

ENGREF Kourou

Office National des Forêts
Direction régionale de Guyane
STIR Tropicale

Revégétalisation d'un site minier aurifère en forêt tropicale humide (Guyane Française)

*Compte-rendu de mesures sur le dispositif
expérimental de la mine Boulanger.*

Module FTH 2001

Régis BIBIANO
Matthieu PAPOUIN

Responsable de l'étude :
Yannick BARASCUD

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	2
1 PRESENTATION	2
1.1 LOCALISATION	2
1.2 CONTEXTE, OBJECTIFS :.....	2
2 DISPOSITIF EXPERIMENTAL.....	2
2.1 HISTORIQUE	2
2.2 MATERIEL, METHODES	3
2.3 DETAIL DES DISPOSITIFS MESURES	3
2.3.1 Dispositif MAB00	3
2.3.2 Dispositif TEM96	3
2.3.3 Dispositif AEL96	4
2.3.4 Dispositif ELE96	4
3 RESULTATS	4
3.1 DISPOSITIF MAB 00 ; MESURES DU 24/09/2001.....	4
3.2 DISPOSITIF TEM96 ; MESURES DU 25/09/2001.	4
3.2.1 Chablis et mortalité.....	4
3.2.2 Lisières et mortalité.....	5
3.3 DISPOSITIF AEL96 ET ELE96 ; MESURES DES 26 ET 27/09/2001.	5
3.3.1 Mortalité.....	5
3.3.2 Hauteurs et accroissements.....	6
3.4 ANALYSE DE DEUX EXEMPLES PARTICULIERS.....	7
3.4.1 Croissance d'une espèce spontanée : <i>Tabebuia serratifolia</i>	7
3.4.2 Croissance d'un groupe d'espèces plantées : <i>Vataireopsis sp</i>	9
3.5 RICHESSE SPECIFIQUE.....	11
CONCLUSION.....	12
ANNEXE	

Compte rendu de mesures

Dispositif expérimental de revégétalisation de la Mine Boulanger

24 au 27 septembre 2001

Introduction

L'exploitation aurifère est une activité importante en Guyane française. Celle-ci exploite principalement des concessions sises en forêt domaniale. L'office National des Forêts doit permettre l'exercice de cette activité économique tout en garantissant la protection des milieux et la pérennité des écosystèmes forestiers. Afin de satisfaire ces exigences, *a priori* contradictoires, l'ONF, et singulièrement la STIR Tropicale, se sont attachés à mettre au point des itinéraires techniques utilisables pour reconstituer les milieux après exploitation. Notre étude se situe dans le cadre du suivi d'un dispositif expérimental installé sur les délaissés d'une mine aurifère active, qu'effectue semestriellement la STIR Tropicale.

1 Présentation

1.1 Localisation

Le site étudié, dit de la mine de Boulanger, se situe en Forêt de Coralie-Est, à Cacao, commune de Roura.

1.2 Contexte, objectifs :

Sur le site d'étude, l'exploitation d'or alluvionnaire est réalisée par des moyens lourds. Celle-ci provoque la destruction de surfaces de forêt dense humide, et laisse après exploitation des sols pratiquement abiotiques que la végétation naturelle a le plus grand mal à coloniser, même au bout de nombreuses années.

La reconstitution d'un écosystème forestier viable sur ces terrains stérilisés constitue donc un objectif essentiel pour la remise en état des lieux en fin d'exploitation.

Il s'agit donc de déterminer les itinéraires techniques qui permettront la reconstitution des sols et d'une ambiance forestière permettant la réinstallation progressive de la forêt naturelle. Ces itinéraires doivent prendre en compte la facilité de mise en œuvre et de suivi, comme aussi les contraintes de coût.

2 Dispositif expérimental

2.1 Historique

Le dispositif a été mis en place à partir de 1994, puis repris en 1998 par la STIR Tropicale. L'IRD Cayenne et la STIR Tropicale ont été partenaires du projet jusqu'en 2000. Depuis 2001 le projet est un partenariat entre le CIRAD-Forêt, PHYTOTROP, le CNRS, l'INRA, LSTM et la STIR Tropicale.

Dès 1994 des plantations d'*Acacia mangium*, ont été réalisées sur certains sites. Cette essence, originaire de Papouasie-Nouvelle Guinée est connue pour sa rusticité et sa croissance très rapide. Son houppier large, et la fixation d'azote atmosphérique (plante légumineuse), permettent de couvrir et d'améliorer les sols.

Ces premières plantations ont permis de constater que l'*Acacia mangium* est efficace comme colonisateur de ces terrains ; Il présente un taux de survie important, une très forte croissance, et il reconstitue une ambiance forestière en couvrant les sols d'une abondante litière.

En 1996, le site de la mine Boulanger a été choisi afin de déterminer les meilleurs itinéraires techniques de reconstitution d'une forêt naturelle à partir de plantation d'*Acacia mangium*.

2.2 Matériel, méthodes

Plusieurs dispositifs sont en place visant à expérimenter :

La reprise de plantations d'essences locales sous couvert d'*Acacia mangium* (AEL96, ELE96, AEL99, ELE99) ;

L'installation de semis naturels sous couvert d'*Acacias mangium* (TEM96, TEM99, SEM99) ;

La reprise de macro-boutures d'essences locales (MAB00) ;

L'installation d'*Acacias mangium* par semis directs sur sol nu (SEM01) ;

Le rôle d'une éclaircie par dévitalisation dans une plantation d'*Acacias mangium* sur plantation d'essences locales (comparaison AEL96 et AEL99 avec ELE96 et ELE99)

Le plan d'installation des dispositifs expérimentaux est joint en annexe 1.

Les relevés que nous avons faits concernent les dispositifs : MAB00, TEM96, AEL96 et ELE96.

2.3 Détail des dispositifs mesurés

2.3.1 Dispositif MAB00

Installation en janvier 2000 de macro boutures sur sol nu, sur 0.35ha. Les macro boutures ont été prélevées sur des individus spontanés de zone de savane (Degrad des Cannes) : 197 *Erythrina fusca*, 432 *Clitoria racemosa*, 4 *Ceiba pentandra*, 5 *Ficus nymphaeifolia*, 1 *Spondias mombin*.

Lors de la mise en place, le diamètre des macro boutures varie de 3,5cm à 20cm et la hauteur de 30cm à 150cm.

2.3.2 Dispositif TEM96

Plantation en 1996, sur 0,7ha à l'écartement 4m x 2m, avec des plants produits par le CIRAD –Forêt et l'ONF.

Il s'agit d'observer la reconstitution spontanée de la forêt par le suivi de la régénération naturelle en essences locales.

Le dispositif expérimental retenu consiste à effectuer ce suivi sur un réseau de placettes circulaires de 2m de rayon suivant un échantillonnage à 10%. Ceci conduit à 57 placettes d'observation de 12.5m² de surface unitaire.

Sur chacune de ces placettes les semis naturels sont identifiés par numérotation, puis déterminés. On en mesure la hauteur au centimètre le plus proche du bourgeon terminal. Lors du relevé la situation écologique de chaque placette est notée selon trois critères : Position par

rapport à la lisière, position par rapport à un chablis, et végétation environnante (arbustive ou herbacée).

2.3.3 Dispositif AEL96

Plantation d'*Acacia mangium* en 1996, sur 0,17ha à l'écartement 4m x 2m, avec des plants produits par le CIRAD-Forêt et l'ONF.

Entre chaque ligne d'*Acacia mangium* deux lignes ont été plantées en mai 1999 avec des plants d'essences locales.

2.3.4 Dispositif ELE96

Même dispositif que AEL96, avec une éclaircie réalisée en juillet 2000. Cette éclaircie a consisté à écorcer une tige d'*Acacia mangium* sur trois, sur environ un mètre de haut, ce qui les fait mourir rapidement.

3 Résultats

3.1 *Dispositif MAB 00 ; mesures du 24/09/2001.*

Les mesures de hauteur que nous avons effectuées constituent l'état initial du dispositif. Aucune analyse de croissance ne peut donc être faite cette année. Néanmoins, nous pouvons étudier la mortalité à la reprise.

	Effectif			Taux de mortalité
	Initial	Mort	Restant	
Macro boutures	259 tiges	102 tiges	157 tiges	39%

Tableau 1 : Résultats de mortalité du dispositif MAB00.

La technique semble satisfaisante avec un taux de survie de 60% au bout de 20 mois (l'essentiel de la mortalité ayant eu lieu au cours des 12 premiers mois). Elle présente l'avantage de reconstituer un premier couvert pionnier à l'aide d'essences indigènes. Il reste cependant à en comparer les coûts de mise en oeuvre avec les coûts de plantation ou de semis d'*Acacia mangium*. L'effet sur la reconstitution du sol devra aussi être pris en compte dans cette analyse.

3.2 *Dispositif TEM96 ; mesures du 25/09/2001.*

Les résultats de ce dispositif seront comparés avec ceux des dispositifs AEL96 et ELE96 pour le taux de mortalité et les accroissements des essences locales. On y a par ailleurs relevé la position des placeaux par rapport aux chablis et aux lisières afin d'en observer les influences éventuelles.

3.2.1 Chablis et mortalité

	Effectifs			Taux de mortalité
	Vivants	Morts	Total	

Loin d'un chablis	291 tiges	17 tiges	308 tiges	6%
Bord de chablis	59 tiges	3 tiges	62 tiges	5%
Milieu de chablis	18 tiges	4 tiges	22 tiges	18%
Total	368 tiges	24 tiges	392 tiges	6%

Tableau 2 : Effet des chablis sur la mortalité du dispositif TEM96.

Les chablis constituent apparemment un facteur aggravant de la mortalité là où ils sont tombés. Le taux de la mortalité y est en effet triplé. Cependant, ce résultat doit être relativisé car il peut être faussé par le nombre réduit de tiges situées en milieu de chablis (22 tiges sur un total de 392). Pour les mêmes raisons, la faible différence de mortalité en bordure de chablis par rapport à la moyenne n'est pas significative compte tenu de l'effectif de l'échantillon.

3.2.2 Lisières et mortalité

	Effectifs			Taux de mortalité
	Vivant	Mort	Total	
Pas de lisière	190 tiges	9 tiges	199 tiges	5%
Lisière de route	34 tiges	3 tiges	37 tiges	8%
Lisière de marécage	108 tiges	9 tiges	117 tiges	8%
Lisière de forêt	36 tiges	3 tiges	39 tiges	8%
Total	368 tiges	24 tiges	392 tiges	6%

Tableau 3 : Influence des effets de lisière sur la mortalité du dispositif TEM96.

Il semble que la proximité d'une lisière augmente le taux de mortalité indépendamment de sa nature. L'importance de l'échantillon concerné (193 tiges sur 392) permet de considérer cet effet comme significatif.

3.3 *Dispositif AEL96 et ELE96 ; mesures des 26 et 27/09/2001.*

Les résultats de ces dispositifs seront comparés entre eux et avec le dispositif TEM96.

3.3.1 Mortalité

	Effectifs	Densité	Taux de mortalité
TEM96	368 tiges	5161 tiges/ha	6%
AEL96	328 tiges	1929 tiges/ha	3%
ELE96	948 tiges	2370 tiges/ha	9%

Tableau 4 : Comparaison de la mortalité dans les trois dispositifs, à l'automne 2001.

En ce qui concerne la mortalité globale (toutes essences confondues) on constate que les tiges du dispositif AEL ont la meilleure survie. Cependant il faut tenir compte d'une densité près de trois fois moindre dans la modalité AEL96 que dans la modalité TEM96. Aussi, les effets de mortalité localisée (lisières et chablis notamment) y sont mécaniquement moindres.

Le taux de mortalité, plus élevé dans le dispositif ELE96 semble principalement dû à une présence importante de chablis. Néanmoins, le relevé exhaustif de ces chablis n'ayant pas été fait, on ne peut l'affirmer.

3.3.2 Hauteurs et accroissements

L'analyse des hauteurs ne porte que sur les plants jugés pertinents pour représenter l'accroissement d'une tige d'avenir. En sont donc exclus : les morts ; les cassés ; les pliés ; les couchés. Ont aussi été exclues les tiges qui se révèlent lianescentes, ainsi que celles qui n'ont pas été trouvées lors de ces dernières mesures. Il a semblé judicieux de séparer les plants des tiges issues d'accrues naturelles en identifiant la date où ces tiges ont été numérotées et mesurées (« spontanés 2000 » en août 2000 et « spontanés 2001 » en février 2001).

		Effectifs en sept-2001	Hauteurs			
			août-2000	févr-2001	avr-2001	sept-2001
TEM96	spontanés	301 tiges	-	-	64 cm	95 cm
AEL96	plants	104 tiges	46 cm	62 cm	-	93 cm
	spont 2000	19 tiges	103 cm	128 cm	-	171 cm
	spont 2001	205 tiges	-	82 cm	-	124 cm
ELE96	plants	740 tiges	52 cm	82 cm	-	127 cm
	spont 2000	123 tiges	64 cm	112 cm	-	173 cm
	spont 2001	0 tiges	-	-	-	-

Tableau 5 : Hauteurs comparées des trois dispositifs.

On constate que dans le dispositif AEL96 le nombre de plants est minoritaire par rapport aux tiges installées naturellement (ce qui ne correspond pas tout à fait au principe initial du dispositif).

Dans chaque dispositif AEL96 et ELE96 on observe que les tiges spontanées (2000) sont systématiquement plus hautes que les plants installés par l'homme.

Si les mesures des tiges spontanées du dispositif TEM96 sont comparables aux mesures des plants du dispositif AEL96, il faut cependant tenir compte que ce dispositif témoin est constitué de tiges de tous âges, tandis que les plants du dispositif AEL96 ont été mis en terre en mai 99. La comparaison des tiges spontanées semble plus recevable. Il apparaît ainsi que les individus spontanés présentent des hauteurs plus élevées dans les dispositifs plantés AEL96 et ELE96 par rapport au témoin TEM96. Néanmoins l'effet de la composition en essences de ces échantillons peut fausser ce résultat apparent (la détermination ultérieure des plants spontanés pourra permettre d'apprécier cet effet spécifique).

On constate, par ailleurs, que la hauteur moyenne des plants du dispositif avec éclaircie (ELE96) est toujours supérieure à celle des plants du dispositif sans éclaircie (AEL96). La comparaison des hauteurs des tiges spontanées semble plus difficile compte tenu de l'hétérogénéité des hauteurs dans les échantillons.

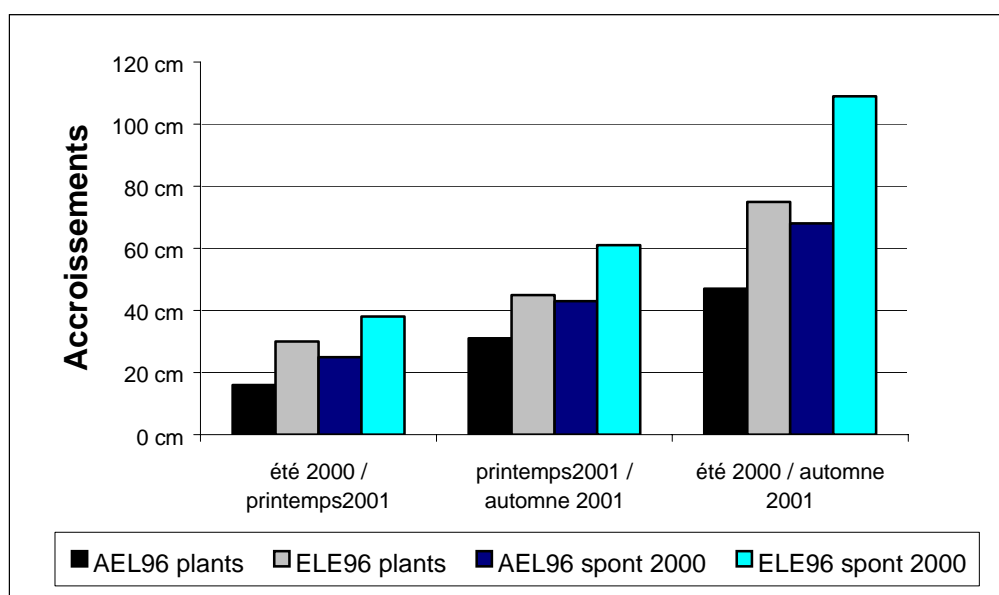
Par contre l'analyse des croissances semestrielles et annuelle est plus pertinente.

		Effectifs en sept-2001	Accroissements		
			été 2000 / printemps2001	printemps2001 / automne 2001	été 2000 / automne 2001
TEM96	spontanés	301 tiges	-	+ 31 cm	-
AEL96	plants	104 tiges	+ 16 cm	+ 31 cm	+ 47 cm
	spont 2000	19 tiges	+ 25 cm	+ 43 cm	+ 68 cm

	spont 2001	205 tiges	-	+ 42 cm	-
ELE96	plants	740 tiges	+ 30 cm	+ 45 cm	+ 75 cm
	spont 2000	123 tiges	+ 38 cm	+ 61 cm	+ 109 cm
	spont 2001	0 tiges	-	-	-

Tableau 6 : Accroissements comparés des trois dispositifs.

La présence d'une seule moyenne de croissance pour le dispositif TEM96 ne peut donner qu'une indication grossière pour la comparer aux autres dispositifs et notamment aux tiges spontanées 2001 de AEL96. Par contre on peut comparer plus judicieusement les accroissements des dispositifs AEL96 et ELE 96, respectivement pour les plants et pour les tiges spontanées de 2000.



Graphique 1 : Comparaison des croissances des plants et spontanés 2000 entre les dispositifs AEL96 et ELE96.

On observe que la croissance des tiges spontanées est toujours supérieure à la croissance des plants du même dispositif. On observe aussi une différence systématiquement favorable aux tiges du dispositif avec éclaircie.

3.4 Analyse de deux exemples particuliers

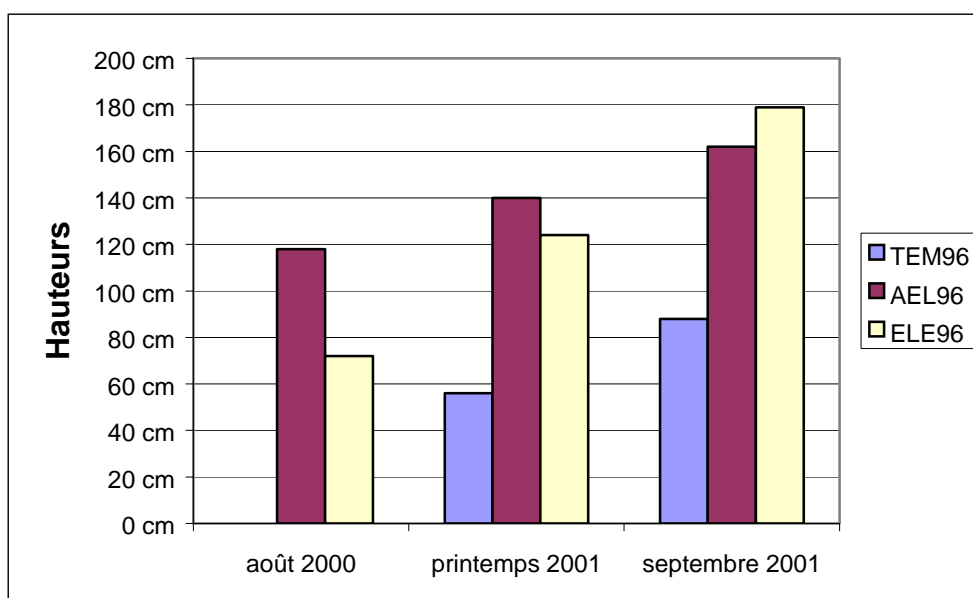
Outre ces résultats globaux, toutes essences confondues, dont la pertinence peut être discutable étant donné la très forte hétérogénéité des comportements des différentes essences, nous avons essayé d'étudier le comportement de certaines essences particulières. Pour être acceptable cette étude doit porter sur des essences identifiées dont l'effectif dans chacun des dispositifs est suffisant pour avoir des échantillons pertinents. En pratique, la diversité des essences entre les deux dispositifs et la faiblesse des effectifs dans chaque essence ne nous ont permis de retenir qu'une seule essence, *Tabebuia serratifolia*, et un regroupement d'essences, *Vaitareopsis sp.*

3.4.1 Croissance d'une espèce spontanée : *Tabebuia serratifolia*

On observe que dans l'échantillon, une grande majorité de tiges est issue de régénération spontanée et non pas de plantation. L'évolution observée est donc essentiellement représentative de l'évolution d'une population naturelle de *Tabebuia serratifolia*.

	Effectifs en sept-2001	Hauteurs			
		août-2000	févr-2001	avr-2001	sept-2001
TEM96	29 spontanés	-	-	56 cm	88 cm
AEL96	10 (dont 8 spontanés)	118 cm	140 cm	-	162 cm
ELE96	63 (dont 55 spontanés)	72 cm	124 cm	-	179 cm

Tableau 7 : Comparaison des hauteurs de *Tabebuia serratifolia* dans les trois dispositifs.



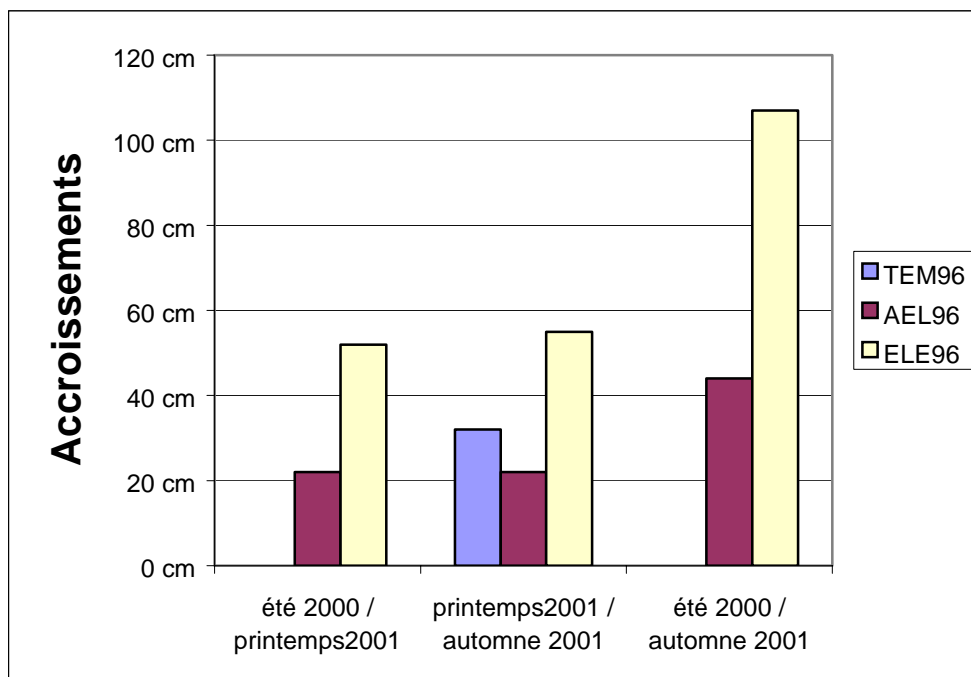
Graphique 2 : Hauteurs des tiges de *Tabebuia serratifolia* dans les trois dispositifs.

On observe que si la hauteur initiale des tiges du dispositif AEL96 était plus importante (près du double des tiges de ELE 96), les tiges du dispositif avec éclaircie les ont rapidement rattrapées au bout d'un an, montrant donc une plus grande vigueur.

	Effectifs en sept-2001	Accroissements		
		été 2000 / printemps2001	printemps2001 / automne 2001	été 2000 / automne 2001
TEM96	29 spontanés	-	32 cm	-
AEL96	10 (dont 8 spontanés)	22 cm	22 cm	44 cm
ELE96	63 (dont 55	52 cm	55 cm	107 cm

	spontanés)			
--	------------	--	--	--

Tableau 8 : Comparaison des accroissements de *Tabebuia serratifolia* dans les trois dispositifs.



Graphique 3 : Accroissements des tiges de *Tabebuia serratifolia* dans les trois dispositifs.

Avec un seul accroissement semestriel, la comparaison du dispositif TEM96 avec les deux autres semble peu pertinente.

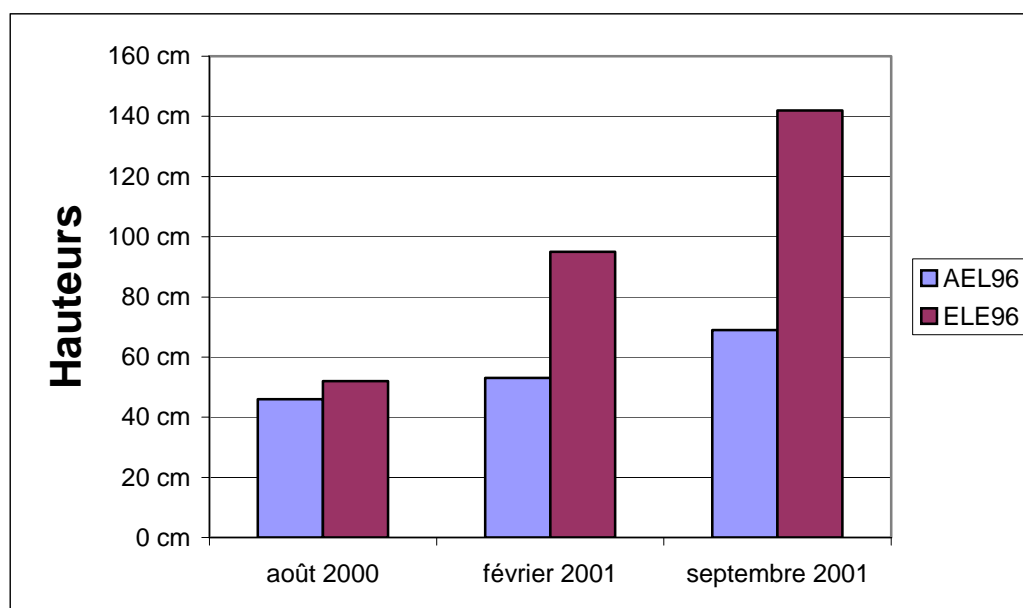
Par contre les accroissements semestriels des dispositifs AEL96 et ELE 96 (et conséquemment annuel) montrent un avantage notable pour les tiges installées dans le dispositif avec éclaircie, ce qui explique le rattrapage en hauteur constaté précédemment. On constate aussi que les accroissements semestriels sont assez constants dans les deux dispositifs (22 cm pour AEL96 et plus de 50 cm pour ELE96), si tant est que l'on puisse tirer des conclusions sur deux données.

3.4.2 Croissance d'un groupe d'espèces plantées : *Vataireopsis sp*

Pour avoir un effectif suffisant, nous avons regroupé divers individus du genre *Vataireopsis*. On constate que dans les échantillons ces tiges sont toutes issues de plants installés par l'homme.

	Effectifs en sept-2001	Hauteurs		
		août-2000	févr-2001	sept-2001
TEM96	0	-	-	-
AEL96	13 plants	46 cm	53 cm	69 cm
ELE96	36 plants	52 cm	95 cm	142 cm

Tableau 9 : Comparaison des hauteurs de *Vataireopsis sp* dans les trois dispositifs.

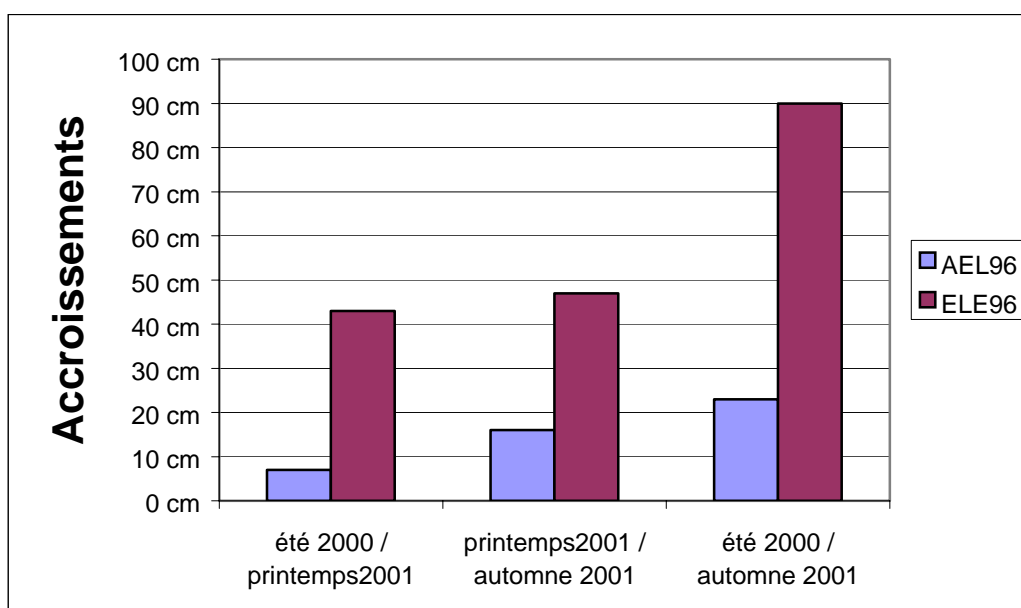


Graphique 4 : Hauteurs des plants de *Vataireopsis sp* dans les trois dispositifs.

Comme pour les tiges spontanées de *Tabebuia serratifolia*, on observe que les plants de *Vataireopsis sp* du dispositif avec éclaircie ont constamment une hauteur plus élevée que les plants du dispositif AEL96.

	Effectifs en sept-2001	Accroissements		
		été 2000 / printemps2001	printemps2001 / automne 2001	été 2000 / automne 2001
TEM96	0	-	-	-
AEL96	13 plants	7 cm	16 cm	23 cm
ELE96	36 plants	43 cm	47 cm	90 cm

Tableau 10 : Comparaison des accroissements de *Vataireopsis sp* dans les trois dispositifs.



Graphique 5 : Accroissements des plants de *Vataireopsis sp* dans les dispositifs AEL96 et ELE96.

La différence d'accroissement dans les deux dispositifs, en faveur du dispositif avec éclaircie, apparaît nettement sur le graphique. Néanmoins il semble qu'il y ait une tendance à l'augmentation des accroissements semestriels dans le dispositif sans éclaircie (néanmoins cette impression est basée sur deux accroissements seulement, et donc sujette à caution).

3.5 Richesse spécifique

Compte tenu de l'importance de l'effectif des plants indéterminés il est difficile de conclure actuellement sur la richesse spécifique des dispositifs. On constate néanmoins que le témoin TEM96 compte aujourd'hui 46 espèces différentes identifiées, ce résultat semble très encourageant pour l'avenir.

Il semble donc que l'on pourra obtenir une diversité spécifique suffisante même si l'on plante peu d'espèces au départ.

Conclusion

Cette analyse est encore prématurée, compte tenu de la jeunesse du dispositif. Elle permet néanmoins d'esquisser quelques tendances qui devront être bien entendu confirmées au cours du temps avec l'accumulation des relevés semestriels et surtout la détermination des plants spontanés encore largement non identifiés.

Néanmoins, on constate que l'installation pionnière d'*Acacia mangium* a joué son rôle pour favoriser l'installation de tiges spontanées dont la variété spécifique est déjà intéressante. Si le dispositif avec éclaircie apparaît pour l'instant plus favorable à la croissance des plants et des spontanés, il semble prématuré de conclure en ce sens.

L'alternative de plantation de macro-boutures d'essences locales en peuplement pionnier semble une option crédible. Il faudra néanmoins en vérifier la validité économique et observer son efficacité sur la reconstitution des sols.

De nouveaux itinéraires, intégrant notamment la mise en place de semis directs, ont été récemment installés mais n'ont pas encore fait l'objet de mesure. Cette option intéressante pourra par la suite être comparée aux dispositifs actuels. Compte tenu des croissances vigoureuses souvent constatées, il est probable que des choix d'itinéraires seront possibles lorsqu'un nombre suffisant de campagnes de mesures aura été atteint.

ANNEXE

Plan du dispositif expérimental

