypique obtenu est de 14.8 % pour la surface terrière et 14 % sur le poids. Ces gains correspondent à la sélection de 28 % des meilleurs arbres si on considère le caractère surface terrière et équivalent à l'enlèvement de 66 % des mauvais arbres si le poids est le facteur considéré (cf annexe n°9 : Table de différentielle de sélection)

**\* - Le Volume :**

L'étude de la production en volume correspond à nos dernières mesures (à 50 mois). Le tableau n°14 montre les résultats d'analyse de ce caractère. Ces résultats d'analyses confirme le mauvais comportement de la provenance (7) Mai Kussa River. Les autres qui sont considérées comme meilleurs ne sont pas très différentes au niveau de ce volume. La variabilité interprovenances est moyenne pour ce caractère avec une valeur de CVp = 13.4% et l'héritabilité génotypique est peu élevée. Pour le peuplement en général, la production en volume tourne autour de 36.6 m<sup>3</sup>/ha ce qui correspond à un accroissement moyen annuel de 8.7 m<sup>3</sup>/ha/an.

**Tableau n°15 :** Résultats d'analyse de production en volume de l'essai n°116 (m<sup>3</sup>/ha)

N°	Provenances	VT50	ΔV50	CV	Rg
1	Bula coastal O	34.7 <sup>ab</sup>	8.3	39	6
2	Bensbach Balam	38 <sup>ab</sup>	9.1	29	4
3	Morehead	38.5 <sup>ab</sup>	9.2	44	3
4	Mibini Swamp,	41.6 <sup>a</sup>	9.9	38	2
5	Bandaber N of B	41.9 <sup>a</sup>	10	37	1
6	Balamuk , WP	31.3 <sup>ab</sup>	7.5	27	7
7	Mai Kussa River	28.4 <sup>b</sup>	6.5	41	8
8	Benbach Lodge	37.9 <sup>ab</sup>	9.1	32	5
	<b>Moyenne</b>	<b>36.6</b>	<b>8.7</b>		
	<b>CVp</b>	<b>13.4</b>			
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.67</b>			
	<b>ΔGc</b>	<b>8.9</b>			
	<b>ddl</b>	<b>7</b>			
	<b>Test F</b>	<b>3.06</b>			
	<b>Proba</b>	<b>0.0064</b>			

VT50 : volume total par provenance à 50 mois exprimé en m<sup>3</sup>/ha  
 ΔV50 : accroissement moyen annuel en volume à 50 mois exprimé en m<sup>3</sup>/ha/an

**\* - La productivité :**

Pour le calcul de cette productivité, nous avons considéré les produits sur pieds et les produits d'éclaircie pour le caractère surface terrière et poids. Pour ce peuplement, elle est résumée dans le tableau n°16 ci-dessous.

**Tableau n°16 :** Production totale de l'essai n°116 en fonction de l'âge

AGE (mois)	11	24	42	50
<b>Production :</b>				
- Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	1.8	4.6	8.1	10.4
- Poids (tonnes/ha)		6.8	27.6	40.0
- Volume (m <sup>3</sup> /ha)				36.6
<b>Productivité :</b>				
- Poids (tonnes/ha/an)		3.4	7.8	9.6
- Volume (m <sup>3</sup> /ha/an)				8.8



La production totale du peuplement entre 24 et 50 mois augmente de 33.2 t/ha en terme de poids. Cette différence est obtenue par l'accroissement annuel passant de 3.4 à 9.6 t/ha/an. Cela signifie que cette espèce est en pleine croissance pour cette période. Concernant le volume, la productivité tourne autour de 8.8 m<sup>3</sup>/ha/an à 50 mois.

### 3.3.1.2. Les caractères de forme

L'analyse est ici basée sur les caractères nombre de brins et pourcentage des brins fourchus. Le tableau ci-dessous illustre les résultats d'analyse de ces deux caractères de forme.

Pour le nombre de brins, le classement obtenu donne quatre groupes de provenances dont la provenance (5) Bandaber N of Bula présente le plus grand nombre de brins (Nb = 4.7), viennent ensuite les provenances (8), (1), (4), (3) et la provenance (6) Balamuk qui ne présente que 2.8 brins en moyenne.

Le résultat du test de Fisher Snedecor pour le caractère de fourchaison indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les huit provenances testées. Mais en moyenne, pour toutes les provenances, 16.6 % des brins de chaque arbre sont fourchus.

**Tableau n°17 :** Résultats d'analyse des données sur les caractères de forme de l'essai n°116

N°	Provenances	Nb50	Rg	PBF50	Rg
1	Bula coastal O	4.0 <sup>bc</sup>	3	11	8
2	Bensbach Balam	3.4 <sup>cd</sup>	6	20	3
3	Morehead	3.6 <sup>bc</sup>	5	15	5
4	Mibini Swamp,	3.8 <sup>bc</sup>	4	21	1
5	Bandaber N of B	4.7 <sup>a</sup>	1	13	7
6	Balamuk , WP	2.8 <sup>d</sup>	8	15	6
7	Mai Kussa River	3.3 <sup>cd</sup>	7	20	2
8	Benbach Lodge	4.1 <sup>b</sup>	2	16	4
	<b>X</b>	<b>3.7</b>		<b>16.6</b>	
	<b>CVp</b>	<b>15.0</b>		<b>22.3</b>	
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.90</b>		-	
	<b>ΔGc</b>	<b>13.5</b>		-	
	<b>ddl</b>	<b>7</b>		<b>7</b>	
	<b>Test F</b>	<b>10.25</b>		<b>0.81</b>	
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>		<b>0.5846</b>	

Nb50 : nombre moyenne des brins par provenance à 50 mois, PBF50 : pourcentage des brins fourchus par provenance à l'âge de 50 mois

La variabilité interprovenances est élevée au niveau du nombre des brins (CVp = 15%) et très élevée pour la fourchaison (CVp = 22.3%). L'héritabilité génotypique du nombre de brins est très élevé. (0.90 à 50 mois). La variabilité génotypique élevée (CVp=15%) du caractère nombre de brins permet d'envisager un gain génotypique conventionnel de 13.5% en sélection basée sur ce caractère.

### 3.3.1.3. Les caractères de reproduction

L'analyse est ici basée sur l'étude de la floraison des arbres et leur fructification de l'année précédente. Le but c'est de connaître le niveau de production en tant que verger à graines.

Pour les caractères floraison et fructification, le test  $\chi^2$  de Pearson a montré la dépendance de la floraison avec les provenances. Parmi les huit provenances étudiées, Morehead (3) et Balamuk (6) ne présente que 15 à 25 % d'arbres en fleur à l'âge de 50 mois. Par contre, 71 à 73 % des arbres ont fleuri pour les provenances (1) Bula Coastal Orov et (2) Bensbach Balamuk. La moyenne générale de fructification 28% indique le taux de fructification de ce peuplement l'année dernière. Cela signifie que la majorité des arbres ne fructifient qu'à partir de 4 ans. (6) Balamuk, (4) Mibini Swamp et (3) Morehead ont des taux de fructification respectifs de : 8 %, 9 %, 12 %. Le tableau ci-dessous montre les résultats d'analyse des caractères de reproduction.

**Tableau n°18** : Résultats d'analyse des données sur la floraison et fructification de l'essai n°116

N°	Provenance	Fl50(%)	Fr(%)
1	Bula coastal Orov	71	54
2	Bensbach Balamuk	73	46
3	Morehead,	15	12
4	Mibini Swamp	36	9
5	Bandaber N of Bula	53	29
6	Balamuk	25	8
7	Mai Kussa River	46	25
8	Benbach Lodge	65	38
	<b>Moyenne</b>	<b>48.5</b>	<b>28.0</b>
	<b>Ddl</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
	<b>Test <math>\chi^2</math></b>	<b>65.2</b>	<b>53.3</b>
	<b>Proba</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>

Fl50 : Pourcentage des arbres en fleur par provenance à 50 mois

FR50 : % des arbres présentant des fruits par provenance à 50 mois.

### 3.3.1.4. Corrélations des caractères

L'étude de corrélation des caractères concernant les caractères contemporains (mesurés à 50 mois).

rp	H50	G50	P50	Nb50	PBF
H50	1.000 (0.000)				
G50	0.424*** (0.0001)	1.000 (0.000)			
P50	0.424*** (0.0001)	1.000 (0.000)	1.000 (0.000)		
Nb50	0.018 (0.077)	0.554*** (0.0001)	0.554*** (0.0001)	1.000 (0.000)	
PBF	0.162* (0.014)	0.041 (0.536)	0.041 (0.536)	-0.363*** (0.0001)	1.000 (0.000)

Les coefficients de corrélation phénotypique entre les caractères de croissance présentent des valeurs significatives ( $rp = 0.42$  au risque de  $10/100$ ). Plus l'arbre est grand plus sa surface terrière est importante. De même, la surface terrière et le poids sont bien corrélés avec le nombre des brins. Cela explique que les provenances portant plusieurs tiges ont une production plus importante. On pourrait baser la sélection sur le nombre de brins selon le but de production. D'autre part le nombre de brins et le pourcentage des brins fourchus sont corrélés négativement. Les arbres qui ont plusieurs brins présentent un faible pourcentage de brins fourchus.

### 3.3.1.5. Conclusion sur l'essai n°116

D'après l'analyse de ces différents caractères, on peut tirer pour cet essai n°116, au niveau des caractères agronomiques, que la surface terrière présente beaucoup plus d'intérêt vue sa variabilité et son héritabilité élevées. Elle constitue un bon critère de sélection pour ce peuplement La hauteur ne présente pas de différence significative au-delà de 24 mois. Cela est justifié par la valeur de gain génotypique conventionnel espéré pour ce caractère. Parmi les provenances testées, (4) Mibini Swamp et (5) Badanber N of Bula présentent les meilleures performances en production (surface terrière, poids et volume).

Au niveau des éclaircies effectuées, les gains phénotypiques obtenus pendant la deuxième éclaircie (entre 24 et 42 mois) montrent la sévérité de la sélection. Cette éclaircie a apporté des effets bénéfiques sur l'évolution de la croissance du groupe de meilleures provenances dans cet essai.

Concernant les caractères de forme, c'est le nombre des brins qui présente un coefficient de variation élevé et de valeur d'héritabilité significative. Il peut être donc considéré parmi les critères de sélection mais cela dépend du but de production. Le nombre de brins varie de 3 à 5 dans l'essai. Il est aussi corrélé positivement avec les caractères de production (surface terrière et poids).

Le taux de floraison dans ce verger indique que près de 50% des arbres d'entre eux ne se reproduisent pas encore.

Concernant la production, le volume de bois obtenu à l'âge de 50 mois atteint 36.6 m<sup>3</sup>/ha pour ce peuplement. Cette valeur correspond à une productivité de 8.8 m<sup>3</sup>/ha/an (densité = 396 arbres/ha).

### 3.3.2. Essai n° 117 à Mahela

Cet essai diffère de l'essai n°116 par le nombre et l'origine des provenances testées (Quatre provenances d'Australie Territoires du Nord). L'analyse repose sur les mêmes caractères.

#### 3.3.2.1. Les caractères agronomiques

\*- La hauteur

**Tableau n°19** : Résultats d'analyse des données sur la hauteur de l'essai n°117 (cm)

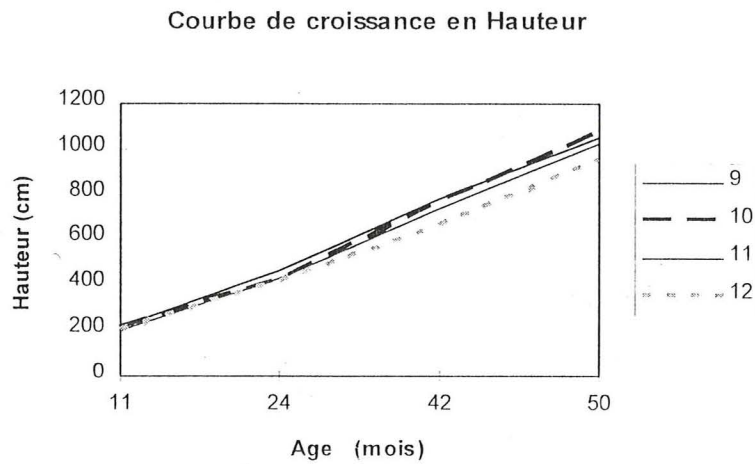
N°	Provenances	H11	CV	Rg	H24	CV	Rg	H42	CV	Rg	H50	ΔH50	CV	Rg
9	Noogoo Swamp	203 <sup>b</sup>	17	4	433 <sup>b</sup>	10	2	734 <sup>ab</sup>	10	3	1029 <sup>ab</sup>	247 <sup>ab</sup>	12	3
10	Manton River	217 <sup>ab</sup>	17	2	425 <sup>b</sup>	13	3	770 <sup>a</sup>	10	2	1078 <sup>a</sup>	258 <sup>a</sup>	10	1
11	Douglas River	222 <sup>a</sup>	16	1	461 <sup>a</sup>	13	4	779 <sup>a</sup>	11	3	1047 <sup>ab</sup>	251 <sup>ab</sup>	12	2
12	Goodmadeer Riv	209 <sup>ab</sup>	16	3	422 <sup>b</sup>	9	5	670 <sup>b</sup>	9	4	953 <sup>b</sup>	229 <sup>b</sup>	12	4
	<b>Moyenne</b>	<b>212</b>			<b>435</b>			<b>738</b>			<b>1026</b>	<b>246</b>		
	<b>CVp</b>	<b>3.8</b>			<b>4.0</b>			<b>4.9</b>			<b>5.1</b>			
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.70</b>			<b>0.77</b>			<b>0.83</b>			<b>0.69</b>			
	<b>ΔGc</b>	<b>2.6</b>			<b>3.0</b>			<b>4.0</b>			<b>3.5</b>			
	<b>ddl</b>	<b>3</b>			<b>3</b>			<b>3</b>			<b>3</b>			
	<b>Test F</b>	<b>3.44</b>			<b>4.39</b>			<b>6.04</b>			<b>3.33</b>			
	<b>Proba</b>	<b>0.026</b>			<b>0.0093</b>			<b>0.0018</b>			<b>0.0295</b>			

Deux groupes de provenances se distinguent dont les meilleures (9) Noogoo Swamp (10) Manton River (11) Douglas River avec une hauteur moyenne autour de 10.5m à 50 mois.

Les résultats d'analyse montrent que le coefficient de variation phénotypique augmente au cours du temps mais reste toujours très faible (CVp = 3.8 à 5.1 %). Les valeurs de h<sup>2</sup>G obtenues indiquent que ce caractère est moyennement héritable génétiquement.

La hauteur du peuplement passe entre 11 et 50 mois de 2.1 à 10.2 m. L'accroissement annuel est de 2.4 m/an. Les courbes de croissance ci-dessous illustrent cette absence de variation. Après 24 mois, il y a une légère augmentation de l'amplitude de la courbe qui est due à l'effet de la première éclaircie. La croissance est linéaire de 24 jusqu'à 50 mois pour toutes les provenances. L'effet de la deuxième éclaircie est donc homogène sur les quatre provenances testées.





**Graphique n°5 :** Courbe de croissance en hauteur des provenances testées dans l'essai n°117 à Mahela

**\*- La surface terrière et le poids**

**Tableau n°20 :** Résultats d'analyse des données sur la surface terrière de l'essai n°117 (m<sup>2</sup>/ha)

N°	Provenances	SG11	Cv	Rg	SG24	Cv	Rg	SG42	Cv	Rg	SG50	Cv	Rg
9	Noogoo Swamp, K	1.7	16	3	3.3 <sup>ab</sup>	18	2	4.8	22	3	9.1	23	2
10	Manton River	1.6	17	4	3.0 <sup>b</sup>	17	3	5.3	25	1	8.9	24	3
11	Douglas River	1.8	17	1	3.9 <sup>a</sup>	20	1	5.3	28	2	9.1	28	1
12	Goodmadeer River	1.8	16	2	2.9 <sup>b</sup>	17	4	4.5	26	4	7.5	26	4
<b>Moyenne</b>		<b>1.7</b>			<b>3.3</b>			<b>4.9</b>			<b>8.6</b>		
<b>CVp</b>		<b>6.0</b>			<b>13.1</b>			<b>7.8</b>			<b>8.5</b>		
<b>h<sup>2</sup>g</b>		<b>0.05</b>			<b>0.77</b>			<b>0</b>			<b>0.27</b>		
<b>ΔGc</b>		<b>0.3</b>			<b>10.0</b>			<b>0</b>			<b>2.2</b>		
<b>ddl</b>		<b>3</b>			<b>3</b>			<b>3</b>			<b>3</b>		
<b>Test F</b>		<b>1.06</b>			<b>4.37</b>			<b>0.99</b>			<b>1.37</b>		
<b>Proba</b>		<b>0.3766</b>			<b>0.0096</b>			<b>0.4083</b>			<b>0.2665</b>		

**Tableau n°21:** Résultats d'analyse de production en poids de l'essai n°117 (tonne/ha)

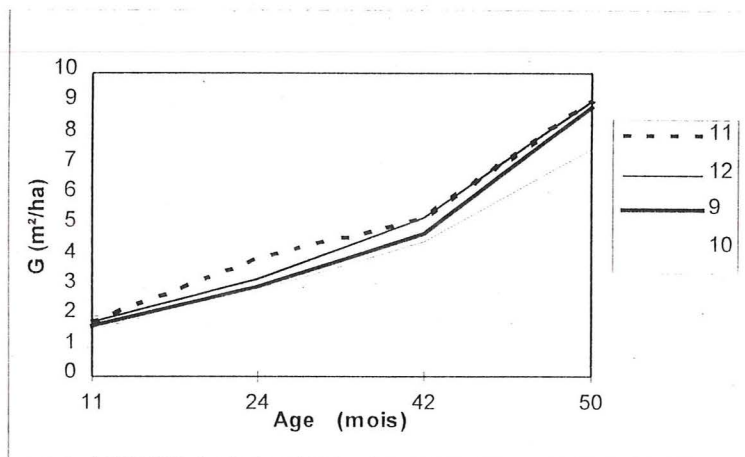
N°	Provenances	SP24	CV	Rg	SP42	CV	Rg	SP50	CV	Rg
9	Noogoo Swamp, K	5.7	15	2	17.1	42	3	40.2	30	2
10	Manton River	5.5	14	3	19.6	43	1	39.2	35	3
11	Douglas River	6.6	18	1	19.6	50	2	40.2	38	1
12	Goodmadeer River	5.4	14	4	15.3	48	4	31.9	37	4
<b>Moyenne</b>		<b>5.8</b>			<b>17.9</b>			<b>37.9</b>		
<b>CVp</b>		<b>2.4</b>			<b>11.6</b>			<b>10.4</b>		
<b>h<sup>2</sup>g</b>		<b>0.60</b>			<b>0</b>			<b>0.27</b>		
<b>ΔGc</b>		<b>1.44</b>			<b>0</b>			<b>2.8</b>		
<b>ddl</b>		<b>3</b>			<b>3</b>			<b>3</b>		
<b>Test F</b>		<b>2.55</b>			<b>0.99</b>			<b>1.37</b>		
<b>Proba</b>		<b>0.0693</b>			<b>0.4083</b>			<b>0.2665</b>		

Pour le classement des provenances, les résultats à 50 mois montrent qu'il n'y a des différences significatives entre les provenances qu'à 24 mois. Les moyennes sur l'essai pour la

surface terrière et le poids sont respectivement 8.6 m<sup>2</sup>/ha et 37.4 t/ha à l'âge de 50 mois. On constate au niveau des paramètres génétiques que la variabilité intraprovenance pour ces caractères est toujours supérieure à la variabilité interprovenances. La sélection intraprovenance est donc justifiée dans cet essai. L'héritabilité génotypique de ces deux caractères est très faible. Cela est dû à la valeur du coefficient de variation résiduel très élevé.

**Au niveau des blocs ayant des bordures** (Blocs n° 8, 9, 11, 12, 13, 14, voir annexe n°10) des différences significatives sont observées sur la surface terrière entre les quatre provenances testées. La présence de bordure entraîne des changements au niveau de la croissance des arbres de chaque provenance, elle augmente la précision de l'essai. Le classement indique donc deux groupes de provenances dont la meilleure Noogoo Swamp. Des changements sont vus au niveau de la moyenne (diminution) et de la variabilité (augmentation de la CVp dans ces blocs).

Concernant l'évolution de la croissance en surface terrière, les valeurs moyennes passent de 1.7 à 8.6 m<sup>2</sup>/ha entre 11 et 50 mois. Elles correspondent aux accroissements moyens annuels de 1.8 et 2 m<sup>2</sup>/ha/an. Le graphe n°6 indique l'évolution de la croissance pour ces quatre provenances.



**Graphe n°6** : Courbe de croissance en surface terrière des provenances testées dans l'essai n°117

La courbe de croissance en surface terrière nous montre que cette population est en pleine croissance entre 24 et 50 mois. Elle a une tendance à former deux groupes de provenances à partir de 50 mois. La grande variation de la courbe à partir de 42 mois peut être expliquée aussi par l'effet de la deuxième éclaircie effectuée.

Les résultats sur les gains phénotypiques pour chaque éclaircie sont présentés dans le tableau ci dessous.

**Tableau n°22** : Résultats d'analyse des gains à chaque éclaircie

N°	Provenance	gH(11-24)	gG(11-24)	gH(24-42)	gG(24-42)
9	Noogoo Swamp, King	0.7	-3.3	3.3	14.6
10	Manton River	-0.1	-1.3	3.6	19.5
11	Douglas River	0.0	0.8	4.0	13.2
12	Goodmadeer River	-0.2	0.6	2.8	14.5
	<b>Moyenne</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.8</b>	<b>3.4</b>	<b>15.4</b>
	<b>ΔP</b>	<b>0.0</b>	<b>-0.6</b>	<b>3.4</b>	<b>15.2</b>
	<b>ΔG</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>2.7</b>	<b>12.7</b>
	<b>i</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.1</b>	<b>1.1</b>
	<b>ddl</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Test F</b>	<b>0.01</b>	<b>0.08</b>	<b>7.30</b>	<b>13.84</b>
	<b>Proba</b>	<b>0.9545</b>	<b>0.7794</b>	<b>0.0071</b>	<b>0.0002</b>

La première éclaircie est une éclaircie sanitaire, elle n'apporte pas de gain sur les caractères de croissance. La deuxième éclaircie qui consistait à enlever 4 arbres parmi les 8 arbres restants par parcelle a permis de donner des gains phénotypiques beaucoup plus importants en surface terrière vis à vis du poids et de la hauteur  $\Delta P(H) = 3.4 \%$ ,  $\Delta P(G) = 15.2 \%$  et  $\Delta P(P) = 8.3 \%$ . Ce gain obtenu en surface terrière correspond à la sélection de 33% de meilleurs arbres dans le peuplement ce qui montre que la sélection était ici efficace.

#### \*- Le volume

L'analyse de la production en volume de cet essai a été réalisée à partir des données de notre mesure. Il n'y a pas de différence significative entre les valeurs moyennes obtenues des provenances. La production en volume tourne autour de  $39.3 \text{ m}^3/\text{ha}$  pour le peuplement à 50 mois.

**Tableau n°23** : Résultats d'analyse de la production en volume de l'essai n°117 ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )

N°	Provenances	VT50	$\Delta V50$	CV	Rg
9	Noogoo Swamp, K	40.8	9.8	31	3
10	Manton River	41.3	9.9	31	2
11	Douglas River	43	10.3	46	1
12	Goodmadeer River	32.2	7.7	42	4
	<b>Moyenne</b>	<b>39.3</b>	<b>9.4</b>		
	CVp	12.2			
	$h^2g$	0.34			
	$\Delta Gc$	4.1			
	ddl	3			
	Test F	1.53			
	Proba	0.2218			

#### \*- La productivité du peuplement

La production totale en poids du peuplement va de  $20.8 \text{ t/ha}$  à  $40.8 \text{ t/ha}$  en huit mois (entre 42 et 50 mois), ce qui correspond à une productivité de  $5.9$  à  $9.7 \text{ t/ha/an}$ . Ces résultats illustrent la capacité de croissance de l'espèce. Le volume estimé (volume sur pieds) à  $39.3 \text{ m}^3/\text{ha}$  diffère peu de la production de l'essai n°116.

**Tableau n°24** : Production totale de l'essai n°117 en fonction de l'âge

	AGES (mois)	11	24	42	50
<b>Production totale :</b>	- Surface terrière ( $\text{m}^2/\text{ha}$ )	1.8	4.1	6.6	10.2
	- Poids (tonnes/ha)		5.8	20.8	40.8
	- Volume ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )				39.3
<b>Productivité :</b>	- Poids (tonnes/ha/an)	1.9	2.9	5.9	9.7
	- Volume ( $\text{m}^3/\text{ha/an}$ )				9.4

#### 3.3.2.2. Les caractères de forme

Le test de Fisher n'a pas mis en évidence de différences significatives sur le caractère nombre des brins. Mais en moyenne, le nombre de brins par arbre pour ces quatre provenances est de 5. L'analyse de variance sur le pourcentage de brins fourchus montre qu'il n'y a pas de différences entre les traitements. La moyenne générale des brins fourchus est de  $8.7 \%$  pour chaque arbre. Les provenances présentent peu de brins fourchus. Le  $h^2G$  pour les caractères nombre de brins et pourcentage des arbres fourchus indique des valeurs faibles. Ce sont les valeurs du coefficient de variation résiduel qui expliquent cette absence de signification ( $CV_r = 81\%$ )



**Tableau n°25** : Résultats d'analyse des données sur les caractères de formes de l'essai n°117

N°	Provenances	Nb	Rg	PBF	Rg
9	Noogoo Swamp, K	5	1	12	1
10	Manton River	4	4	8	2
11	Douglas River	5	2	7	3
12	Goodmadeer River	5	3	6	4
	<b>Moyenne</b>	<b>4.9</b>		<b>8.7</b>	
	<b>CVp</b>	<b>6.5</b>		<b>30.2</b>	
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.53</b>		<b>0.47</b>	
	<b>ΔGc</b>	<b>3.4</b>		<b>14.1</b>	
	<b>ddl</b>	<b>3</b>		<b>3</b>	
	<b>Test F</b>	<b>2.15</b>		<b>1.91</b>	
	<b>Proba</b>	<b>0.1094</b>		<b>0.1440</b>	

### 3.3.2.3. Les caractères de reproduction

**Tableau n°26** : Résultats d'analyse des données sur la floraison et fructification de l'essai n°117

N°	Provenance	F150	Fr50
9	Noogoo Swamp, King creek	84	30
10	Manton River	87	30
11	Douglas River	84	36
12	Goodmadeer River	75	21
	<b>Moyenne</b>	<b>82.5</b>	<b>29.4</b>
	<b>Ddl</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
	<b>Test <math>\chi^2</math></b>	<b>3.32</b>	<b>2.83</b>
	<b>Proba</b>	<b>0.345</b>	<b>0.418</b>

Concernant ces caractères de reproduction, le test  $\chi^2$  de Pearson effectué permet de dire qu'il n'y a pas de variation des taux de floraison entre les provenances. Le taux de floraison des arbres dans ce verger atteint 82.5% à l'âge de 50 mois. Il n'y a donc que 11.8% des arbres qui ne se reproduisent pas encore à cet âge. Le taux de fructification de l'année précédente 29.4% signifie que la majorité des arbres de ces provenances ne fleurit qu'à partir quatre ans.

### 3.3.2.4. Corrélations des caractères

rp	H50	G50	P50	Nb50	PBF
H50	1.000 (0.000)				
G50	0.471*** (0.0001)	1.000 (0.000)			
P50	0.471*** (0.0001)	1.000 (0.000)	1.000 (0.000)		
Nb50	-0.198* (0.026)	0.391*** (0.0001)	0.391*** (0.0001)	1.000 (0.000)	
PBF	0.180* (0.043)	0.092 (0.306)	0.092 (0.306)	-0.303*** (0.0006)	1.000 (0.000)

L'analyse de corrélation de tous les caractères contemporains (à 50 mois seulement) permet de déduire qu'il y a une bonne corrélation entre les caractères de croissance. Le coefficient de corrélation est de 0.471 (au risque de 1°/∞) entre hauteur - surface terrière et hauteur - poids. On peut baser la sélection sur l'un ou l'autre caractère. Des corrélations négatives significatives s'observent

entre le pourcentage des brins fourchus et le nombre des brins. Les arbres ayant plusieurs brins présentent moins de brins fourchus (en terme de pourcentage).

### **3.3.2.5. Conclusion sur l'essai n°117**

Les provenances testées dans l'essai n°117 ne présentent pas de différence significative au niveau des caractères agronomiques. C'est au niveau des blocs ayant des bordures (Blocs : 8, 9, 11, 12, 13, 14) qu'on observe des différences significatives sur le caractère surface terrière. On a plus de variabilité due au génotype dans ces blocs. L'éclaircie effectuée entre 24 et 42 mois a apporté des gains sur la croissance des arbres de chaque provenance si la surface terrière est la variable considérée.

Pour les caractères de forme, ces provenances présentent plus de brins ( $Nb = 4.9$ ) par rapport à l'essai n°116 mais moins de brins fourchus ( $PBF = 8.7\%$ ).

Ces provenances commencent à fleurir vers la troisième année de la plantation et atteignent le taux de 82.5% vers la quatrième année. En tant que verger à graines, ce taux de 82.5% est suffisant pour dire que le verger est productif. On peut donc estimer que la reproduction permet de se rapprocher de la panmixie.

### 3.3.3. Essai n° 118 à Mahela

#### 3.3.3.1. Les caractères agronomiques

L'analyse repose sur les mêmes caractères les essais précédents : Hauteur, Surface terrière, Poids et Volume.

##### \*- La hauteur

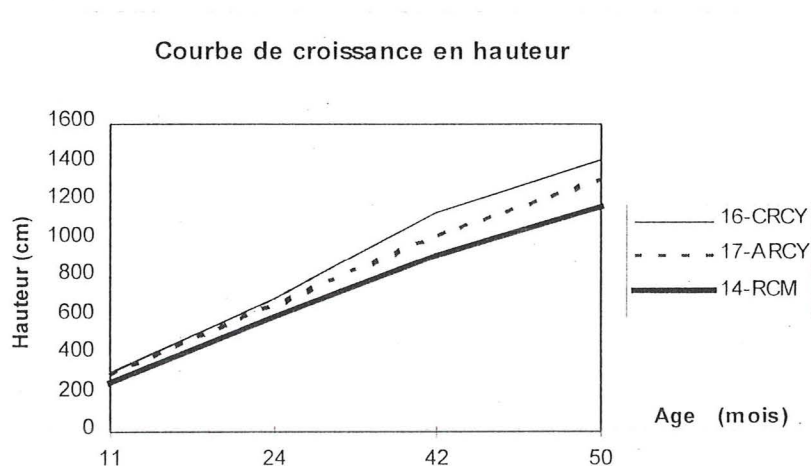
**Tableau n°27** : Résultats d'analyse des données sur la hauteur de l'essai n°118 (cm)

N°	Provenances	H11	CV	Rg	H24	CV	Rg	H42	CV	Rg	H50	$\Delta H50$	CV	Rg
13	Springvale HLD	301 <sup>a</sup>	12	3	642 <sup>b</sup>	8	4	989 <sup>b</sup>	7	5	1227 <sup>c</sup>	294 <sup>c</sup>	6	4
14	Rifle Ceek, Mt Mo	257 <sup>c</sup>	15	6	592 <sup>c</sup>	7	6	912 <sup>c</sup>	7	6	1165 <sup>c</sup>	279 <sup>c</sup>	10	6
15	Coen Cape York	313 <sup>a</sup>	14	1	700 <sup>a</sup>	11	1	1125 <sup>a</sup>	9	2	1358 <sup>ab</sup>	326 <sup>ab</sup>	7	2
16	Coen River C Y	309 <sup>a</sup>	15	2	692 <sup>a</sup>	12	2	1136 <sup>a</sup>	9	1	1420 <sup>a</sup>	341 <sup>a</sup>	7	1
17	Archer River, C Y	294 <sup>a</sup>	16	4	660 <sup>b</sup>	11	3	1012 <sup>b</sup>	10	3	1312 <sup>b</sup>	315 <sup>b</sup>	9	3
18	Wenlock River	275 <sup>b</sup>	15	5	629 <sup>b</sup>	10	5	997 <sup>b</sup>	10	4	1198 <sup>c</sup>	287 <sup>c</sup>	7	5
	<b>Moyenne</b>	<b>295</b>			<b>659</b>			<b>1041</b>			<b>1292</b>	<b>310</b>		
	<b>CVp</b>	<b>4.5</b>			<b>4.1</b>			<b>6.4</b>			<b>6.3</b>			
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.87</b>			<b>0.89</b>			<b>0.93</b>			<b>0.91</b>			
	<b><math>\Delta Gc</math></b>	<b>3.9</b>			<b>3.6</b>			<b>5.9</b>			<b>5.7</b>			
	<b>ddl</b>	<b>5</b>			<b>5</b>			<b>5</b>			<b>5</b>			
	<b>Test F</b>	<b>7.71</b>			<b>9.48</b>			<b>16.34</b>			<b>12.18</b>			
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>			

Trois groupes de provenances sont observés d'après le classement des moyennes. La provenance (16) Coen River est la meilleure. Sa hauteur moyenne atteint 14.2 m vers 50 mois. Pour les moins performantes les valeurs se trouvent entre 11.6 et 12.2m, il s'agit de la provenance (14) Rifle Ceek et (13) Springvale HLD et (18) Wenlock River.

L'étude au niveau des paramètres génétiques présente des coefficients de variation phénotypique faibles pour ce caractère (CVp = 4.5 à 6.4 %). L'héritabilité génotypique est variable au cours du temps mais elle reste forte. Le gain conventionnel ne dépasse pas 6 % même s'il présente une augmentation progressive à chaque mesure effectuée.

Concernant la croissance en hauteur du peuplement, elle passe de 2.9 à 12.9 m entre 11 et 50 mois. L'accroissement moyen atteint 3.1 m/an à 50 mois. Le graphe ci-dessous illustre l'évolution de la croissance de chaque groupe de provenances dans ce peuplement.



**Graphe n°7** : Courbe de croissance en hauteur des provenances dans l'essai n°118 à Mahela



Le graphique indique que l'accroissement moyen annuel entre les différents groupes de provenances ne s'éloigne pas trop les uns des autres jusqu'à 24 mois. La meilleure provenance (16) présente une forte croissance entre 24 à 42 mois tandis que les deux autres groupes continuent de façon linéaire leur croissance. L'éclaircie entre ces deux mesures n'apportait pas d'effet sur ces deux groupes de provenances.

\*- **La surface terrière et le poids**

**Tableau n°28** : Résultats d'analyse des données sur la surface terrière de l'essai n°118 (m<sup>2</sup>/ha)

N°	Provenances	SG11	CV	Rg	SG24	CV	Rg	SG42	CV	Rg	SG50	CV	Rg
13	Springvale HLD	1.1 <sup>b</sup>	33	6	4.7 <sup>b</sup>	18	5	5.9 <sup>c</sup>	19	5	8.1 <sup>b</sup>	23	5
14	Rifle Ceek, Mt Mo	1.1 <sup>b</sup>	31	5	4.6 <sup>b</sup>	13	6	5.4 <sup>c</sup>	22	6	7.6 <sup>b</sup>	26	6
15	Coen Cape York	1.8 <sup>a</sup>	23	2	6.8 <sup>a</sup>	11	3	8.1 <sup>ab</sup>	18	2	12.5 <sup>a</sup>	18	2
16	Coen River C Y	1.7 <sup>a</sup>	25	3	6.8 <sup>a</sup>	11	1	8.8 <sup>a</sup>	18	1	13.0 <sup>a</sup>	17	1
17	Archer River, C Y	1.7 <sup>a</sup>	23	4	6.2 <sup>a</sup>	12	4	7.2 <sup>b</sup>	18	4	11.3 <sup>a</sup>	18	4
18	Wenlock River	1.9 <sup>a</sup>	20	1	6.8 <sup>a</sup>	12	2	7.5 <sup>b</sup>	19	3	12.2 <sup>a</sup>	19	3
	<b>Moyenne</b>	<b>1.6</b>			<b>6.1</b>			<b>7.3</b>			<b>11.1</b>		
	<b>CV%</b>	<b>17.9</b>			<b>13.9</b>			<b>14.1</b>			<b>16.8</b>		
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.80</b>			<b>0.94</b>			<b>0.90</b>			<b>0.93</b>		
	<b>ΔGc</b>	<b>14.3</b>			<b>13.0</b>			<b>12.6</b>			<b>15.6</b>		
	<b>ddl</b>	<b>5</b>			<b>5</b>			<b>5</b>			<b>5</b>		
	<b>Test F</b>	<b>5.02</b>			<b>19.7</b>			<b>10.54</b>			<b>14.35</b>		
	<b>Proba</b>	<b>0.0006</b>			<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>		

**Tableau n°29** : Résultats d'analyse de production en poids de l'essai n°118 (tonnes/ha)

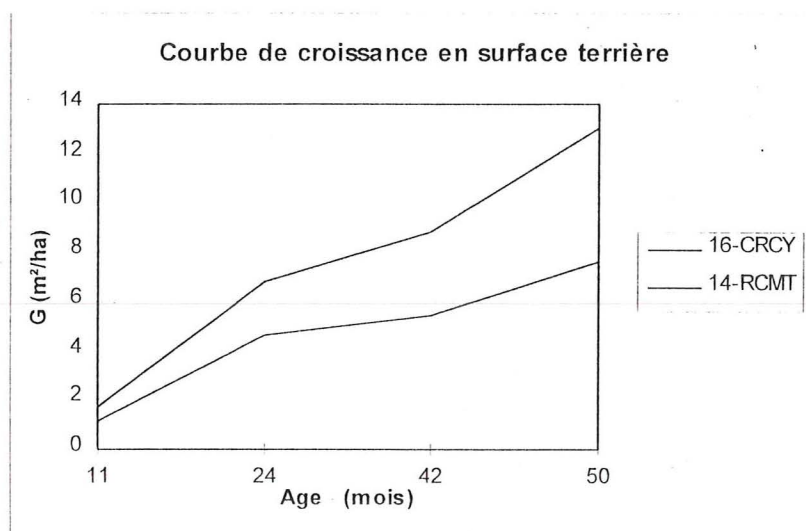
N°	Provenances	SP24	CV	Rg	SP42	CV	Rg	SP50	CV	Rg
13	Springvale HLD	12.1 <sup>b</sup>	26	5	22.3 <sup>c</sup>	27	5	34.6 <sup>b</sup>	27	5
14	Rifle Ceek, Mt Mo	12.0 <sup>b</sup>	17	6	20.3 <sup>c</sup>	30	6	32.2 <sup>b</sup>	30	6
15	Coen Cape York	20.4 <sup>a</sup>	15	3	35.1 <sup>ab</sup>	25	2	58.8 <sup>a</sup>	25	2
16	Coen River C Y	20.5 <sup>a</sup>	15	2	38.7 <sup>a</sup>	25	1	61.3 <sup>a</sup>	25	1
17	Archer River, C Y	18.1 <sup>a</sup>	16	4	29.9 <sup>b</sup>	25	4	52.4 <sup>a</sup>	25	4
18	Wenlock River	20.5 <sup>a</sup>	16	1	31.9 <sup>b</sup>	26	3	57.3 <sup>a</sup>	26	3
	<b>Moyenne</b>	<b>17.8</b>			<b>30.7</b>			<b>51.3</b>		
	<b>CV%</b>	<b>18.4</b>			<b>18.6</b>			<b>20.0</b>		
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.95</b>			<b>0.91</b>			<b>0.93</b>		
	<b>ΔGc</b>	<b>19.3</b>			<b>16.9</b>			<b>18.6</b>		
	<b>ddl</b>	<b>5</b>			<b>5</b>			<b>5</b>		
	<b>Test F</b>	<b>22.48</b>			<b>11.85</b>			<b>15.78</b>		
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>		

Pour le caractère surface terrière, les provenances testées sont groupées de la façon suivante : Coen River Cape York, Coen Cape York, Wenlock River, Archer River se placent dans le groupe de tête avec des surfaces terrières de 11.3 à 13 m<sup>2</sup>/ha. Rifle Ceek et Springvale constituent le groupe de provenances les moins performantes dans l'essai avec des surfaces terrières 6.7 à 8.1 m<sup>2</sup>/ha. Le classement observé sur la surface terrière est identique pour le poids avec des valeurs oscillant entre 52.4 et 61.3 t/ha pour les meilleures provenances et entre 32.2 et 34.6 t/ha pour les moins performantes.

**Concernant les paramètres génétiques**, le coefficient de variation phénotypique présente des valeurs élevées à tous les âges sur les caractères G et P (CVp variant de 14.1 à 20 %). La variabilité intraprovenance sur surface terrière et poids diminue à 24 mois puis augmente vers 42 et 50 mois. Les éclaircies effectuées entre temps peuvent expliquer cette variation (éclaircie sanitaire entre 11 et 24 mois).

On remarque aussi que ce CV intraprovenance est supérieur au CV interprovenance pour les deux derniers mesures. Cela s'explique par le résultat de l'éclaircie basée sur la sélection intraprovenance. L'héritabilité génotypique est élevée à très élevée pour ces caractères, mais les valeurs varient au cours du temps ( $h^2g$  varie de 80 à 0.96). Le gain génotypique conventionnel varie en fonction de la variabilité phénotypique. Il oscille entre 13.7 à 17.6 % pour la surface terrière et arrive entre 16.8 et 19.5 % pour le poids à 42 et 50 mois.

L'évolution de la croissance en surface terrière de ces deux groupes de provenances est illustrée dans le graphe n°8 ci-dessous.



**Graphe n°8** : Courbe de croissance en surface terrière des provenances de l'essai n°118 à Mahela

La courbe montre depuis le début un décalage net sur la croissance entre les deux catégories de provenances à partir de 11 mois. La pente de la courbe diminue entre 24 et 42 mois puis reprend son allure observée entre 11 et 24 mois. L'éclaircie pourrait expliquer cette variation d'accroissement.

Les gains obtenus lors des éclaircies effectuées dans cet essai sont présentés dans le tableau suivant

**Tableau n°30** : Résultats d'analyse des gains obtenus à chaque éclaircie dans l'essai n°118

N°	Provenances	gH(11-24)	gG(11-24)	gH(24-42)	gG(24-42)	gP(24-42)
13	Springvale HLD	1.4	-1.3	0.9	13.8	19.8
14	Rifle Ceek, Mt Molloy	3.9	14.5	-0.1	11.9	16.7
15	Coen Cape York	-0.1	4.7	2.8	9.9	12.1
16	Coen River Cape York	-1.8	-1.1	3.3	11.6	15.1
17	Archer River, Cape. York	-0.6	-0.3	9.2	8.1	10.5
18	Wenlock River	-1.0	-2.0	0.7	10.5	13.3
	<b>Moyenne</b>	<b>0.6</b>	<b>2.4</b>	<b>2.8</b>	<b>10.9</b>	<b>14.5</b>
	<b>ΔP</b>	<b>-0.14</b>	<b>1.01</b>	<b>1.8</b>	<b>10.6</b>	<b>13.8</b>
	<b>ΔG</b>	<b>-</b>	<b>0.79</b>	<b>1.60</b>	<b>10.1</b>	<b>13.1</b>
	<b>i</b>	<b>-</b>	<b>0.05</b>	<b>0.43</b>	<b>0.73</b>	<b>0.75</b>
	<b>ddl</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Test F</b>	<b>0.02</b>	<b>0.21</b>	<b>3.39</b>	<b>18.60</b>	<b>18.36</b>
	<b>Proba</b>	<b>0.892</b>	<b>0.643</b>	<b>0.066</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>

Les gains phénotypiques sont plus importants après la deuxième éclaircie (entre 24 et 42 mois). Le gain phénotypique la surface terrière est de 10.1 %, pour le poids on arrive à 13 %, mais celui de la hauteur ne donne que 1.6 % à cause de sa faible variabilité.

D'après la table de différentielle de sélection, ce gain obtenu en surface terrière est équivalent à la sélection de 54 % des meilleurs arbres dans le peuplement.

**\*- Le volume**

L'analyse est faite à partir de nos données d'inventaire à 50 mois. Les résultats figurent dans le tableau n°30.

**Tableau n°31** : Résultats d'analyse de production en volume de l'essai n°118 (m<sup>3</sup>/ha )

N°	Provenances	VT50	ΔV50	CV	Rg
13	Springvale HLD	40.4 <sup>b</sup>	9.7	33	5
14	Rifle Ceek, Mt Mo	40.1 <sup>b</sup>	9.6	38	6
15	Coen Cape York	66.3 <sup>a</sup>	15.9	27	2
16	Coen River C Y	75.3 <sup>a</sup>	18	31	1
17	Archer River, C Y	60.3 <sup>a</sup>	14.4	27	4
18	Wenlock River	60.6 <sup>a</sup>	14.5	30	3
	<b>Moyenne</b>	<b>59.0</b>	<b>14.1</b>		
	<b>CVp</b>	<b>20.4</b>			
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.90</b>			
	<b>ΔGc</b>	<b>18.3</b>			
	<b>ddl</b>	<b>5</b>			
	<b>Test F</b>	<b>10.32</b>			
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>			

Deux classes de provenances sont observées à partir du classement des valeurs moyennes. Ce classement est le même que celui obtenu sur la surface terrière ((15), (16), (17), (18) constituent le groupe dominant). La production en volume pour ces quatre meilleures provenances se trouve entre 60.3 et 75.3 m<sup>3</sup>/ha. Le coefficient de variation phénotypique élevé et la valeur de l'héritabilité génotypique permettent d'espérer un gain conventionnel de 18.3% sur le volume.

**\*- La productivité du peuplement**

La production passe de 17.5, 37.8 puis à 58.2 t/ha respectivement à 24, 42 et 50 mois, ce qui indique que le peuplement est en pleine croissance. Entre 24 et 50 mois, il produit 40.7 t/ha de bois. La productivité entre ces 3 années de mesure est de 8.8 t/ha/an à 24 mois puis 10.8 à 42 mois et enfin 13.9 t/ha/an à 50 mois. Au niveau du volume, la productivité atteint 14.1 m<sup>3</sup>/ha/an à 50 mois (densité de 396 tiges/ha).

**Tableau n°32** : Production totale de l'essai n°118 en fonction de l'âge

AGE(mois)	11	24	42	50
<b>Production totale :</b>				
- Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	1.6	6.8	10	13.7
- Poids (tonnes/ha)		17.6	37.8	58.2
- Volume (m <sup>3</sup> /ha)				59
<b>Productivité :</b>				
- Poids (tonnes/ha/an)		8.8	10.8	13.9
- Volume (m <sup>3</sup> /ha/an)				14.1



### 3.3.3.2. Les caractères de forme

Trois groupes de provenances sont formés après le classement des valeurs moyennes des provenances pour le caractère nombre de brins. La provenance (18) Wenlock River présente le plus grand nombre de brins (Nb = 3.8), (13) Springvale HLD le plus faible (2.2).

**Tableau n°33 :** Résultats d'analyse des données sur les caractères de forme de l'essai n°118

N°	Provenances	Nb50	Rg	PBF50	Rg
13	Springvale HLD	2.2 <sup>c</sup>	6	28	2
14	Rifle Ceek, Mt Mo	2.7 <sup>bc</sup>	3	30	1
15	Coen Cape York	2.6 <sup>bc</sup>	4	21	5
16	Coen River Cape Y	2.6 <sup>bc</sup>	5	25	3
17	Archer River, Cape Y	3.0 <sup>b</sup>	2	23	4
18	Wenlock River	3.8 <sup>a</sup>	1	18	6
	<b>Moyenne</b>	<b>2.8</b>		<b>23.7</b>	
	<b>CV%</b>	<b>18.7</b>		<b>18.8</b>	
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.92</b>		<b>0.23</b>	
	<b>ΔGc</b>	<b>17.2</b>		<b>4.3</b>	
	<b>ddl</b>	<b>5</b>		<b>5</b>	
	<b>Test F</b>	<b>13.27</b>		<b>1.31</b>	
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>		<b>0.2695</b>	

Le caractère fourchaison ne donne pas de valeurs significativement différentes. Mais en moyenne, 23.7 % des brins pour chaque arbre sont fourchus. Le pourcentage de brins fourchus dans cet essai est un peu plus important par rapport à celui des deux autres. Mais ce sont ces provenances qui présentent le plus faible nombre de brins.

La variabilité phénotypique atteint 18.6 % pour le nombre de brins. Ce qui indique une variabilité élevée entre les différentes provenances étudiées. Cette variabilité  $h^2_G = 0.92$  permet d'estimer un gain génotypique conventionnel de 16.9 %.

### 3.3.3.3. Les caractères de reproduction

**Tableau n°34 :** Résultats d'analyse des données sur la floraison et fructification de l'essai n°118

N°	Provenances	Fl50(%)	Fr50(%)
13	Springvale HLD	97	78
14	Rifle Ceek, Mt Molloy	100	87
15	Coen Cape York	96	62
16	Coen River Cape York	96	73
17	Archer River, Cape. York	93	73
18	Wenlock River	95	70
	<b>Moyenne</b>	<b>96.2</b>	<b>72.5</b>
	<b>Ddl</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
	<b>Test <math>\chi^2</math></b>	<b>2.383</b>	<b>7.48</b>
	<b>Proba</b>	<b>0.794</b>	<b>0.187</b>

Pour la floraison, le résultat du test  $\chi^2$  de Pearson montre que les variables floraison - provenance et fructification - provenances sont significativement indépendantes. La moyenne générale des arbres en floraison pour le peuplement est de 96.2 % alors que 72.5 % ont fructifié l'année dernière. La majeure partie des arbres de cet essai a fleuri depuis l'âge de trois ans.

### 3.3.3.4. Corrélations des caractères

rp	H50	G50	P50	Nb50	PBF
H50	1.000 (0.000)				
G50	0.303*** (0.0001)	1.000 (0.000)			
P50	0.303*** (0.0001)	1.000*** (0.0001)	1.000 (0.000)		
Nb50	-0.199** (0.008)	0.560*** (0.0001)	0.560*** (0.0001)	1.000 (0.000)	
PBF	0.073 (0.339)	-0.009 (0.905)	-0.009 (0.901)	-0.384*** (0.0001)	1.000 (0.000)

Les coefficients de corrélation phénotypique entre les caractères de croissance indiquent qu'il y a une corrélation entre eux ( $r_p = 0.303$  au risque de  $1\%$ ). On peut baser donc la sélection sur l'un de ces caractères de croissance. La surface terrière et le poids sont corrélés positivement au nombre des brins ( $r_p = 0.560$ ). Plus le nombre de brins augmente plus la production est élevée. Le caractère nombre de brins est corrélé négativement au pourcentage de brins fourchus. Cela signifie que l'augmentation du nombre de brins entraîne la diminution du pourcentage de fourchaison. C'est pourquoi ces provenances qui sont faibles en nombre de brins tiennent le plus grand pourcentage de fourchaison parmi les trois essais d'*Acacia auriculiformis*. Ces chiffres correspondent à nos observations sur le terrain, car à premier vu les provenances dans cet essai présentent moins de brins par souche.

### 3.3.3.5. Conclusion sur l'essai n°118

Les provenances testées dans cet essai présentent des variations significatives sur tous les caractères agronomiques. On constate que les provenances les plus performantes en hauteur sont les plus productives. Il s'agit de (16) Coen River Cape York, (15) Coen Cape York et (17) Archer River. Le caractère surface terrière est le plus intéressant pour la sélection compte de la importance de sa variabilité élevée ( $CV_p = 16.8\%$ ) et du meilleur contrôle génotypique de ce caractère. C'est lors de la deuxième éclaircie (entre 24 et 42 mois) que l'on a obtenu un gain positif important au niveau des caractères de production. La valeur du gain obtenue après cette éclaircie indique que la sélection effectuée était efficace.

Concernant les caractères de forme, c'est le nombre de brins qui différencie significativement les provenances. Les provenances de Queensland présentent le meilleur compromis forme - vigueur.

Le taux de floraison de 96.2 % à 50 mois permet d'envisager la production de graines dans ce peuplement car il n'y a que 3.8% des arbres qui ne fleurissent pas dans le verger. En général, les arbres ont déjà fleuri dès leur troisième année (72.5% de taux de fructification).

Au niveau de la production, ce peuplement produit beaucoup plus de bois par rapport aux deux autres. La production atteint  $59 \text{ m}^3/\text{ha}$  dans cet essai tandis que les autres atteignent  $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ .



### 3.3.4. Synthèse des résultats et bilan sur l'espèce

**Caractères de croissance** : on constate qu'ils sont génotypiquement héréditaires. Au niveau de ces caractères, c'est la surface terrière qui semble le plus important pour cette espèce vu ce niveau de variabilité et la valeur de l'héritabilité. Cette dernière signifie que les valeurs moyennes phénotypiques des provenances sont plutôt sous le contrôle génotype. La sélection basée sur ce caractère permet donc d'espérer des gains génotypiques importants. D'après notre étude, tous les caractères de croissance sont corrélés positivement, l'amélioration basée sur la sélection au niveau de la surface terrière devrait permettre l'amélioration des autres caractères.

**Concernant les provenances testées**, ce sont celles de Queensland qui sont les plus performantes. Viennent ensuite celles de Papouasie Nouvelle Guinée. La supériorité des provenances de Queensland dans l'essai n°118 s'explique par l'effet du climat de la station qui a une valeur pluviométrique annuelle proche de celle de Queensland. La répartition géographique (voir annexe n°11) de ces différentes provenances testées montre que le groupe de Queensland se situe entre les longitudes 142°56' et 145°20'E et les latitudes 13°06' et 16°40'S où la pluviométrie annuelle est estimée à 1.600-2.400 mm (Bouland et al, 1984). A l'intérieur de ces provenances de Queensland, ce sont (15)Coen Cape York, (16)Coen River Cape York, (17)Archer River Cape York et (18)Wenlock River qui sont parmi les plus performantes dans cet essai à Mahela. L'étude des performances de 25 provenances d'*Acacia auriculiformis* faite par KAMIS et al a montré que ces quatre provenances sont également les meilleures dans les sept sites d'étude (en Thaïlande, Malaisie, Indonésie et Taiwan) \*

\*- **Caractères de forme** : seul le caractère nombre de brins présente des différences entre ces provenances. Ce sont les provenances de Queensland de l'essai n°118 qui présentent le plus faible nombre de brins (Nb = 2.8 en moyenne).

\*- **Caractère de reproduction**, l'étude effectuée permet de conclure que cette espèce fructifie dès la troisième année dans cette région. Ce sont les provenances de Queensland qui présentent le plus fort taux de fructification à cet âge (72.5 %). A la quatrième année, presque tous les arbres fleurissent tandis que pour celles de Papouasie Nouvelle Guinée le taux de floraison n'atteint pas 50% les arbres en fleur n'atteignent pas la moitié du peuplement. La récolte de graines est effectuée dans l'essai n°118 depuis l'année dernière.

\*- **Au niveau de la productivité** : les valeurs de productivité totale (produits sur pieds + produits d'éclaircie) pour chaque essai permettent de classer les trois essais d'*Acacia auriculiformis* comme suit :

1<sup>er</sup>- essai n°118, 2<sup>ème</sup>- essai n°116, 3<sup>ème</sup>- essai n°117  
Les productions à 50 mois sont de 58.2 t/ha pour le n°118, 40.8 t/ha pour l'essai n°117 et 40 t/ha pour le n°116. Ces valeurs correspondent à des productivités de 13.9 t/ha/an, 9.7 t/ha/an et 9.6 t/ha/an. En terme de volume cette espèce arrive à produire 59 m<sup>3</sup>/ha à l'âge de 50 mois ce qui correspond à une productivité de 14.1 m<sup>3</sup>/ha/an. Ces chiffres correspondent à la productivité obtenue dans le cadre de ces vergers à graines dont la sylviculture est différente par rapport à des parcelles de production. Ces valeurs indiquent quand même l'importance de la production en bois de cette espèce. Au Congo la production pour cette espèce est de 21 – 27 m<sup>3</sup>/ha/an à 7.5 ans (Reversat et al, 1993).

Par rapport aux autres feuillus comme les Eucalyptus qui sont la principale source de bois d'énergie dans certaines régions à Madagascar, la production de cette espèce n'est pas négligeable. Bien que ces chiffres ne soient pas véritablement comparables, *Eucalyptus grandis* donne des accroissements moyens annuels variant de 11 à 41 m<sup>3</sup>/ha/an à l'âge de 15 ans (Ranaivoson, 1989). Pour l'*Eucalyptus robusta* les valeurs se trouvent entre 3.4 à 12.6 m<sup>3</sup>/ha/an à 4 ans (Ranaivoson, 1993). Or pour l'*Acacia auriculiformis* introduit à Mahela l'accroissement moyen annuel arrive 14.1 m<sup>3</sup>/ha/an (Queensland) à l'âge de 4 ans. Cela nous indique l'importance de la productivité de cet *Acacia*.



### 3.4.RESULTATS DES ESSAIS D'ACACIA MANGIUM

Deux essais situés sur deux sites différents sont analysés dans cette partie. Il s'agit de l'essai n°108 à Mahela et de l'essai n°86 à Antsirinala. En plus des caractères de croissance, on a essayé d'analyser les caractères de forme. Au début de l'interprétation des résultats de ces essais, il est nécessaire de mentionner que la densité du peuplement de ces deux essais au moment de notre étude est de 312 tiges/ha pour l'essai n°108 et de 453 tiges/ha pour l'essai n°86.

#### 3.4.1.Essai n°108 à Mahela

Les résultats d'analyse pour cet essai concernent les cinq années d'inventaire : 13, 25, 37, 50 et 58 mois. Ils sont présentés dans les tableaux n°35 à 42. Au total, 12 provenances y ont été testées provenant de Queensland, de Papouasie Nouvelle Guinée, de Côte d'Ivoire et une provenance commerciale du Setropa.

##### 3.4.1.1.Les caractères agronomiques

Pour ces caractères agronomiques, l'étude est basée sur les caractères suivants : la hauteur (H), la surface terrière (SG), le poids (SP) et le volume (VT).

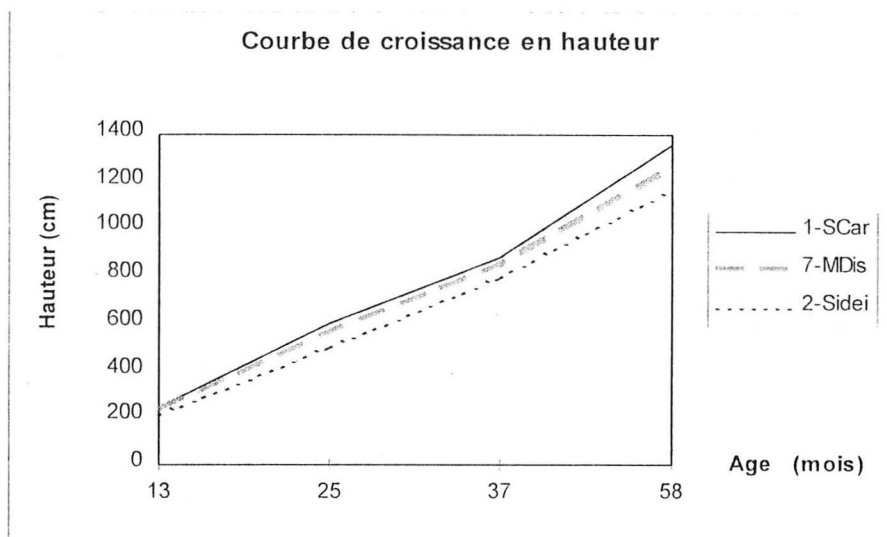
##### \*- La hauteur

Les données à 50 mois sur la hauteur ne sont pas disponibles.

**Tableau n°35 :** Résultat d'analyse des données sur la hauteur dans l'essai n°108 (cm)

N°	Provenances	H13	CV	Rg	H25	CV	Rg	H37	CV	Rg	H58	ΔH58	CV	Rg
1	Claudie River	249 <sup>a</sup>	10	1	579 <sup>a</sup>	10	3	831	10	6	1210	250	23	8
2	Sidei, Manokwari	211 <sup>c</sup>	11	12	496 <sup>a</sup>	10	12	791	8	12	1168	241	24	12
3	20km S Cardwell	244 <sup>ab</sup>	11	3	599 <sup>a</sup>	9	1	878	8	1	1361	280	13	1
4	Iron Range	234 <sup>ab</sup>	15	8	578 <sup>a</sup>	8	4	847	7	3	1228	254	15	5
5	Kennedy	237 <sup>ab</sup>	14	7	565 <sup>a</sup>	10	7	832	10	5	1194	247	20	9
6	Sangoué	241 <sup>ab</sup>	12	4	568 <sup>a</sup>	9	6	854	9	2	1257	260	32	4
7	Wipim District	238 <sup>ab</sup>	14	6	561 <sup>a</sup>	9	10	840	8	4	1273	263	18	3
8	Sabah Ex Balamuk	233 <sup>ab</sup>	12	9	568 <sup>a</sup>	8	5	803	11	9	1212	251	13	7
9	Sabah Ex Toko	240 <sup>ab</sup>	9	5	561 <sup>a</sup>	8	8	793	12	11	1189	246	40	10
10	Sabah Ex Lokwa	229 <sup>b</sup>	12	10	560 <sup>a</sup>	8	9	811	10	8	1211	250	32	6
11	Sabah Ex Oriomo	248 <sup>ab</sup>	10	2	596 <sup>a</sup>	9	2	831	10	7	1318	272	21	2
12	SETROPA	216 <sup>c</sup>	15	11	550 <sup>b</sup>	12	11	799	13	10	1183	245	19	11
	<b>Moyenne</b>	<b>235.5</b>			<b>565.5</b>			<b>825.9</b>			<b>1236</b>	<b>255</b>		
	<b>CVp</b>	<b>4.7</b>			<b>4.4</b>			<b>3.2</b>			<b>3.6</b>			
	<b>h²G</b>	<b>0.86</b>			<b>0.75</b>			<b>0.41</b>						
	<b>ΔGc</b>	<b>4.0</b>			<b>3.3</b>			<b>1.3</b>						
	<b>ddl</b>	<b>11</b>			<b>11</b>			<b>11</b>						
	<b>Test F</b>	<b>7.19</b>			<b>4.02</b>			<b>1.70</b>			<b>0.81</b>			
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>			<b>0.0860</b>			<b>0.6317</b>			

Les résultats observés sur le caractère hauteur ne donnent des valeurs significativement différentes qu'à 13 et 25 mois pour les 12 provenances testées. La croissance du peuplement passe de 2.3 à 12,3 m entre 13 et 58 mois. Le graphique n°9 ci-dessous montre l'évolution de la croissance en hauteur.



**Graph n°9** : Courbe de croissance en hauteur des provenances de l'essai n°108 à Mahela

Cette courbe de croissance en hauteur a la même allure quelles que soient les provenances testées ce qui illustre la faible variabilité du caractère hauteur pour cette espèce. La pente de la courbe augmente entre 37 et 58 mois pour la provenance (1). Pour cette dernière, l'éclaircie effectuée avant cet âge apporte un effet plus important.

**\*- La surface terrière et le poids**

Puisque ces deux caractères sont dépendants linéairement, les résultats d'analyse sont ici interprétés simultanément.

**Tableau n°36** : Résultats d'analyse des données de surface terrière dans l'essai n°108 (m<sup>2</sup>/ha)

N°	Provenance	SGc13	CV	Rg	SG25	CV	Rg	SG37	CV	Rg	SG50	CV	Rg	SG58	Cv	Rg
1	Claudie River	9.6 <sup>ab</sup>	40	2	5.7 <sup>ab</sup>	36	8	6.3	22	8	6.1 <sup>ab</sup>	38	8	8.4 <sup>ab</sup>	39	8
2	Sidei, Manokw	5.9 <sup>de</sup>	37	11	3.7 <sup>cd</sup>	58	12	4.1	43	12	3.9 <sup>b</sup>	34	12	5.0 <sup>b</sup>	39	12
3	20km S Cardw	9.0 <sup>abc</sup>	39	3	5.7 <sup>ab</sup>	51	4	8.2	21	3	6.8 <sup>ab</sup>	21	4	8.8 <sup>ab</sup>	23	5
4	Iron Range	10.3 <sup>a</sup>	40	1	6.2 <sup>a</sup>	51	1	8.6	39	1	7.0 <sup>ab</sup>	10	3	8.7 <sup>ab</sup>	12	6
5	Kennedy	8.4 <sup>abc</sup>	38	4	5.6 <sup>ab</sup>	50	5	7.6	44	4	8.0 <sup>a</sup>	31	1	10.8 <sup>a</sup>	32	1
6	Sangoué	7.3 <sup>bcde</sup>	37	9	4.6 <sup>bc</sup>	50	10	5.3	41	10	5.1 <sup>ab</sup>	43	10	7.2 <sup>ab</sup>	45	9
7	Wipim Distric	8.0 <sup>bcd</sup>	37	6	5.3 <sup>ab</sup>	50	3	7.0	43	6	6.7 <sup>ab</sup>	37	6	8.7 <sup>ab</sup>	45	7
8	Sabah Ex Bala	7.3 <sup>bcde</sup>	38	8	5.2 <sup>ab</sup>	14	7	7.4	43	5	6.6 <sup>ab</sup>	47	7	8.8 <sup>ab</sup>	54	4
9	Sabah Ex Tok	7.1 <sup>cde</sup>	38	10	4.4 <sup>bc</sup>	50	9	6.0	42	9	5.0 <sup>ab</sup>	46	11	6.9 <sup>ab</sup>	53	10
10	Sabah Ex Lok	8.0 <sup>bcd</sup>	38	7	5.3 <sup>ab</sup>	49	6	6.9	42	7	6.7 <sup>ab</sup>	44	5	9.2 <sup>ab</sup>	51	3
11	Sabah Ex Ori	8.1 <sup>bcd</sup>	36	5	5.6 <sup>ab</sup>	50	2	8.2	40	2	7.5 <sup>a</sup>	37	2	10 <sup>a</sup>	39	2
12	SETROPA	5.4 <sup>e</sup>	36	12	2.8 <sup>d</sup>	58	11	5.1	49	11	5.2 <sup>nb</sup>	54	9	6.8 <sup>ab</sup>	64	11
	<b>Moyenne</b>	<b>7.9</b>			<b>5.0</b>			<b>6.7</b>			<b>6.2</b>			<b>8.2</b>		
	<b>CV%</b>	<b>17.5</b>			<b>19.1</b>			<b>20.8</b>			<b>18.9</b>			<b>18.9</b>		
	<b>h<sup>2</sup>G</b>	<b>0.85</b>			<b>0.85</b>			<b>0.79</b>			<b>0.65</b>			<b>0.58</b>		
	<b>ΔGc</b>	<b>9.26</b>			<b>16.2</b>			<b>16.4</b>			<b>12.2</b>			<b>10.9</b>		
	<b>ddl</b>	<b>11</b>			<b>11</b>			<b>11</b>			<b>11</b>			<b>11</b>		
	<b>Test F</b>	<b>6.98</b>			<b>6.85</b>			<b>4.80</b>			<b>2.9</b>			<b>2.41</b>		
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>			<b>0.002</b>			<b>0.0027</b>			<b>0.0114</b>		

SGc : surface terrière au collet

**Tableau n°37** : Résultats d'analyse de production en poids de l'essai n°108 (tonnes/ha)

N°	Provenances	SP37	Rg	SP50	CV	Rg	SP58	CV	Rg
1	Claudie River	18.8 <sup>abcd</sup>	8	28.5 <sup>ab</sup>	50	8	42.5 <sup>ab</sup>	46	8
2	Sidei, Manokwari	11.5 <sup>d</sup>	12	15.0 <sup>b</sup>	48	12	21.9 <sup>b</sup>	50	12
3	20km S Cardwell	25.5 <sup>a</sup>	3	32.7 <sup>ab</sup>	28	4	44.6 <sup>ab</sup>	28	5
4	Iron Range	26.9 <sup>a</sup>	1	34.0 <sup>ab</sup>	13	3	44.5 <sup>ab</sup>	15	6
5	Kennedy	24.6 <sup>ab</sup>	4	39.8 <sup>a</sup>	38	1	57.2 <sup>a</sup>	37	1
6	Sangoué	15.8 <sup>bcd</sup>	10	22.3 <sup>ab</sup>	49	9	35.6 <sup>ab</sup>	48	9
7	Wipim District	21.6 <sup>abc</sup>	6	31.6 <sup>ab</sup>	45	5	44.3 <sup>ab</sup>	51	7
8	Sabah Ex Balamuk	22.7 <sup>abc</sup>	5	31.2 <sup>ab</sup>	61	7	45.2 <sup>ab</sup>	65	4
9	Sabah Ex Toko	18 <sup>abcd</sup>	9	21.5 <sup>ab</sup>	60	11	32.9 <sup>ab</sup>	65	10
10	Sabah Ex Lokwa	21.0 <sup>abc</sup>	7	31.6 <sup>ab</sup>	56	6	47.1 <sup>ab</sup>	61	3
11	Sabah Ex Oriomo	25.7 <sup>a</sup>	2	36.7 <sup>a</sup>	52	2	52.0 <sup>a</sup>	50	2
12	SETROPA	14.3. <sup>cd</sup>	11	21.7 <sup>ab</sup>	66	10	31.6 <sup>ab</sup>	74	11
	<b>Moyenne</b>	<b>20.5</b>		<b>28.8</b>			<b>41.5</b>		
	<b>CV%</b>	<b>23.7</b>		<b>24.9</b>			<b>23.0</b>		
	<b>h<sup>2</sup>G</b>	<b>0.80</b>		<b>0.67</b>			<b>0.60</b>		
	<b>ΔGc</b>	<b>18.9</b>		<b>16.8</b>			<b>13.8</b>		
	<b>ddl</b>	<b>11</b>		<b>11</b>			<b>11</b>		
	<b>Test F</b>	<b>5.22</b>		<b>3.15</b>			<b>2.51</b>		
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>		<b>0.0017</b>			<b>0.0086</b>		

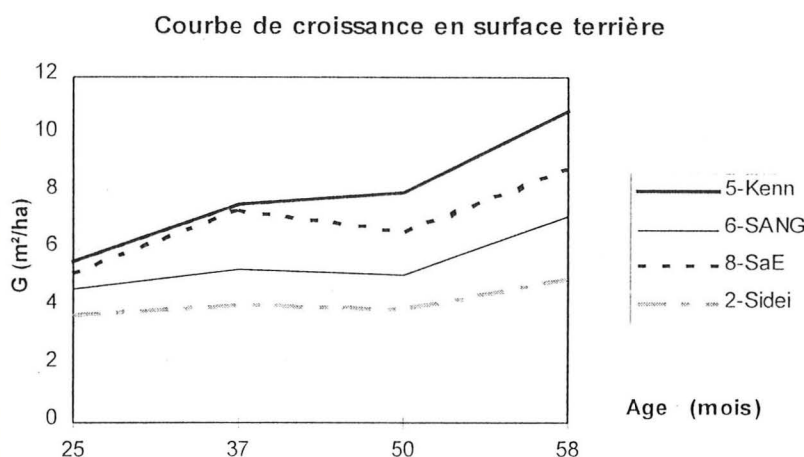
**Le classement des moyennes** par la méthode de Student-Newman-Keuls regroupe les 12 provenances en trois groupes : les provenances (5) Kennedy de Queensland et (11) Sabah Ex Oriomo du PNG sont classées parmi les plus performantes lors des deux derniers inventaires. Tandis que les provenances (2) Sidei Manokwari, (12) Setropa sont les moins performantes depuis le début de l'essai. La surface terrière totale atteint 10.8 m<sup>2</sup>/ha pour la meilleure provenance et arrive à 5 m<sup>2</sup>/ha pour la moins performante. Les provenances de Queensland sont en général les plus performantes sauf pour Claudie River qui est dans le même groupe constitué par la provenance (6) de Sangoué Côte d'Ivoire.

**Les valeurs estimées des paramètres génétiques** indiquent que la variabilité interprovenances est élevée pour les deux caractères (CVp>15 %). Il n'y a pas de variation notable entre 37 à 50 mois pour le poids. On a constaté dans cet essai que les coefficients de variation intraprovenance sont beaucoup plus importants que les coefficients de variation interprovenances. A 58 mois le CV arrive entre 29 et 51% pour la surface terrière. Les deux dernières mesures ont montré que le CV intraprovenance augmente avec le temps pour les deux caractères, sous l'effet de la sélection intraprovenance effectuée lors de l'éclaircie à 37 mois.

Les valeurs d'héritabilité génotypique diminuent avec l'âge, mais restent toujours moyennes pour la surface terrière et le poids. Elles passent de 0.85 à 0.58 pour G et de 0.67 à 0.60 pour P. Le résultat d'analyse donne donc une estimation du gain génotypique conventionnel qui oscille entre 9.2 à 16.4 % jusqu'au 37 mois et diminue à 10.9 % au 58<sup>ème</sup> mois. La diminution de la valeur de h<sup>2</sup>G avec l'âge explique cette variation.

**L'évolution de la croissance** en surface terrière du peuplement va de 5 à 8.2 m<sup>2</sup>/ha entre 25 et 58 mois (au cours de 2 ans et 9 mois). Elle varie d'un groupe de provenances à l'autre pour les provenances testées comme le graphe n°10 le montre. La pente des courbes diminue entre 37 et 50 mois pour les différents groupes de provenances. Après 50 mois, elle augmente sauf pour la provenance (2) Sidei qui reste plus ou moins linéaire depuis 25 mois. Cette variation d'accroissement peut être due à l'effet de l'éclaircie à 38 mois. On constate que le peuplement est en pleine croissance vers le 50<sup>ème</sup> mois. La provenance (6) de Côte d'Ivoire a le même accroissement que le groupe des provenances moyennes tandis que (2) Sidei reste toujours la moins performante.





**Graph n°10** : Courbe de croissance en surface terrière des provenances de l'essai n°108 à Mahela

Les gains obtenus lors des éclaircies effectuées dans cet essai sont donnés dans le tableau n°39. Quatre éclaircies ont été effectuées sur cet essai. Les deux premières (13 et 18 mois) ont apporté plus de gain en surface terrière qu'en hauteur ( $\Delta G(H) = 2\%$  et  $\Delta G(G) = 6.5\%$ ). Ces valeurs ont été obtenues en une seule éclaircie (lors de la troisième éclaircie à 25 mois) pour la surface terrière. La dernière éclaircie (à 38 mois) qui consistait à enlever 50% des arbres restants par parcelle a donné des gains phénotypiques aussi importants en poids qu'en surface terrière ( $\Delta G(p) = 8.4\%$ ,  $\Delta G(G) = 7.2\%$ ) ce qui correspondrait à la sélection de 73% des meilleurs arbres quel que soit les caractères considérés.

**Tableau n°38**: Résultats d'analyse des gains obtenus à chaque éclaircie dans l'essai n°108

N°	Provenance	gH (13-25)	gGc (13-25)	gH (25-37)	gG (25-37)	gH (37-50)	gG (37-50)	gP (37-50)
1	Claudie River	2.8	8.3	0.3	7.7	3.8	12.2	15.5
2	Sidei, Manokwari	0.8	18.5	-0.8	4.3	2.3	9.8	12.4
3	20km S Cardwell	4.6	4.2	0.9	6.0	0.9	4.3	4.9
4	Iron Range	1.3	10.4	1.1	7.8	1.3	9.0	-0.6
5	Kennedy	0.8	2.9	0.8	3.9	0.3	14.4	16.3
6	Sangoué	2.8	8.4	0.8	3.3	0.6	7.6	9.1
7	Wipim District	3.8	5.5	2.7	5.1	2.6	5.0	5.8
8	Sabah Ex Balamuk	3.5	5.3	2.1	7.0	1.1	5.5	6.3
9	Sabah Ex Toko	2.0	-3.8	1.2	4.5	4.2	2.7	3.2
10	Sabah Ex Lokwa	2.4	2.4	0.4	6.0	2.4	10.2	11.8
11	Sabah Ex Oriomo	2.0	7.5	0.2	7.2	3.7	4.7	5.3
12	SETROPA	2.4	7.6	0.5	7.4	5.5	21.3	27
	<b>Moyenne</b>	<b>2.4</b>	<b>6.4</b>	<b>0.8</b>	<b>5.8</b>	<b>2.7</b>	<b>8.8</b>	<b>9.7</b>
	<b><math>\Delta P</math></b>	<b>2.4</b>	<b>6.5</b>	<b>0.9</b>	<b>6.1</b>	<b>2.3</b>	<b>8.6</b>	<b>10.0</b>
	<b><math>\Delta G</math></b>	<b>2.0</b>	<b>5.7</b>	<b>0.6</b>	<b>5.5</b>	<b>0.9</b>	<b>7.2</b>	<b>8.4</b>
	<b>i</b>	<b>0.58</b>	<b>0.35</b>	<b>0.20</b>	<b>0.30</b>	<b>0.71</b>	<b>0.46</b>	<b>0.46</b>
	<b>ddl</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Test F</b>	<b>12.66</b>	<b>6.37</b>	<b>1.37</b>	<b>5.52</b>	<b>5.15</b>	<b>6.18</b>	<b>6.18</b>
	<b>Proba</b>	<b>0.0004</b>	<b>0.0117</b>	<b>0.241</b>	<b>0.0190</b>	<b>0.0236</b>	<b>0.0132</b>	<b>0.0132</b>

\*- **Le volume**

L'analyse sur le volume concerne notre mesure. Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau n°39** : Résultats d'analyse de production en volume de l'essai n°108 (m<sup>3</sup>/ha )

N°	Provenances	VT58	ΔV58	CV	Rg
1	Claudie River	45.9 <sup>ab</sup>	9.5	43	6
2	Sidei, Manokwari	29.4 <sup>b</sup>	6	40	12
3	20km S Cardwell	47.1 <sup>ab</sup>	9.7	35	4
4	Iron Range	45.5 <sup>ab</sup>	9.4	10	8
5	Kennedy	49.3 <sup>ab</sup>	10.2	29	3
6	Sangoué	51.0 <sup>ab</sup>	10.5	39	2
7	Wipim District	46.5 <sup>ab</sup>	9.6	45	5
8	Sabah Ex Balamuk	45.5 <sup>ab</sup>	9.4	51	7
9	Sabah Ex Toko	35.9 <sup>b</sup>	7.4	39	10
10	Sabah Ex Lokwa	43.4 <sup>ab</sup>	8.9	51	9
11	Sabah Ex Oriomo	66.2 <sup>a</sup>	13.7	29	1
12	SETROPA	30.7 <sup>b</sup>	6.3	46	11
	<b>Moyenne</b>	<b>45.2</b>	<b>9.3</b>		
	<b>CVp</b>	<b>21.2</b>			
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.54</b>			
	<b>ΔGc</b>	<b>11.4</b>			
	<b>ddl</b>	<b>11</b>			
	<b>Test F</b>	<b>2.21</b>			
	<b>Proba</b>	<b>0.0237</b>			

Les résultats d'analyse montrent que la provenance (11) Sabah Ex Oriomo est la plus performante dans l'essai pour le volume. Ce sont les provenances (2) Sidei Manokwari et (12) Setropa qui sont les moins performantes. Le volume atteint 66.2 m<sup>3</sup>/ha à 50 mois pour la meilleure provenance tandis que les moins performantes ne donnent que 30 m<sup>3</sup>/ha. Par rapport au caractère poids, il n'y a pas de grand changement dans le classement des provenances.

La valeur de l'héritabilité est moyenne pour ce caractère et la variabilité est très élevée avec un coefficient de variation de 21.1%. Ces valeurs permettent d'envisager un gain génotypique conventionnel de 11.4%.

\*- **La productivité du peuplement**

**Tableau n°40** : Variation de la production totale de l'essai n°108

AGE (mois)	25	37	50	58
<b>Production :</b>				
- Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	5.6	9.3	10.5	12.8
- Poids (tonnes/ha)		22.8	43	57.2
- Volume(m <sup>3</sup> /ha)				45.2
<b>Productivité :</b>				
- Poids (tonnes/ha/an)		7.3	10.3	11.8
- Volume(m <sup>3</sup> /ha/an)				9.3

La production totale de cet essai n°108 en poids et volume est près de 57.2 t/ha et 45.2 m<sup>3</sup>/ha ce qui correspond à une productivité de 11.8 t/ha/an et 9.3 m<sup>3</sup>/ha/an. En période de 8 mois, le peuplement arrive donc à produire 14.2 t/ha (entre 50 et 58 mois). Le peuplement est donc en pleine croissance.

### 3.4.1.2. Les caractères de forme

En plus du nombre de brins et du taux pourcentage de brins fourchus, on a essayé d'étudier la rectitude des brins des arbres. Le but est de connaître le pourcentage de brins droits par arbre pour chaque provenance afin qu'on puisse connaître la possibilité d'usages multiples de cette espèce.

**Tableau n°41** : Résultats d'analyse des données sur les caractères de forme de l'essai n°108

N°	Provenances	Nb58	Rg	PBF50	Rg	PBD58	Rg
1	Claudie River	2.7 <sup>abc</sup>	3	20	7	61	2
2	Sidei, Manokwari	2.2 <sup>abc</sup>	7	18	9	67	1
3	20km S Cardwell	2.5 <sup>abc</sup>	4	22	5	50	6
4	Iron Range	3.0 <sup>a</sup>	1	16	11	59	3
5	Kennedy	2.7 <sup>ab</sup>	2	40	1	42	10
6	Sangoué	2.0 <sup>bc</sup>	10	13	12	43	8
7	Wipim District	2.1 <sup>abc</sup>	9	16	10	38	11
8	Sabah Ex Balamuk	2.3 <sup>abc</sup>	6	20	6	34	12
9	Sabah Ex Toko	1.9 <sup>bc</sup>	11	38	3	51	5
10	Sabah Ex Lokwa	2.4 <sup>abc</sup>	5	27	4	46	7
11	Sabah Ex Oriomo	2.2 <sup>abc</sup>	8	38	2	43	9
12	SETROPA	1.7 <sup>c</sup>	12	20	8	55	4
	<b>Moyenne</b>	<b>2.3</b>		<b>24.0</b>		<b>49.3</b>	
	<b>CVp</b>	<b>15.7</b>		<b>39.5</b>		<b>20.2</b>	
	<b>H<sup>2</sup>G</b>	<b>0.67</b>		<b>0.34</b>		<b>0.17</b>	
	<b>ΔGc</b>	<b>10.5</b>		<b>13.4</b>		<b>3.4</b>	
	<b>ddl</b>	<b>11</b>		<b>11</b>		<b>11</b>	
	<b>Test F</b>	<b>3.09</b>		<b>1.52</b>		<b>1.21</b>	
	<b>Proba</b>	<b>0.0015</b>		<b>0.1391</b>		<b>0.2922</b>	

PBD : pourcentage des brins droits

Le classement des moyennes indique que la provenance (4) Iron Range a le plus grand nombre de brins par arbre (Nb=3) tandis que les provenances (9) Sabah Ex Toko et (12) Setropa n'en présentent pas plus de 2. Les deux autres caractères ne donnent pas de valeurs moyennes significativement différentes, mais en général 24 % des brins sont fourchus pour ces provenances testées et 49 % sont de forme droite. Ce taux de 49% de brins droits indique que pour cette espèce, la moitié des brins de chaque arbre peuvent être utilisées en bois de service ou bois de construction et l'autre moitié en bois d'énergie.

La variabilité interprovenance est élevée pour le caractère nombre de brins. Ce dernier a une héritabilité génotypique moyennement élevée ( $h^2_G = 0.67$ ) et un coefficient de variation phénotypique très élevé (CVp>20 %). Le gain génotypique conventionnel arrive à 10.5 % pour le caractère nombre de brins.

### 3.4.1.3. Les caractères de reproduction

Cette partie consiste à analyser la floraison à 58 mois des provenances testées et de connaître aussi leurs taux de fructification de l'année précédente.

Le test effectué indique qu'il y a une dépendance significative entre les provenances et le pourcentage d'arbres en floraison. Les moyennes des taux de floraison pour chaque provenance varient de 61 à 100 %. Les provenances (2) Sidei, Manokwari et (9) Sabah Ex Toko sont 100% en floraison. Près de 12.3% des arbres ne fleurissent dans le verger. Le taux de fructification 78.8% de l'année précédente indique une production de graines depuis la quatrième année de plantation. Le tableau n°42 ci-après résume ces résultats d'analyse.



**Tableau n°42** : Résultats d'analyse des données sur la floraison et la fructification de l'essai n°108

N°	Provenance	Fl58(%)	Fr58(%)
1	Claudie River	61	61
2	Sidei, Manokwari	88	76
3	20km S Cardwell	100	83
4	Iron Range	83	94
5	Kennedy	55	55
6	Sangoué	82	65
7	Wipim District	94	89
8	Sabah Ex Balamtuk	94	89
9	Sabah Ex Toko	100	89
10	Sabah Ex Lokwa	73	58
11	Sabah Ex Oriomo	81	69
12	SETROPA	90	70
	<b>Moyenne</b>	<b>83.7</b>	<b>78.8</b>
	<b>ddl</b>	<b>11</b>	<b>11</b>
	<b>Test <math>\chi^2</math></b>	<b>29.6</b>	<b>19.8</b>
	<b>Proba</b>	<b>0.002</b>	<b>0.048</b>

#### 3.4.1.4. Corrélations des caractères

L'étude des corrélations a été réalisée sur les caractères de croissance et de forme de notre inventaire (à 58 mois).

rp	H58	G58	P58	Nb58	PBF58	PBD58
H58	1.000 (0.000)					
G58	0.610*** (0.0001)	1.000 (0.000)				
P58	0.610*** (0.0001)	1.000 (0.000)	1.000 (0.000)			
Nb58	0.122 (0.205)	0.352*** (0.0002)	0.352*** (0.0002)	1.000 (0.000)		
PBF58	-0.037 (0.699)	-0.047 (0.620)	-0.047 (0.620)	-0.401*** (0.0001)	1.000 (0.000)	
PBD58	0.103 (0.286)	0.095 (0.322)	0.095 (0.322)	-0.004 (0.962)	0.023 (0.809)	1.000 (0.000)

Tous les caractères agronomiques sont corrélés phénotypiquement. L'amélioration de l'un des caractères par la sélection entraîne donc simultanément l'amélioration des autres. Le coefficient de corrélation entre le nombre de brins et la surface terrière est significatif ( $rp = 0.352$ ). Les arbres présentant beaucoup plus de brins ont une surface terrière plus grande. La corrélation négative entre le nombre de brins et le pourcentage des brins fourchus explique que l'augmentation du premier diminue le pourcentage du deuxième. Il n'y a pas de corrélation significative entre les caractères de forme (fourche et rectitude des brins) et ceux de croissance.

#### 3.4.1.5. Conclusion sur l'essai n°108

L'étude faite sur cet essai n°108 permet de conclure les points suivants :

- tous les caractères de croissance sont corrélés positivement entre eux. On peut donc améliorer ces caractères à partir de la sélection basée sur l'un d'entre eux. La surface terrière présente le plus

d'intérêt vu sa variabilité et son héritabilité qui sont élevées. La sélection basée sur ce caractère permet d'espérer de gain conventionnel important ( $\Delta G_c = 18\%$ ).

- parmi les douze provenances testées, ce sont les provenances de Queensland qui sont les plus performantes dans l'essai. La provenance Setropa est la moins performante.

- ces provenances testées présentent une variation du nombre de brins allant de 1 à 3. En général, 50% des brins par pied pour chaque provenance ont de forme droite. Ces provenances sont faiblement fourchues sauf (3) Kennedy, (9) Sabah Ex Toko et (11) Sabah Ex Oriomo qui ont un taux de fourchaison de 38 à 40%.

- le taux de reproduction est élevé, il atteint 83.5% à 58 mois. Ce sont les provenances (3) 20 km of Cardwell et (9) Sabah Ex Toko qui présentent le plus fort taux de floraison (100%).

- le résultat de production à Mahela atteint 45.2 m<sup>3</sup>/ha à l'âge de 4 ans et 10 mois avec une densité de 312 tiges/ha).

### 3.4.2. Essai n°86 à Antsirinala

Pour cet essai n°86, les données disponibles concernent le 18 et le 65ème mois d'inventaire. Notre inventaire a été réalisé à 102ème mois.

#### 3.4.2.1. Les caractères agronomiques

##### \*- La hauteur

L'analyse pour ce caractère est basée sur les données à 18 et 65 mois. A 102 mois, les données récoltées ne permettent pas d'effectuer l'analyse de variance.

**Tableau n°43 :** Résultats de l'analyse des données sur la hauteur de l'essai n°86 (cm)

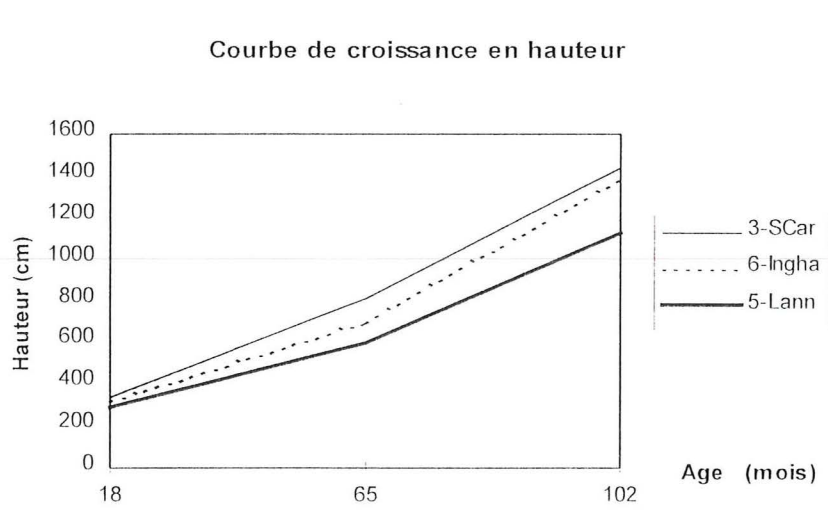
N°	Provenances	H18	$\Delta H18$	CV	Rg	H65	$\Delta H65$	CV	Rg	H102	Rg
1	Oriomo	321 <sup>ab</sup>	214	13	2	730 <sup>ab</sup>	135	28	3	1420	2
2	Iron Range	316 <sup>ab</sup>	211	13	3	654 <sup>bc</sup>	121	24	7	1086	8
3	20 km S of Cardw	335 <sup>a</sup>	223	13	1	806 <sup>a</sup>	149	21	1	1435	1
4	Iron Rang	316 <sup>ab</sup>	211	11	4	657 <sup>bc</sup>	121	22	6	1265	6
5	Lannercost	284 <sup>c</sup>	190	14	8	595 <sup>c</sup>	110	30	8	1125	7
6	Ingham	312 <sup>ab</sup>	208	12	6	687 <sup>bc</sup>	127	26	4	1380	3
7	Kennedy	315 <sup>ab</sup>	210	11	5	778 <sup>a</sup>	143	20	2	1350	4
8	Kuranda	297 <sup>bc</sup>	198	16	7	670 <sup>bc</sup>	124	24	5	1250	5
	<b>Moyenne</b>	<b>312.2</b>	<b>208.1</b>			<b>697.5</b>	<b>128.7</b>			<b>1288.8</b>	
	<b>CVp</b>	<b>4.8</b>				<b>10.0</b>					
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.81</b>				<b>0.87</b>					
	<b><math>\Delta G_c</math></b>	<b>3.8</b>				<b>8.7</b>					
	<b>ddl</b>	<b>7</b>				<b>7</b>					
	<b>Test F</b>	<b>5.41</b>				<b>8.13</b>					
	<b>Proba</b>	<b>0.0012</b>				<b>0.0033</b>					

Des différences significatives sont obtenues sur les moyennes des provenances testées jusqu'à 65 mois. La provenance (3) 20 km S of Cardwell est toujours classée en tête avec une hauteur moyenne de 8 m à 65 mois et près de 14,3 m à 102 mois tandis que (5) Lannercost et (2) Iron Range sont en fin de classement avec une moyenne autour de 6 m à l'âge de 65 mois. En général, la moyenne en hauteur pour le peuplement d'Antsirinala est de 12.8 m.

Le coefficient de variation phénotypique variant de 4.8 à 10% entre 18 et 65 mois indique la faible variabilité du caractère hauteur pour ces provenances testées. Le gain génotypique

conventionnel espéré ne donne pas une valeur importante avec ces valeurs de CVp ( $\Delta Gc = 3.8$  à  $8.7$  %).

L'évolution de la croissance en hauteur de ces groupes de provenances testés est illustrée dans le graphe n°11. Cette courbe de croissance en hauteur montre que les trois groupes de provenances s'écartent légèrement en fonction du temps. Après 65 mois, il y a une légère augmentation de l'accroissement dans chaque groupe de provenance. L'éclaircie effectuée à 72 mois peut expliquer cette variation. Le peuplement a donc réagi à l'éclaircie. La provenance (6) Ingham a tendance à atteindre le niveau de la meilleure provenance (3).



**Graphe n°11** : Courbe de croissance en hauteur de l'essai n°86 à Antsirinala

**\*- La surface terrière**

**Tableau n°44** : Résultats d'analyse des données en surface terrière de l'essai n°86 ( $m^2/ha$ )

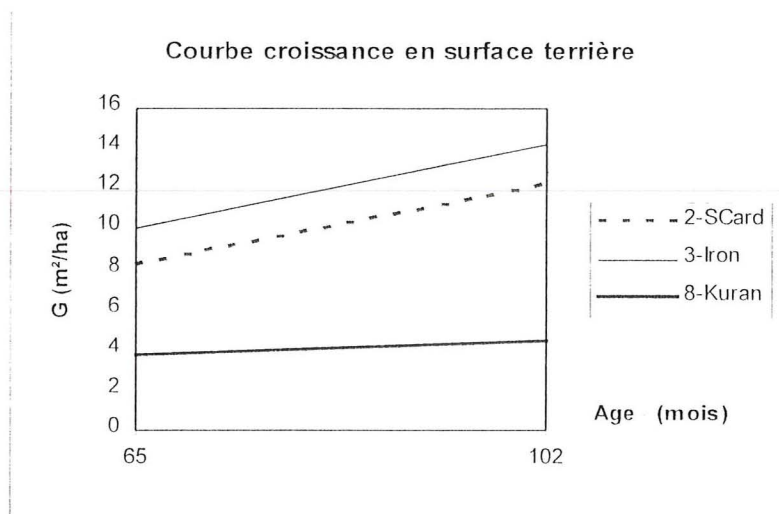
N°	Provenances	SGc18	CV	Rg	SG65	CV	Rg	SG102	CV	Rg
1	Oriomo	6.6 <sup>h</sup>	25	6	9.0 <sup>a</sup>	27	3	11.4 <sup>a</sup>	40	6
2	Iron Range	8.2 <sup>a</sup>	28	4	8.2 <sup>ab</sup>	24	4	12.2 <sup>a</sup>	38	5
3	20 km S of Cardwell	8.2 <sup>a</sup>	29	3	10.0 <sup>a</sup>	28	1	14.2 <sup>a</sup>	44	1
4	Iron Rang	8.7 <sup>a</sup>	29	2	8.2 <sup>abc</sup>	24	5	12.8 <sup>a</sup>	39	4
5	Lannercost	6.1 <sup>h</sup>	29	7	6.1 <sup>c</sup>	20	7	9.1 <sup>b</sup>	27	7
6	Ingham	8.2 <sup>a</sup>	28	5	7.6 <sup>bc</sup>	23	6	12.9 <sup>a</sup>	40	3
7	Kennedy	8.8 <sup>a</sup>	29	1	9.9 <sup>a</sup>	28	2	13.3 <sup>a</sup>	41	2
8	Kuranda	3.6 <sup>c</sup>	22	8	3.8 <sup>d</sup>	18	8	4.5 <sup>c</sup>	17	8
	<b>Moyenne</b>	<b>7.4</b>			<b>7.9</b>			<b>11.3</b>		
	<b>CVp</b>	<b>24.9</b>			<b>26.1</b>			<b>27.8</b>		
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.95</b>			<b>0.93</b>			<b>0.94</b>		
	<b><math>\Delta Gc</math></b>	<b>23.6</b>			<b>24.2</b>			<b>29.5</b>		
	<b>ddl</b>	<b>7</b>			<b>7</b>			<b>7</b>		
	<b>Test F</b>	<b>20.51</b>			<b>14.8</b>			<b>17.23</b>		
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>			<b>0.0001</b>		

Le classement des moyennes obtenues sur les caractères de croissance permet de classer les huit provenances en trois groupes. Avec des moyennes se trouvant entre  $11.4 - 14.2 m^2/ha$  à 102 mois les provenances (1), (2), (3), (4), (6) et (7) sont classées parmi les plus performantes. Par contre la provenance (8) se trouve en fin de classement avec une surface terrière moyenne de  $4.5 m^2/ha$ . La



seule provenance de PNG testée dans cet essai montre des performances moyennes par rapport aux autres. Dans les résultats d'analyse sur les parcelles réduites à 5 x 5 plants le classement des moyennes pour la surface terrière n'évolue pas sauf à 102 mois où les provenances (4) Iron Range et (6) Ingham prennent la première place (annexe n°12).

L'évolution de la croissance en surface terrière de ces groupes de provenances est présentée dans le graphe n°12. Ce graphe met en évidence la faible croissance de la provenance (8) Kuranda. Cette faiblesse s'explique par l'inadaptation de cette provenance aux conditions climatiques et édaphiques du milieu. L'écart de croissance entre les deux autres groupes de provenances se maintient de 65 à 102 mois.



**Graphe n°12 :** Courbe de croissance en surface terrière de l'essai n°86 à Antsirinala

**Au niveau des paramètres génétiques,** les coefficients de variation phénotypique observés permettent de dire qu'il y a une plus grande variabilité en surface terrière qu'en hauteur ( $CV_p(G) = 26.1\%$  à 65 mois). Cette variabilité phénotypique s'accroît avec l'âge. La variabilité intraprovenances est beaucoup plus importante par rapport à la variabilité interprovenances pour ce caractère ( $CV_{intra} = 27$  à  $44\%$ ). Ce caractère surface terrière est génétiquement héritable avec des valeurs de  $h^2_g$  oscillant autour de 0.81 et 0.93. On constate que l'héritabilité augmente avec l'âge.

L'analyse de variance des données sur l'essai n°86 réduit à 25 arbres par parcelle indique toujours une différence significative sur ce caractère surface terrière. Il n'y a pas de très grande variation au niveau de la variabilité phénotypique des caractères. Pour la hauteur le  $CV_p = 10\%$  dans la parcelle (7 x 7) passe à 9.9 % dans la parcelle (5 x 5). Pour la surface terrière, le  $CV_p = 27.8\%$  dans la parcelle (7 x 7) passe à 23.6% dans la parcelle (5x5) à 102 mois.

Le gain génotypique conventionnel augmente aussi avec l'âge car il est fonction de  $h^2_G$  et du  $CV_p$ . Il passe de 24.2 à 29.5%. Concernant les gains obtenus lors de l'éclaircie effectuée à 72 mois dans cet essai, l'analyse donne les résultats suivants :

L'éclaircie a apporté beaucoup plus de gain phénotypique en surface terrière qu'en hauteur ( $\Delta P(H) = 8.4\%$  et  $\Delta P(G) = 26\%$ ). Cela est dû à la faible variabilité du caractère hauteur et au critère de sélection phénotypique basé à la surface terrière. Ces valeurs de gains sont équivalentes à la sélection de 47.5 % des meilleurs arbres dans le peuplement si on considère le caractère hauteur et 38.5 % sur la surface terrière.

**Tableau n°45** : Résultats d'analyse des gains obtenus par éclaircie dans l'essai n°86

N°	Provenance	GH(65-102)	gG(65-102)
1	Oriomo	3.0	7.4
2	Iron Range	11.7	34.3
3	20 km S of Cardwell	1.9	9.5
4	Iron Rang	12.4	41.0
5	Lannercost	9.7	29.6
6	Ingham	12.5	46.6
7	Kennedy	8.7	26.6
8	Kuranda	7.8	24.3
	<b>Moyenne</b>	<b>8.4</b>	<b>27</b>
	<b>ΔP</b>	<b>8.4</b>	<b>26.0</b>
	<b>ΔG</b>	<b>7.3</b>	<b>23.6</b>
	<b>i</b>	<b>0.84</b>	<b>0.99</b>
	<b>ddl</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Test F</b>	<b>63.47</b>	<b>64.81</b>
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>

\*- Le volume

**Tableau n°46** : Résultats d'analyse de production en volume de l'essai n°86 (m<sup>3</sup>/ha)

N°	Provenances	VT65	ΔV65	CV	Rg
1	Oriomo	34.7 <sup>ab</sup>	6.4	64	3
2	Iron Range	27.5 <sup>bc</sup>	5.0	72	5
3	20 km S of Cardwell	39.8 <sup>a</sup>	7.3	56	1
4	Iron Rang	27.8 <sup>bc</sup>	5.1	90	4
5	Lannercost	21 <sup>cd</sup>	3.8	96	7
6	Ingham	27.2 <sup>bc</sup>	5.0	90	6
7	Kennedy	37.6 <sup>a</sup>	6.9	57	2
8	Kuranda	17.6 <sup>d</sup>	3.2	68	8
	<b>Moyenne</b>	<b>29.2</b>	<b>5.4</b>		
	<b>CVp</b>	<b>20.1</b>			
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.91</b>			
	<b>ΔGc</b>	<b>18.3</b>			
	<b>ddl</b>	<b>7</b>			
	<b>Test F</b>	<b>11.55</b>			
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>			

Les valeurs moyennes obtenues par provenance permettent de les classer en trois grands groupes de provenances dont les meilleures sont (3) 20 km S of Cardwell et (7) Kennedy avec des volumes moyens respectifs 39.8 et 37.6 m<sup>3</sup>/ha. Les provenances moins performantes dans l'essai sont (5) Lannercost et (8) Kuranda (VT = 17.5 m<sup>3</sup>/ha). Pour le volume, la variabilité interprovenance est très élevée et la valeur de h<sup>2</sup>G est élevée.

D'après ces résultats, la production moyenne de cet essai est autour de 29.2 m<sup>3</sup>/ha à 65 mois avec une productivité annuelle de 5.4 m<sup>3</sup>/ha. Par rapport aux résultats obtenus à Mahela, cette production est faible (à Mahela VT = 45.2 m<sup>3</sup>/ha à 50 mois).

### 3.4.2.2. Les caractères de forme

Les trois caractères de forme étudiés (nombre des brins, pourcentage des brins fourchus et pourcentage de brins droits) dans cette partie concernent notre inventaire à 102 mois.

**Tableau n°47** : Résultats d'analyse des données sur les caractères de forme de l'essai n°86

N°	Provenances	Nb102	Rg	PBF102	Rg	PBD102	Rg
1	Oriomo	2.5 <sup>a</sup>	7	29 <sup>b</sup>	6	44 <sup>ab</sup>	4
2	Iron Range	3.0 <sup>a</sup>	2	37 <sup>ab</sup>	3	31 <sup>ab</sup>	7
3	20 km S of Cardw	2.9 <sup>a</sup>	3	12 <sup>c</sup>	8	61 <sup>a</sup>	1
4	Iron Rang	3.3 <sup>a</sup>	1	49 <sup>a</sup>	1	21 <sup>b</sup>	8
5	Lannercost	2.7 <sup>a</sup>	5	38 <sup>ab</sup>	2	46 <sup>ab</sup>	3
6	Ingham	2.6 <sup>a</sup>	6	35 <sup>ab</sup>	4	39 <sup>ab</sup>	6
7	Kennedy	2.8 <sup>a</sup>	4	31 <sup>ab</sup>	5	39 <sup>ab</sup>	5
8	Kuranda	1.7 <sup>b</sup>	8	20 <sup>bc</sup>	7	49 <sup>ab</sup>	2
	<b>Moyenne</b>	<b>2.7</b>		<b>31.4</b>		<b>41.5</b>	
	<b>CVp</b>	<b>16.0</b>		<b>36.2</b>		<b>28.2</b>	
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.82</b>		<b>0.86</b>		<b>0.64</b>	
	<b>ΔGc</b>	<b>13.1</b>		<b>31.1</b>		<b>18.0</b>	
	<b>ddl</b>	<b>7</b>		<b>7</b>		<b>7</b>	
	<b>Test F</b>	<b>5.88</b>		<b>7.39</b>		<b>2.78</b>	
	<b>Proba</b>	<b>0.0007</b>		<b>0.0002</b>		<b>0.0329</b>	

Le test de Fischer montre qu'il y a des différences significatives pour les trois caractères. Au niveau du nombre de brins par provenance, le coefficient de variation phénotypique atteint 16 %. La provenance (4) Iron Range présente beaucoup plus de brins (Nb=3.3) suivie de la provenance (3) S of Cardwell. Les arbres de (1) Kuranda sont les moins multicaules (Nb = 1.7). Concernant le pourcentage de brins fourchus (PBF) et le pourcentage de brins droits (PBD) la variabilité phénotypique est très élevée (CVp > 20%). La provenance (4) Iron Range est la plus fourchue dans le peuplement et montre un faible pourcentage de brins droits (PBF = 49%, PBD = 21%). Par contre la provenance (3) 20 km S of Cardwell présente 12% seulement de brins fourchus et 61% de brins droits. L'héritabilité génotypique est élevée pour ces caractères de forme.

### 3.4.2.3. Corrélations des caractères

rp	H65	G65	G102	Nb102	PBF102	PBD102
H65	1.000 (0.000)					
G65	0.697*** (0.0001)	1.000 (0.000)				
G102	0.035 (0.373)	0.008 (0.833)	1.000 (0.000)			
Nb102	0.030 (0.444)	-0.002 (0.959)	0.664*** (0.0001)	1.000 (0.000)		
PBF102	0.030 (0.448)	0.031 (0.422)	0.057 (0.148)	0.049 (0.212)	1.000 (0.000)	
PBD102	-0.027 (0.483)	-0.017 (0.663)	0.038 (0.318)	-0.182*** (0.0001)	-0.407*** (0.0001)	1.000 (0.000)

Les coefficients de corrélations phénotypiques à 65 mois indiquent que le caractère hauteur et la surface terrière sont corrélés positivement (rp = 0.697). La sélection basée l'un de ces caractères permet donc d'espérer un gain pour les deux. Mais vu la faible variabilité du caractère hauteur, il est



préférable d'axer la sélection sur la surface terrière qui a une variabilité élevée. Le nombre de brins et la surface terrière sont corrélés positivement. Les arbres présentant plusieurs brins ont donc une surface terrière plus grande. Des corrélations négatives sont observées entre PBD / PBF et entre PBD / Nb. Plus le nombre de brins est important plus le pourcentage de brins droits diminue. On constate donc d'après cette étude que les arbres à plusieurs brins ne présentent pas de bonne forme mais donnent une production élevée.

#### **3.4.2.4. Conclusion sur l'essai n°86**

L'étude effectuée sur cet essai n°86 indique que la variabilité des caractères de croissance est plus importante au niveau de la surface terrière. La variabilité intraprovenance est supérieure par rapport à la variabilité interprovenance. Les valeurs de  $h^2_G$  qui sont élevées pour les caractères de croissance montrent que la constitution des phénotypes est fortement influencée par le génotype. Concernant le gain génotypique conventionnel, la sélection basée sur la surface terrière permet d'espérer beaucoup plus de gain .

Deux groupes de provenances seulement se distinguent dans cet essai pour les caractères agronomiques. Parmi les meilleures on trouve les provenances (3), (7), (6), (4), (2), (1). Pour les provenances qui sont testées à Antsirinala et à Mahela ((7) Kennedy, (3) 20 km of Cardwell, (4) Iron Range) les résultats obtenus dans cet essai sont inférieurs à ceux que l'on a obtenu à Mahela en considérant la surface terrière.

L'étude effectuée dans les parcelles réduites à 5x5 plants ne montre pas de grande différence à ceux obtenus dans les parcelles de 7x7 plants au niveau du classement des provenances et des coefficients de variation phénotypique. On peut donc considérer le peuplement tout entier pour l'analyse de l'essai.

Pour les caractères de forme, les provenances ayant plusieurs brins sont les plus fourchues et ont de faibles pourcentages de brins droits. Il s'agit des provenances (2) et (4) Iron Range.

Concernant la reproduction, le taux de floraison est inférieur par rapport à celui de Mahela.

### 3.4.3.Synthèse des résultats et bilan sur l'espèce

La synthèse est ici basée sur les différents caractères analysés : caractères agronomiques, caractères de forme et caractères de reproduction. Les résultats des deux essais à Antsirinala et à Mahela présentent des différences importantes au niveau de la croissance. Les provenances testées dans ces deux stations sont originaires de Queensland et de Papouasie Nouvelle Guinée avec en plus une provenance de Côte d'Ivoire et une provenance commerciale du Setropa pour Mahela.

\*- **En terme de croissance**, les provenances de Queensland sont toujours les meilleures dans les deux sites. Mais à Mahela ces provenances sont beaucoup plus performantes en croissance. Les résultats obtenus sur les provenances : Kennedy, Iron Range, 20 km of Cardwell qui sont communes aux deux essais montrent cette différence de performance. Dans les deux sites la provenance Iron Range reste toujours inférieure à celle de Kennedy et 20 km S Cardwell. A Mahela, les meilleures provenances atteignent une surface terrière de 6.8 à 10.8 m<sup>2</sup>/ha à 50 mois (densité 312 arbres/ha) tandis qu'à Antsirinala les valeurs sont autour de 8.2 à 10 m<sup>2</sup>/ha (densité 453 arbres/ha) à 65 mois. Pour le peuplement, la moyenne générale de la surface terrière individuelle est très différente entre les deux sites : 265 cm<sup>2</sup> à Mahela à 4 ans et 10 mois , 73 cm<sup>2</sup> près de 5 ans à Antsirinala (cf : annexe n°13). Pour la hauteur, il y a également de grande différence entre la moyenne des deux sites . A l'âge de 58 mois, le peuplement à Mahela atteint 12.3 m de hauteur tandis que l'essai d'Antsirinala n'atteint que 7 m à 65 mois. Cela donne une idée de la fertilité du sol à Antsirinala (sols ferrallitiques fortement désaturés présentant des carences en Phosphore et en Zinc).

La supériorité des provenances de Queensland à Mahela s'explique par les conditions climatiques de la station. Les provenances de Queensland bénéficient d'une pluviométrie annuelle de 1.600 à 2.600 mm similaire à celle de Mahela (A Antsirinala la pluviométrie tourne autour de 1.400 mm). La variation d'altitude entre les deux sites peut expliquer aussi la différence de croissance entre les deux essais.

Pour cette espèce les caractères de croissance sont de bons critères de sélection, en particulier la surface terrière qui présente beaucoup plus de variabilité et une héritabilité plus élevée. Cela se vérifie sur les deux sites. A l'intérieur de chaque provenance, la variabilité est beaucoup plus importante en surface terrière qu'en hauteur dans les deux essais.

Le gain génotypique qui dépend de l'héritabilité génotypique et de la variabilité génotypique prend des valeurs plus élevées pour le caractère surface terrière. La sélection directe basée sur ce caractère permet d'espérer un gain conventionnel supérieur de 12 % à Mahela et plus de 20 % à Antsirinala. Ce gain conventionnel diminue avec le temps à Mahela.

\*- **Les caractères de forme** : Pour l'espèce, c'est le caractère nombre de brins qui donne des valeurs significativement différentes au niveau des moyennes, variabilité et héritabilité. Il est corrélé positivement avec les caractères de croissance. Cela veut dire que les arbres à plusieurs brins sont les plus productifs. Pour l'espèce, on peut considérer alors le nombre de brins comme critère de sélection mais cela dépend de l'objectif de production.

\*- **Le caractère de reproduction** : Le taux de floraison est inférieur à Antsirinala par rapport à celui de Mahela. Pour ce dernier, le taux de floraison a atteint 83.5% à 58 mois (mois de juin).

\*- **Au niveau de la productivité** : Les valeurs de la productivité totale des peuplements pour les deux essais permet de les classer :

1<sup>er</sup>- essai n°108

2<sup>ème</sup>- essai n° 86

La production en surface terrière arrive à 12.8 m<sup>2</sup>/ha à Mahela à l'âge de 4 ans et 10 mois alors que l'essai n°86 d'Antsirinala ne produit que 7.8 m<sup>2</sup>/ha à 5 ans et 5 mois avec une densité plus importante. En volume, la production atteint 45.2 m<sup>3</sup>/ha à 5 ans à Mahela. La production pour cette espèce est donc importante. Au Congo, la productivité annuelle en bois sec est de 14.1 t/ha/an à l'âge de 7.5 ans, et avec une densité de bois 0.5 la production en volume serait 22 m<sup>3</sup>/ha/an (Reversat et al, 1993). Au Sabah, la production annuelle observée est de 20 à 40m<sup>3</sup>/ha à l'âge de 5 ans.(National Académie of Science, 1983).

**Par rapport à *Acacia auriculiformis***, cette espèce est légèrement moins productive. A l'âge de 50 mois celle ci produit en moyenne 46.6 t/ha ou 49.9 m<sup>3</sup>/ha de bois (productivité moyenne des trois essais) tandis que l'*Acacia mangium* donne 43 t/ha ou 42.4 m<sup>3</sup>/ha.



## 4.RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES D'AMELIORATION

Les résultats de l'étude permet de tracer la base technique et scientifique suivante :

- pour les deux espèces d'Acacia : *Acacia mangium* et *Acacia auriculiformis*, c'est la **surface terrière** qui est le **caractère de croissance le plus héritable génotypiquement** et présente la **variabilité la plus importante**. Pour l'amélioration de ces espèces, il est recommandé d'axer la sélection sur ce caractère corrélé positivement avec les autres caractères de croissance.

- la pluviométrie est un indicateur de performance des provenances pour ces deux espèces. Ce sont les **provenances de Queensland qui se comportent mieux dans cette région orientale**. Par rapport aux résultats déjà obtenus sur les hauts plateaux où la croissance est lente pour ces deux espèces (BOUVET , 1989). On peut dire aussi que l'altitude a des effets sur le comportement pour ces espèces en particulier l'*Acacia mangium*. **Il se comporte mieux dans les régions de basse altitude**.

Pour l'importation de graines de ces espèces (dans l'objectif de réimplanter de nouveaux vergers à graines), les provenances suivantes sont recommandées :

- *Acacia auriculiformis* : (15)Coen Cape York, (16)Coen River Cape York, (17)Archer River Cape York, (18)Wenlock River toutes originaires de Queensland , (4)Mibini Swamp et (5)Bandaber N of Bula originaire de Papouasie Nouvelle Guinée.

- *Acacia mangium* : (5)Kennedy de Queensland , (11)Sabah Ex Oriomo de PNG.

Concernant les graines issues de ces vergers, les graines produites par l'essai n°118, constitué par les provenances de Queensland, sont préférables pour une utilisation dans cette région orientale.

Les résultats d'analyse ont montré que la variabilité intraprovenance est plus forte que la variabilité interprovenance. Il est donc justifié de continuer la sélection intraprovenance. Pour la gestion future des vergers, la sélection intra parcelle peut être pratiquée pour la sélection d'arbres élites. Sur cette dernière sélection, on peut considérer en plus le caractère phénologique (élimination des arbres qui ne fleurissent pas). La sélection interprovenance est à déconseiller pour pouvoir garder une base génétique large pour chaque espèce, ainsi les provenances testées ne présentent pas un comportement tel qu'elles seraient à éliminer.

Les graines produits sur les arbres élites pourraient être utilisées immédiatement dans le reboisement. On pourrait passer également à la mise en place de vergers à graines de descendance. Pour la suite du programme d'amélioration de ces espèces, la réintroduction des meilleures provenances peut être envisagée (les provenances de Queensland).

## 5. CONCLUSION GENERALE

A Madagascar la demande en graines pour ces espèces d'Acacia ne cesse d'augmenter depuis quelques années. La mise en place de ces vergers à graines ainsi que les résultats d'amélioration obtenus mettent ces Acacia en bonne place parmi les espèces de reboisement. L'évaluation des résultats d'essai d'introduction des Acacia australiens, en particulier *Acacia mangium* et *Acacia auriculiformis* dans la région Est de Madagascar constitue une base importante dans l'avenir de l'amélioration génétique de ces espèces et assure la promotion de ces dernières dans le reboisement.

Pour les deux espèces, l'étude nous permet de conclure que :

- ce sont les caractères de croissance, en particulier **la surface terrière** qui présente **le plus d'intérêt pour l'amélioration**. Cela s'explique par l'existence d'une variabilité plus importante à l'intérieur des provenances testées. Les valeurs d'héritabilité génétique importantes sur ce caractère signifient que la variation environnementale ne joue qu'un rôle secondaire dans la constitution des phénotypes. Le transfert des caractères parentaux chez les descendants est alors assuré. Ce caractère constitue le **meilleur critère de sélection** pour ces espèces. L'amélioration de la valeur moyenne estimée pour ce caractère est importante.

- parmi les provenances testées quelle que soit l'espèce considérée, ce sont celles de Queensland qui présentent les meilleures performances. Concernant *Acacia auriculiformis*, le peuplement atteint 14 m en hauteur à l'âge de 50 mois, atteint près de 13 m<sup>2</sup>/ha en surface terrière et produit 60t/ha. Pour *Acacia mangium*, la hauteur atteint 13 m, la surface terrière et le poids atteignent près de 10 m<sup>2</sup>/ha et 54 t/ha à l'âge de 58 mois.

- au niveau des caractères de forme, le nombre de brins varie d'un essai à l'autre pour *Acacia auriculiformis* et d'un site à l'autre pour l'*Acacia mangium*. Entre les deux espèces, c'est *Acacia mangium* qui développe le nombre de brins le plus faible. Pour *Acacia auriculiformis*, ce sont les provenances de Queensland qui présentent le moins ce caractère. Mais ce sont ces provenances qui produisent beaucoup plus de bois dans les essais. Les autres caractères de forme ne donnent pas de valeurs importantes au niveau de l'héritabilité génotypique.

L'étude de la productivité de ces deux espèces montre qu'il n'y a pas de très grande différence entre les deux. Les productions obtenues à Mahela varient de 36.6 à 59 m<sup>3</sup>/ha pour *Acacia auriculiformis* et de 45.2 m<sup>3</sup>/ha pour *Acacia mangium*. Les résultats observés ailleurs ne permettent pas de comparer avec les nôtres compte tenu des conditions d'expérimentations différentes.

- les différentes éclaircies effectuées ont déjà apporté des améliorations au niveau des valeurs moyennes des caractères de croissance (hauteur et surface terrière).

Pour *Acacia auriculiformis*, la comparaison des différentes provenances testées dans les trois essais donne le classement suivant :

- provenances les meilleures : ce sont toutes les provenances de Queensland sauf Springvale HLD et Rifle Creek. Il est donc conseiller de les utiliser dans la suite du programme d'amélioration (réintroduction).

- provenances de performance moyenne : il s'agit des provenances de Papouasie Nouvelle Guinée (sauf Mai Kussa River, Balamuk), les provenances du Territoires du Nord et Springvale HLD et Rifle Creek de Queensland.

- Les provenances Mai Kussa River et Balamuk de Papouasie Nouvelle Guinée sont les plus faibles. Il est déconseiller de les importer à nouveau.

Pour *Acacia mangium*, l'étude aboutit à la classification selon la performance des provenances suivantes :

- provenances performantes qui sont à conseiller : il s'agit des provenances de Queensland Kennedy et Sabah Ex Oriomo.
- provenances moyennes : toutes les provenances de PNG et Queensland (sauf les deux citées ci-dessus)
- la provenance du Setropa est à déconseiller vue sa faible performance.

La croissance d'*Acacia mangium* varie d'une station à une autre. Dans la région de basse altitude (Mahela) elle est plus importante tandis qu'en altitude (Antsirinala) elle est plus lente. Ce dernier résultat était observé dans l'étude de BOUVET en 1989 sur cette espèce. Cette croissance plus faible en altitude est attribuée aux conditions climatiques (pluviométrie et température) de la station qui sont différentes de l'aire d'origine des provenances.

Vu la productivité du peuplement de chaque essai et le résultat d'étude sur la densité du bois, ces deux espèces sont déjà exploitables en bois de feu depuis l'âge de trois ans. L'étude faite par le projet sur la carbonisation du bois a montré aussi qu'à cet âge la carbonisation est possible et que les rendements obtenus n'étaient pas différents de ceux obtenus sur l'*Eucalyptus* (résultats en annexe n°14).

En amélioration et pour la gestion future des vergers à graines, la sélection intra parcelle doit être poursuivie. Les graines issues des arbres élites pourraient être utilisées comme variété améliorée. Les graines issues de l'essai n°118 pour *Acacia auriculiformis* sont à conseiller pour l'utilisation dans la région orientale de Madagascar.

Par la suite, la mise en place de vergers de descendances issus de ces arbres élites pourrait s'envisager. Cela permettrait d'atteindre un potentiel de production suffisant pour ces espèces afin de satisfaire les besoins de la foresterie malgache en matériel génétique amélioré à court et à long terme.



## BIBLIOGRAPHIE

**1- BLASER.J et al (1993)**

Choix des essences pour la sylviculture à Madagascar. Akon'ny Ala n° 12-13 - Bulletin du Département des Eaux et Forêts de l'ESSA, p 70-71 ; 74-75.

**2- BOULAND et al (1984)**

Forest trees of Australie. CSIRO Australie - p 24-25

**3- BOUVET.J M (1989)**

Introduction d'Acacias Australiens sur les hauts plateaux malgaches : Analatsara - Manankazo - Lac Alaotra. CENRADERU/DRFP - Note interne n° 619, 28 p.

**4- BOUVET.J M - ANDRIANIRINA.G (1989)**

Amélioration génétique des feuillus exotique à Madagascar - Bilan et perspectives pour les cinq prochaines années. CENRADERU/DRFP - Note interne n° 613.

**5- CHAIX G. (1996)**

Cadre des activités du projet création de vergers à graines d'espèces forestières - Objectifs et Situation. FOFIFA/DRFP/Cirad-forêt - Projet F.E.D. 6 ACP MAG 84, 7p.

**6- DAGNELIE.P (1975)**

Théorie et méthode statistiques - Applications agronomiques. Les Presses Agronomiques de Gembloux, A.S.B.L - Belgique - Volume 2, 463p.

**7- DELEGATION DE LA COMMISSION EUROPEENNE A MADAGASCAR (1998)**

Lettre d'Information N°67. Octobre 1998 - Union Européenne, 8 p.

**8- DUPUY.B - N'GUESSAN.K (1990)**

Sylviculture de l'*Acacia mangium* en basse Côte d'Ivoire. Bois et Forêts des Tropiques - Cirad-forêt - Revue n° 225 - p 24-32.

**9- KAMIS.A et al (1994)**

Three year performance of international provenance trials of *Acacia auriculiformis*. Item - Forest Ecology and Management 70 (1994) 147- 158.

**10- LEBOT.V (1994)**

Le programme d'amélioration génétique des feuillus exotiques destinés aux reboisements à Madagascar. Projet F.E.D. 6 ACP MAG 84 - FOFIFA/Cirad-forêt, 247p.

**11- LEBOT.V (1996)**

L'amélioration génétique des feuillus exotiques à Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques - Cirad-forêt - Revue n°247, p 21-36.

**12- LESUEUR.D et al (1994)**

Croissance et nodulation d'*Acacia mangium*. Bois et Forêts des Tropiques - Revue n° 241, p 29-35.

**13- NANSON A (1974)**

Génétique et amélioration des arbres forestiers. Station de Recherche des Eaux et Forêts Groenendal Hoeilaart 5 (Belgique)

**14- RAKOTOVAO.G (1997)**

Support de cours de Technologie de bois. 4è année ESSA - Département des Eaux et Forêts

**15- RANAIVOSON.L (1989)**

Test de provenances d'*Eucalyptus grandis* à Madagascar. Mémoire de DEA - EE.S Sciences, 38p.

**16- RANAIVOSON.L (1993)**

*Eucalyptus robusta* S M : Etude de l'amélioration génétique à Madagascar.

Thèse de doctorat ingénieur en science agronomique, 213p.

**17- REVERSAT et al (1993)**

Biomasse, minéralomasse et productivité en plantation d'*Acacia mangium* et d'*Acacia auriculiformis* au Congo. Bois et Forêts des Tropiques - Cirad-forêt - Revue n° 238 - p 35-44.

---

# ANNEXES

## Annexe n°1

### Liste des consommateurs des graines d'*Acacia mangium* et d'*Acacia auriculiformis* au SNGF durant la période 1997 - 1998

<i>Acacia auriculiformis</i>	<i>Acacia mangium</i>
- A.N.A.E	- Conservation International Zahamena
- C.I Ambatondrazaka	- FIFAMANOR
- C.I Ankarafantsika	- Green-mad
- E.A.S.T.A Iboaka	- G.T.Z / P.D.F.I.V
- Green-mad	- Mission Japonaise
- Qit Madagascar	- Opération Malaza
- Particuliers	- P.P.I Fianarantsoa
	- P.N.U.D / F.A.O
	- Projet de reboisement
	- Qit Madagascar
	- S.A.F / F.J.K.M
	- T.E.D
	- Université Tamatave
	- Particuliers

(SNGF)



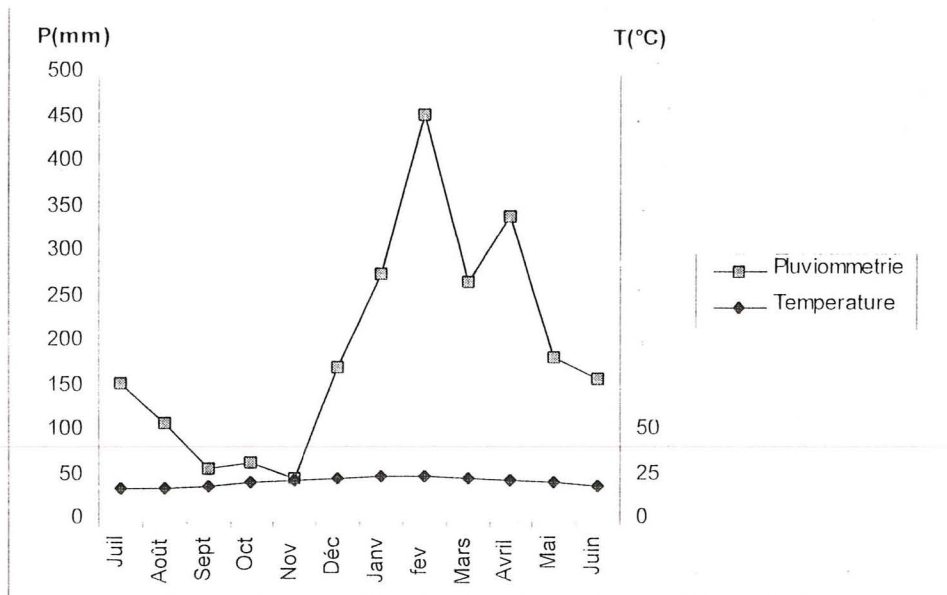
## Annexe n°2

**Exemple de blocs d'amélioration lors de la plantation puis à maturité après éclaircies successives**

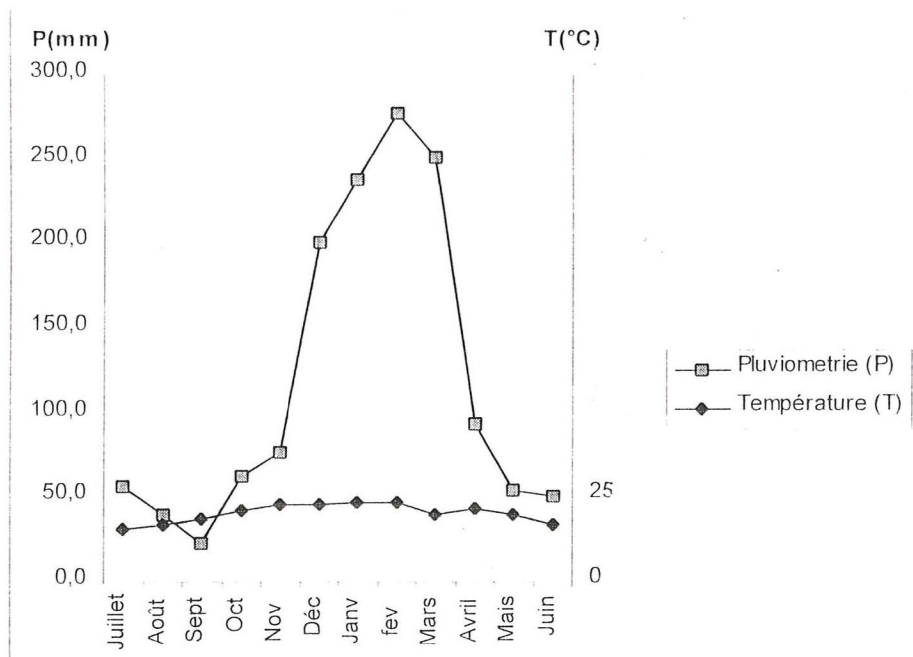
1 1 1 1	4 4 4 4	11 11 11 11	16 16 16 16
1 1 1 1	4 4 4 4	11 11 11 11	16 16 16 16
1 1 1 1	4 4 4 4	11 11 11 11	16 16 16 16
1 1 1 1	4 4 4 4	11 11 11 11	16 16 16 16
5 5 5 5	9 9 9 9	3 3 3 3	10 10 10 10
5 5 5 5	9 9 9 9	3 3 3 3	10 10 10 10
5 5 5 5	9 9 9 9	3 3 3 3	10 10 10 10
5 5 5 5	9 9 9 9	3 3 3 3	10 10 10 10
12 12 12 12	7 7 7 7	14 14 14 14	15 15 15 15
12 12 12 12	7 7 7 7	14 14 14 14	15 15 15 15
12 12 12 12	7 7 7 7	14 14 14 14	15 15 15 15
12 12 12 12	7 7 7 7	14 14 14 14	15 15 15 15
2 2 2 2	13 13 13 13	8 8 8 8	6 6 6 6
2 2 2 2	13 13 13 13	8 8 8 8	6 6 6 6
2 2 2 2	13 13 13 13	8 8 8 8	6 6 6 6
2 2 2 2	13 13 13 13	8 8 8 8	6 6 6 6
1	4	11	16
5	9	3	10
12	7	14	15
2	13	8	6

### Annexe n°3

#### Courbes ombrothermiques des régions de Moramanga et Brickaville



**Graph 1:** Les courbes ombrothermiques de la région de Brickaville.



**Graph 2:** Le courbes ombrothermique de la région de Moramanga.

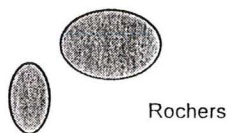




**Essai n°108 : Vergers à graines d'amélioration de provenances d'*Acacia mangium*.**

**STATION DE MAHAELA**

									5	5	5	3			
							12	3	5	12	3	5			
				12	3	4	5	12	4	5	3				
		10	4	3	5	12	6	10	5	6	12	10	3		
10	6	5	10	6	3	4	12	4	7	10	3	6	5		
4	5	2	3	6	4	8	7	3	9	4	6	2	8	9	
5	7	10	3	11	5	2	11	1	3	7	5	12	8		
3	9	1	12	8	10	12	4	3	12	10	1	9	1		
12	3	8	2	5	9	11	1	5	2	5	9	3	12	4	8
6	4	11	1	12	8	6	4	10	1	6	10	8	7		
5	7	10	6	2	12	3	7	9	7	11	2	5	1		
3	2	7	5	9	10	4	4	5	12	8	5	9	7	10	
4	11	6	1	4	8	2	11	1	3	12	1	6	3	5	
12	3	1	10	12	6	8	9	7	2	11	4	10	3		
4	9	3	1	6	12	5	8	10	7	12	6	4	9		



N

16	9	8	1
15	10	7	2
14	11	6	3
13	12	5	4

Détail parcelle

Route

Pépinière

Plantation les 07-08/04/93

Ecartement 2 x 2 mètre en carré

Terrain 2 fois labouré, plantation sans engrais

Dispositif en blocs complet (9)

Unité expérimentale de 16 plants (4 x 4)

Parcelle de 16 plants en bordure autour de l'essai

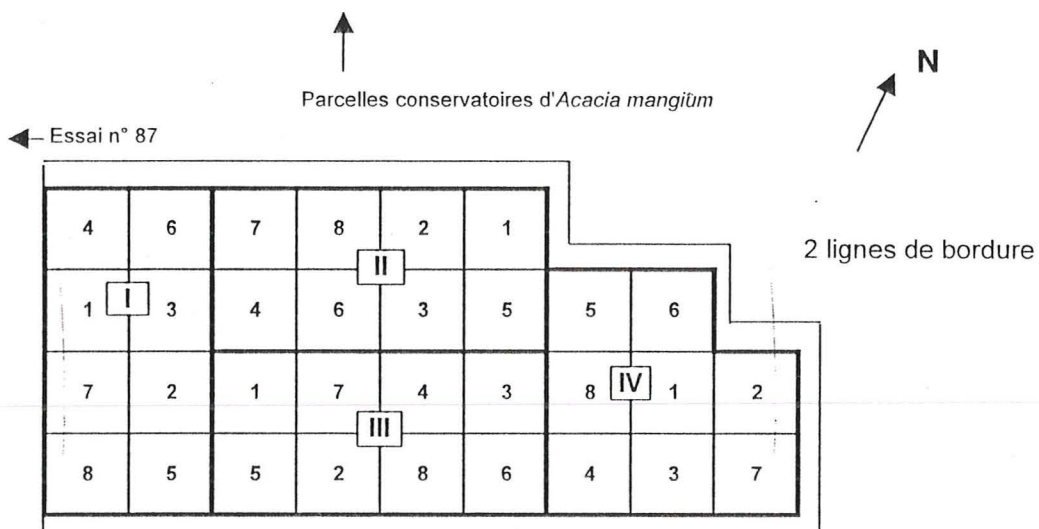
Surface totale : 1ha 17a 76ca

7 Numéro de bloc

Trait	N° lot	Provenance	Pays	Longitude	Latitude	Alt	Nbsem
1	844603N	Claudie River	Australie Qld	143° 13'E	12° 44'	60	6
2	844606N	Sidei Manokwari	Iran Jaya	133° 34'E	0° 46' S	30	15
3	866672N	20km S Cardwell	Australie Qld	145° 50'E	18° 26'	12	20
4	877513N	Iron Range	Australie Qld	143° 14'E	12° 43'	40	16
5	877285N	Kennedy	Australie Qld	12° 43' E	18° 10'	20	20
6	919459N	Sangoue	Cote d'Ivoire	5° 31' W	6° 17' N	200	Inc
7	919146N	Winpim District	Papouasie NG	142° 52'E	8° 47' S	45	20
8	929605N	Sabah ex Balamuk	Papouasie NG	118° 15'E	5° 00' S	100	Inc
9	929606N	Sabah ex Toko	Papouasie NG	118° 15'E	5° 00' S	100	Inc
10	929607N	Sabah ex Lokwa	Papouasie NG	118° 15'E	5° 00' S	0	Inc
11	929608N	Sabah ex Oriomo	Papouasie NG	118° 15'E	5° 00' S	100	Inc
12	92017		Setropa	Inc	Inc	Inc	Inc

## Essai n° 86 : Test comparatif de provenances d'*Acacia mangium*

STATION D'ANTSIRINALA



Plantation 5 Janvier 1989

Labour en plein et trouaison

Fertilisation 100g NPKZn (8-16-24-2) / trou

Ecartement 3 x 3 mètre en carré

Blocs complets (4)

III Numéro de bloc

Unité expérimentale de 49 plants (7 x 7)

Parcelle utile 25 plants (5 x 5)

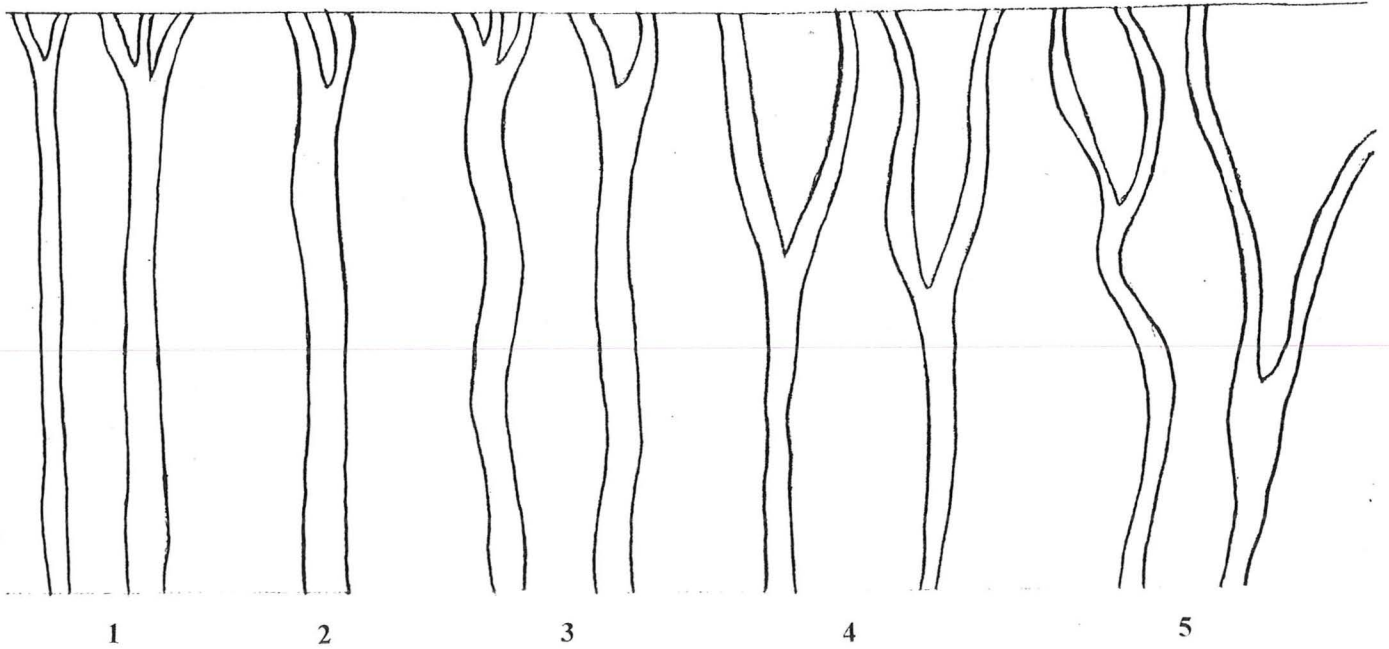
2 lignes de bordure partiellement autour de l'essai

Surface 1,8 ha

N°	N° lot	Provenance	Pays	Long	Lat	Alti	Nb sem
1	15644 N	Oriomo	Papouasie NG	143° 09' E	08° 48' S	0	14
2	15677 N	Iron Range	Australie Qld	143° 14' E	12° 43' S	40	21
3	15237 N	20 km S of Cardwell	Australie Qld	145° 50' E	18° 26' S	12	20
4	877513 N	Iron range	Australie Qld	143° 14' E	12° 43' S	40	16
5	877281 N	Lannercost	Australie Qld	145° 53' E	18° 38' S	50	15
6	877282 N	Ingham	Australie Qld	146° 02' E	18° 30' S	50	20
7	877285 N	Kennedy	Australie Qld	145° 50' E	18° 10' S	20	20
8	877286 N	Kuranda	Australie Qld	145° 31' E	16° 44' S	400	15

## Annexe n°5

### Appréciation qualitative de forme des arbres



Cotation	Description
1 =>	Droit, sans fourche
2 =>	Légèrement tortueux
3 =>	Tortueux, partiellement droit
4 =>	droit jusqu'à 2 à 3m de hauteur, présentant des fourches
5 =>	Fût irrégulière, fortement tortueux



## Annexe n°6

### Modèle de fiche d'inventaire (*Acacia auriculiformis*)

Essai n°: 116

Effectué par:

Date:

B	T	A	H42	Htot	Ca	Cb	Cc	Cd	Ce	Cf	F	Fl	Fr	Obs

**B** : numéro du bloc

**T** : numéro du traitement

**A** : Numéro de l'arbre

**H42** : hauteur à 42 mois (données au dernier inventaire)

**Htot** : hauteur totale (notre inventaire à 50 mois)

**Ca à Cn** : circonférence à 1.30 m de chaque brins

**F** : fourchaison

**Fl** : floraison

**Fr** : fructification

**Obs** : Observation

## Annexe n°7

### Types de programme et résultats bruts obtenus par le logiciel SAS

#### \*- Programmation pour l'analyse des données sur la surface terrière et le poids à 50 mois de l'essai n°116

##### - Transformation

```
FILENAME e116'116.dbf;
PROC DBF DB3=e116 OUT=donnees;
run;
Data donD;
  set donnees;
  IF g50=0 then delete;
  P50=-22.633581+0.540951*g50;
  AMAP50=12*P50/50;
  keep b t a G50 P50 AMAP50;
run;
Proc sort DATA=donD;
by b t;
run;
```

##### - Calcul de la moyenne générale et somme par parcelle

```
Proc means data=donD noprint;
by b t;
var G50 P50 AMAP50;
output out=donDD1
mean= mG50 mP50 mAMAP50
sum=s1G50 s1P50;
run;
```

##### - Transformation des données

```
DATA donDD;
set donDD1;
sG50=(s1G50*10000)/(100*10000);
sP50=(s1P50*10000)/(100*10000);
Keep b t sG50 sP50;
run;
Proc sort DATA= donDD;
by b t;
run;
```

##### - Analyse de variance et comparaison des moyennes

```
PROC GLM DATA=donDD;
CLASS b t;
MODEL sG50 sP50 =b t;
MEANS b t / SNK alpha=0.05;
run;
Proc means data=donDD NOPRINT;
by b;
VAR sG50 sP50;
output out=donDDD
MEAN= mbsG50 mbsP50;
run;
Proc means data=donDD NOPRINT;
VAR sG50 sP50;
```

```

output out=donDDDD
MEAN= mgsG50 mgsP50;
run;
Proc print DATA=donDDDD;
run;

```

**- Calcul de coefficient de variation par traitement ajustés de l'effet bloc**

```

DATA donD1;
MERGE donD donDD donDDD;
By b;
run;
DATA donD2;
MERGE donD1 donDDDD;
By _type_;
run;
DATA donD3;
SET donD2;
xsG50=mgsG50-mbsG50;
asG50=sG50+xsG50;
xsP50=mgsP50-mbsV50;
asP50=sP50+xsP50;
KEEP b t asG50 asP50;
run;
Proc sort DATA=donD3;
By b t;
run;
PROC SORT DATA=donD3;
By t;
PROC MEANS DATA=donD3 NOPRINT;
by t;
VAR asG50 asP50;
OUTPUT OUT=donD4
CV= ctsG50 ctsP50
MEAN= mtsG50 mtsP50;
run;
PROC PRINT DATA=donD4;
run;

```



\*- Résultats d'analyse des données en surface terrière et poids à 50 mois de l'essai 116

- Résultats d'analyse de variance

General Linear Models Procedure  
Class Level Information

Class	Levels	Values
B	13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
T	8	1 2 3 4 5 6 7 8

Number of observations in data set = 103

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: SG50

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	232.6212704	12.2432248	4.29	0.0001
Error	83	237.1369714	2.8570719		
Corrected Total	102	469.7582418			
	R-Square	C.V	Root MSE		SG50 Mean
	0.495194	21.22864	1.690288		7.96229806

Dependent Variable: SG50

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	12	85.3796198	7.1149683	2.49	0.0077
T	7	147.2416506	21.0345215	7.36	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	12	79.8893206	6.6574434	2.33	0.0126
T	7	147.2416506	21.0345215	7.36	0.0001

Dependent Variable: SP50

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	6448.279985	339.383157	4.54	0.0001
Error	83	6203.240874	74.737842		
Corrected Total	102	12651.520858			
	R-Square	C.V.	Root MSE		SP50 Mean
	0.509684	25.46215	8.645105		33.9527755

Dependent Variable: SP50

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	12	2328.457203	194.038100	2.60	0.0056
T	7	4119.822782	588.546112	7.87	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	12	2187.952234	182.329353	2.44	0.0090
T	7	4119.822782	588.546112	7.87	0.0001

- Classement des moyennes par bloc selon la méthode de Student-Newman-Keuls

General Linear Models Procedure

Student-Newman-Keuls test for variable: SG50

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses. Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	B
A	9.902	7	11

B	A	8.596	8	9
B	A	8.420	8	5
B	A	8.357	8	8
B	A	8.291	8	7
B	A	8.254	8	13
B	A	8.231	8	6
B	A	8.144	8	10
B	A	7.908	8	4
B	A	7.835	8	3
B	A	7.227	8	2
B		6.599	8	1
B		5.988	8	12

General Linear Models Procedure

Student-Newman-Keuls test for variable: SP50

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	B
A	43.216	7	11
B	37.448	8	9
B	36.493	8	5
B	36.154	8	8
B	36.081	8	7
B	35.599	8	13
B	35.473	8	6
B	35.001	8	10
B	33.726	8	4
B	33.328	8	3
B	30.043	8	2
B	26.642	8	1
B	23.339	8	12

- Classement des moyennes par traitement selon la méthode de Student-Newman-Keuls

General Linear Models Procedure

Student-Newman-Keuls test for variable: SG50

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	T
A	10.007	13	5
A	9.277	13	4
B	8.522	13	2
B	8.336	13	8
B	C	13	3
B	C	13	1
	C	13	7
	C	12	6

General Linear Models Procedure

Student-Newman-Keuls test for variable: SP50

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under

the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	T
A	44.382	13	5
A	41.130	13	4
B A	37.046	13	2
B A	36.039	13	8
B C	30.871	13	3
B C	29.909	13	1
C	26.071	13	7
C	25.525	12	6

**- Moyenne générale**

OBS	TYPE	FREQ	MGSG50	MGSP50
1	0	103	7.96230	33.9528

**- Coefficient de variation et moyenne par traitement**

OBS	T	TYPE	FREQ	CTSG50	CTSP50	MTSG50	MTSP50
1	1	0	13	13.6390	20.0789	7.18398	27.0998
2	2	0	14	16.8973	22.7396	8.34955	33.4394
3	3	0	64	14.2083	18.7451	8.11072	32.1565
4	4	0	65	14.2508	18.5610	8.50536	34.2478
5	5	0	69	19.0536	23.3018	8.51798	34.2128
6	6	0	60	13.9968	18.7941	8.09151	31.9688
7	7	0	65	14.7877	19.8830	7.94862	31.2361
8	8	0	65	10.7284	13.7893	8.31714	33.2296



## Annexe n°8

### Taux des éclaircies par essai

Espèces	Essai \ Eclaircie	1ère	2ème	3ème	4ème
<i>Acacia auriculiformis</i>	n°116	16 à 8 arbres (50%)	8 à 4 arbres (50%)		
	n°117	16 à 8 arbres (50%)	8 à 4 arbres (50%)		
	n°118	16 à 8 arbres (50%)	8 à 4 arbres (50%)		
<i>Acacia mangium</i>	n°108	16 à 8 arbres (50%)	8 à 6 arbres (25%)	6 à 4 arbres (33,3%)	4 à 2 arbres (50%)
	n°86	49 à 20 arbres (60,2%)			

## Annexe n°9

Tableau de valeur de différentielle de sélection (A. NANSON, 1967)

Valeurs de  $i$  pour  $\alpha$  donné et  $N \sim \infty$

$\alpha$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	$\infty$	2,66	2,42	2,27	2,15	2,06	1,98	1,92	1,86	1,80
0,1	1,75	1,71	1,67	1,63	1,59	1,56	1,52	1,49	1,46	1,43
0,2	1,40	1,37	1,34	1,32	1,30	1,27	1,25	1,22	1,20	1,18
0,3	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98
0,4	0,97	0,95	0,93	0,91	0,90	0,88	0,86	0,85	0,83	0,81
0,5	0,80	0,78	0,77	0,75	0,74	0,72	0,70	0,69	0,67	0,66
0,6	0,64	0,63	0,61	0,60	0,58	0,57	0,56	0,54	0,52	0,51
0,7	0,50	0,48	0,47	0,45	0,44	0,42	0,41	0,39	0,38	0,36
0,8	0,35	0,33	0,32	0,30	0,29	0,27	0,26	0,24	0,23	0,21
0,9	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	0,09	0,07	0,05	0,03
$\alpha$	0,0001		0,0005		0,001		0,005			
$i$	4,0		3,6		3,4		2,9			

## Annexe n°10

### Résultats d'analyse des données en hauteur et surface terrière de l'essai 117 sur les blocs ayant des bordures (Blocs n°8, 9, 11, 12, 13, 14)

#### - Résultats d'analyse des données sur la hauteur

	H11	CV	Rg	H24	CV	Rg	H42	CV	Rg	H50	$\Delta$ H50	CV	Rg
9	209	14	4	448	9	2	738	11	3	1058	254	10	2
10	227	16	1	420	12	4	758	11	2	994	238	10	3
11	225	16	2	492	13	1	778	12	1	1118	268	4	1
12	219	18	3	436	10	3	710	10	4	940	225	13	4
<b>Moyenne</b>	<b>220</b>			<b>449</b>			<b>746</b>			<b>1024</b>	<b>246</b>		
<b>CVp</b>	<b>3.6</b>			<b>6.9</b>			<b>1.2</b>			<b>6.8</b>			
<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.58</b>			<b>0.85</b>			<b>0.34</b>			<b>0.79</b>			
<b><math>\Delta</math>Gc</b>	<b>2.0</b>			<b>5.8</b>			<b>0.4</b>			<b>5.3</b>			
<b>ddl</b>	<b>3</b>			<b>3</b>			<b>3</b>			<b>3</b>			
<b>Test F</b>	<b>2.41</b>			<b>7.0</b>			<b>1.52</b>			<b>4.81</b>			
<b>Proba</b>	<b>0.1078</b>			<b>0.0036</b>			<b>0.2506</b>			<b>0.0166</b>			

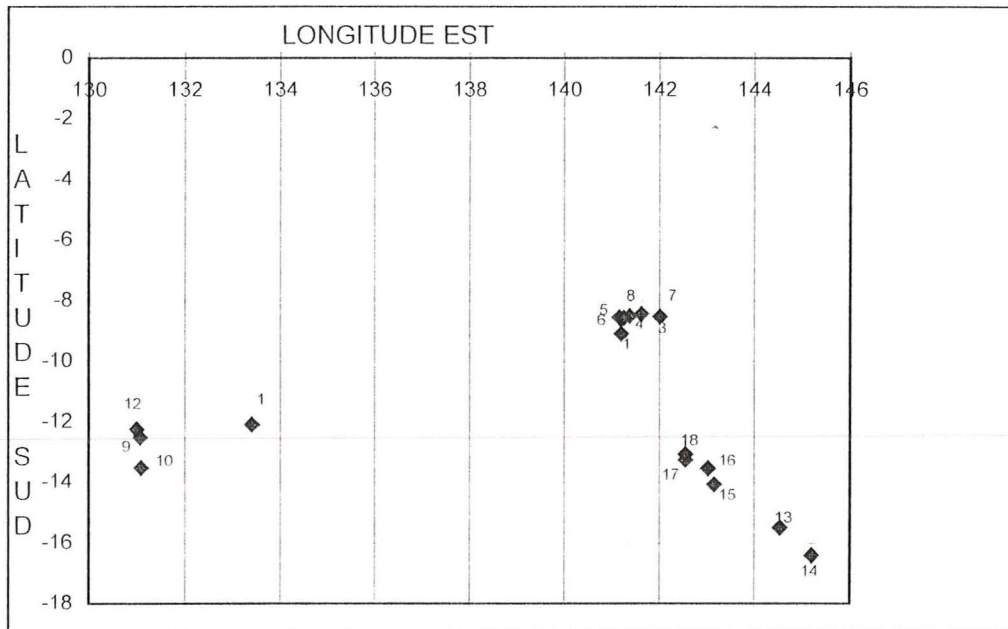
#### - Résultats d'analyse des données sur la surface terrière

N°	G11	CV	Rg	G24	CV	Rg	G42	CV	Rg	G50	$\Delta$ G50	CV	Rg
9	10	55	3	44 <sup>b</sup>	31	2	112	27	2	236 <sup>a</sup>	56 <sup>a</sup>	26	1
10	10	61	2	36 <sup>b</sup>	10	4	108	30	3	196 <sup>ab</sup>	47 <sup>ab</sup>	33	3
11	11	59	1	52 <sup>a</sup>	28	1	116	33	1	215 <sup>ab</sup>	51 <sup>ab</sup>	34	2
12	10	54	4	36 <sup>b</sup>	36	3	96	29	4	157 <sup>b</sup>	38 <sup>b</sup>	27	4
<b>Moyenne</b>	<b>10.5</b>			<b>42.3</b>			<b>108.4</b>			<b>201.2</b>	<b>48.2</b>		
<b>CVp</b>	<b>2.1</b>			<b>18.6</b>			<b>7.7</b>			<b>16.5</b>			
<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>-19</b>			<b>0.89</b>			<b>-0.4</b>			<b>0.67</b>			
<b><math>\Delta</math>Gc</b>	<b>-</b>			<b>16.5</b>			<b>-</b>			<b>11.0</b>			
<b>ddl</b>	<b>3</b>			<b>3</b>			<b>3</b>			<b>3</b>			
<b>Test F</b>	<b>0.05</b>			<b>9.69</b>			<b>0.69</b>			<b>3.07</b>			
<b>Proba</b>	<b>0.983</b>			<b>0.0008</b>			<b>0.5697</b>			<b>0.0601</b>			

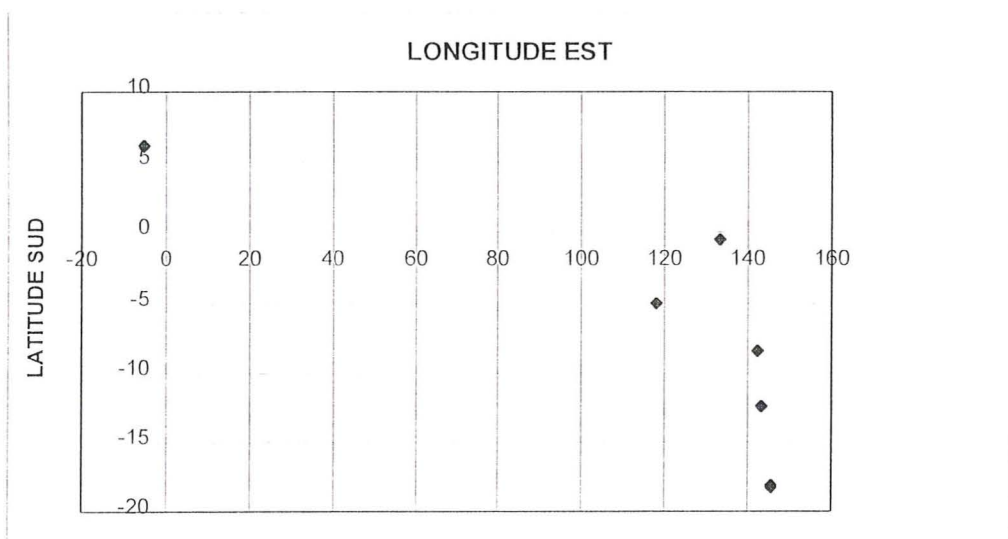


## Annexe n°11

### Répartition géographique des différentes provenances testées



### Répartition géographique des provenances d'*Acacia auriculiformis* testées



### Répartition géographique des provenances d'*Acacia mangium* testées

## Annexe n°12

### Résultats d'analyse des données en hauteur et surface terrière de l'essai 86 réduits à 5x5 plants par parcelle

#### - Résultats de l'analyse des données sur la hauteur (parcelle de 5x5 plants)

N°	Provenance	H18	$\Delta$ H18	CV	Rg	H65	$\Delta$ H65	CV	Rg
1	Oriomo	320 <sup>ab</sup>	213 <sup>ab</sup>		4	754 <sup>abc</sup>	139 <sup>abc</sup>	25.7	3
2	Iron Range	323 <sup>ab</sup>	215 <sup>ab</sup>		2	651 <sup>dc</sup>	120 <sup>dc</sup>	22.6	6
3	20 km S of Cardwell	335 <sup>a</sup>	223 <sup>a</sup>		1	802 <sup>a</sup>	148 <sup>a</sup>	23.4	1
4	Iron Rang	320 <sup>ab</sup>	213 <sup>ab</sup>		3	649 <sup>dc</sup>	120 <sup>dc</sup>	25.5	7
5	Lannercost	290 <sup>b</sup>	193 <sup>b</sup>		8	604 <sup>d</sup>	111 <sup>d</sup>	30.7	8
6	Ingham	309 <sup>b</sup>	206 <sup>b</sup>		6	679 <sup>bcd</sup>	125 <sup>bcd</sup>	27.9	5
7	Kennedy	317 <sup>ab</sup>	211 <sup>ab</sup>		5	781 <sup>ab</sup>	144 <sup>ab</sup>	20.9	2
8	Kuranda	299 <sup>b</sup>	199 <sup>b</sup>		7	707 <sup>abcd</sup>	130 <sup>abcd</sup>	21.9	4
	<b>Moyenne</b>	<b>314.2</b>	<b>209.5</b>			<b>703.4</b>	<b>129.8</b>		
	<b>C<sub>v</sub><sub>p</sub></b>	<b>4.2</b>				<b>9.9</b>			
	<b>h<sup>2</sup><sub>g</sub></b>	<b>0.71</b>				<b>0.84</b>			
	<b><math>\Delta</math>Gc</b>	<b>2.9</b>				<b>8.3</b>			
	<b>ddl</b>	<b>7</b>				<b>7</b>			
	<b>Test F</b>	<b>3.57</b>				<b>6.38</b>			
	<b>Proba</b>	<b>0.010</b>				<b>0.0004</b>			

#### - Résultats d'analyse des données sur la surface terrière (parcelles réduites 5x5 )

N°	Gc18	CV	Rg	Gc65	CV	Rg	G65	CV	Rg	G102	$\Delta$ G102	CV	Rg
1	63 <sup>ab</sup>	31	6	244	48.2	7	83	65	3	234	27	52	6
2	73 <sup>a</sup>	57	5	291	61	4	73	61	5	261	31	65	5
3	80 <sup>a</sup>	42	2	327	53.6	2	88	52	1	280	33	36	3
4	80 <sup>a</sup>	41	3	393	61.2	3	78	87	4	325	38	62	1
5	61 <sup>ab</sup>	57	7	247	75.3	6	60	83	7	225	26	80	7
6	78 <sup>a</sup>	33	4	206	63.7	5	69	78	6	285	33	68	2
7	81 <sup>a</sup>	40	1	363	50.1	1	88	46	2	269	32	34	4
8	47 <sup>b</sup>	69	8	180	47.4	8	54	59	8	126	15	53	8
<b>Moyenne</b>	<b>70.3</b>			<b>279.1</b>			<b>74.2</b>			<b>250.7</b>	<b>29.3</b>		
<b>C<sub>v</sub><sub>p</sub></b>	<b>17.5</b>			<b>19.9</b>			<b>16.7</b>			<b>23.6</b>			
<b>h<sup>2</sup><sub>g</sub></b>	<b>0.85</b>			<b>0.94</b>			<b>0.84</b>			<b>0.94</b>			
<b><math>\Delta</math>Gc</b>	<b>14.8</b>			<b>18.7</b>			<b>14</b>			<b>22.1</b>			
<b>ddl</b>	<b>7</b>			<b>7</b>			<b>7</b>			<b>7</b>			
<b>Test F</b>	<b>6.98</b>			<b>18.20</b>			<b>6.27</b>			<b>19.92</b>			
<b>Proba</b>	<b>0.0002</b>			<b>0.0001</b>			<b>0.0005</b>			<b>0.0001</b>			

## Annexe n°13

### Résultats d'analyse des données sur la surface terrière individuelle de l'essai n°108 et de l'essai n°86

#### - Résultat d'analyse des données sur la surface terrière individuelle de l'essai n°108 (cm<sup>2</sup>)

N°	Provenance	Gc13	CV	G25	CV	G37	CV	G50	CV	G58	Cv
1	Claudie River	39 <sup>ab</sup>	45	55 <sup>abc</sup>	30	109 <sup>ab</sup>	33	198 <sup>abc</sup>	42	271 <sup>abc</sup>	45
2	Sidei, Manokwari	24 <sup>de</sup>	64	31 <sup>d</sup>	32	79 <sup>bc</sup>	31	138 <sup>bc</sup>	29	175 <sup>c</sup>	31
3	20km S Cardwell	36 <sup>abc</sup>	48	60 <sup>abc</sup>	30	132 <sup>a</sup>	31	220 <sup>abc</sup>	34	282 <sup>abc</sup>	37
4	Iron Range	41 <sup>a</sup>	47	65 <sup>a</sup>	23	139 <sup>a</sup>	27	227 <sup>abc</sup>	16	281 <sup>abc</sup>	18
5	Kennedy	34 <sup>abc</sup>	45	60 <sup>abc</sup>	27	130 <sup>a</sup>	35	257 <sup>a</sup>	32	347 <sup>a</sup>	34
6	Sangoué	29 <sup>cd</sup>	50	47 <sup>c</sup>	36	101 <sup>abc</sup>	28	178 <sup>abc</sup>	27	252 <sup>abc</sup>	35
7	Wipim District	32 <sup>bc</sup>	54	62 <sup>ab</sup>	25	126 <sup>a</sup>	24	214 <sup>abc</sup>	32	280 <sup>abc</sup>	38
8	Sabah Ex Balamuk	29 <sup>cd</sup>	41	59 <sup>abc</sup>	32	123 <sup>a</sup>	34	212 <sup>abc</sup>	42	285 <sup>abc</sup>	45
9	Sabah Ex Toko	28 <sup>cd</sup>	46	49 <sup>bc</sup>	27	101 <sup>abc</sup>	36	162 <sup>bc</sup>	37	221 <sup>abc</sup>	42
10	Sabah Ex Lokwa	32 <sup>bc</sup>	45	57 <sup>abc</sup>	29	118 <sup>a</sup>	29	208 <sup>abc</sup>	40	287 <sup>abc</sup>	45
11	Sabah Ex Oriomo	32 <sup>bc</sup>	50	61 <sup>abc</sup>	24	136 <sup>a</sup>	29	241 <sup>ab</sup>	33	320 <sup>ab</sup>	35
12	SETROPA	20 <sup>c</sup>	52	35 <sup>c</sup>	53	73 <sup>bc</sup>	47	149 <sup>bc</sup>	42	189 <sup>bc</sup>	44
	<b>Moyenne</b>	<b>31.6</b>		<b>53.6</b>		<b>114.0</b>		<b>200.0</b>		<b>265.7</b>	
	<b>CV%</b>	<b>18.7</b>		<b>20.0</b>		<b>18.6</b>		<b>17.9</b>		<b>18.4</b>	
	<b>h<sup>2</sup>G</b>	<b>0.88</b>		<b>0.91</b>		<b>0.84</b>		<b>0.68</b>		<b>0.65</b>	
	<b>ΔGe</b>	<b>16.4</b>		<b>18.2</b>		<b>15.6</b>		<b>12.1</b>		<b>11.9</b>	
	<b>ddl</b>	<b>11</b>		<b>11</b>		<b>11</b>		<b>11</b>		<b>11</b>	
	<b>Test F</b>	<b>8.9</b>		<b>12.23</b>		<b>6.27</b>		<b>3.21</b>		<b>2.90</b>	
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>		<b>0.0001</b>		<b>0.0001</b>		<b>0.0011</b>		<b>0.0027</b>	

#### Résultats d'analyse des données sur la surface terrière individuelle de l'essai n°86 (cm<sup>2</sup>)

N°	Provenance	Gc18	Cv	Gc65	Cv	G65	Cv	G102	Cv
1	Oriomo	62 <sup>b</sup>	31.8	251 <sup>bc</sup>	49.9	83 <sup>ab</sup>	61.7	258 <sup>ab</sup>	51.8
2	Iron Range	74 <sup>a</sup>	42.1	281 <sup>b</sup>	59.4	74 <sup>abc</sup>	62.7	270 <sup>ab</sup>	63.3
3	20 km S of Cardwell	81 <sup>a</sup>	37.0	350 <sup>a</sup>	53.0	93 <sup>a</sup>	53.7	310 <sup>a</sup>	39.2
4	Iron Range	80 <sup>a</sup>	42.8	291 <sup>b</sup>	59.4	75 <sup>abc</sup>	78.2	282 <sup>a</sup>	64.9
5	Lannercost	57 <sup>b</sup>	40.5	235 <sup>c</sup>	73.3	57 <sup>cd</sup>	79.9	211 <sup>b</sup>	77.0
6	Ingham	76 <sup>a</sup>	55.9	293 <sup>b</sup>	61.3	70 <sup>bc</sup>	74.8	284 <sup>a</sup>	71.7
7	Kennedy	81 <sup>a</sup>	40.5	364 <sup>a</sup>	51.2	92 <sup>a</sup>	51.4	290 <sup>a</sup>	37.6
8	Kuranda	43 <sup>c</sup>	62.5	15 <sup>d</sup>	51.1	47 <sup>d</sup>	63.3	105 <sup>c</sup>	62.6
	<b>Moyenne</b>	<b>69.5</b>		<b>278.2</b>		<b>73.9</b>		<b>251.6</b>	
	<b>Cv<sub>p</sub></b>	<b>19.9</b>		<b>23.4</b>		<b>21.5</b>		<b>26.1</b>	
	<b>h<sup>2</sup>g</b>	<b>0.93</b>		<b>0.97</b>		<b>0.91</b>		<b>0.93</b>	
	<b>ΔGe</b>	<b>18.5</b>		<b>22.6</b>		<b>19.5</b>		<b>24.2</b>	
	<b>ddl</b>	<b>7</b>		<b>7</b>		<b>7</b>		<b>7</b>	
	<b>Test F</b>	<b>14.4</b>		<b>37.4</b>		<b>11.37</b>		<b>15.33</b>	
	<b>Proba</b>	<b>0.0001</b>		<b>0.0001</b>		<b>0.0001</b>		<b>0.0001</b>	



## Annexe n°14

Résultats de carbonisation des échantillons d'arbres pour l'*Acacia mangium* et l'*Acacia auriculiformis* (Chaix, comm. perso.)

Espèces	Bois humides				Bois secs			
	Nb arbres	Poids	Charbon	Rdt %	Nb arbres	Poids	Charbon	Rdt%
<i>A mangium</i>	100	2.898 kg	202 kg	7.0	44	1046 kg	140 kg	13.4
<i>A auriculiformis</i>								
- PNG	105	1.014	83	8.2	36	262	33	12.6
- NT	106	803	75	9.3	36	253	27	10.7
- QLD	106	2.594	280	10.8	38	631	90	14.3