

Analyse de la croissance juvénile de six espèces guyanaises en plantation en relation avec des contraintes de sol et d'éclairement



Module FTH 2004
Travail réalisé par
Laporte Jérôme
(Erasmus Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux)
Verger Gaëlle
(Centre d'Etudes Supérieures en Aménagement de Tours)

Encadrement : Boucher Emmanuel (ONF)
Guitet Stéphane (ONF)

1 Introduction	3
2 Dispositif expérimental	3
3 Objectif du stage FTH	4
4 Approche Pédologique	4
5 Approche physiologique des différentes essences	7
6 Matériel et méthode	7
7 Résultats et interprétation	8
8 Discussion	18
<i>8.1 Comportement des essences en fonction du type de sol</i>	<i>18</i>
<i>8.2 Comportement des essences à la lumière</i>	<i>18</i>
<i>8.3 Limites</i>	<i>18</i>
9 Conclusions	19
Annexes	20
Bibliographie	22

1 Introduction

L'analyse de la croissance juvénile de 6 espèces forestières guyanaises en plantation en relation avec les contraintes de sol et d'éclairement a été réalisée sur le site de Piste Christine. Cette piste est située sur le territoire communal de Montsinery, en forêt aménagée de Balata.

Bien que les programmes de plantation aient été interrompus en Guyane entre 1993 et 2000, l'ONF-Guyane cherche à relancer un programme de plantations d'essences précieuses, pour les raisons suivantes :

- Les plantations installées entre 1975 et 1992 par l'ONF et le CIRAD-Forêt donnent des résultats encourageants pour certaines essences ;
- Pour affirmer la vocation forestière des surfaces illégalement défrichées en forêt aménagée, il convient de les reboiser en privilégiant les essences précieuses susceptibles de mieux rentabiliser l'investissement ;
- Certains utilisateurs d'essences précieuses s'approvisionnent difficilement. Une production en plantations de bois tels que l'Acajou de Guyane, pourrait subvenir à leurs besoins ;
- La plantation peut être un outil de conservation pour les espèces rares ou menacées telles que le bois de Rose (*Aniba rosaedora*) ;
- Ces plantations devraient servir de site-atelier pour des études écophysiologiques.
- La connaissance des besoins édaphiques et en lumière permettraient de créer des plantations sur trouées forestières, abattis ou en forêts dégradées en essences précieuses et commercialement intéressantes.

2 Dispositif expérimental

Afin d'étudier l'influence de la lumière et des conditions édaphiques sur la croissance des plants, deux parcelles ont été mises en place. Les deux parcelles ont été plantées à 1100 plants/ha : une parcelle (A) d'un ha (250 m x 40 m) « sous abri » (30 réserves/ha), et une parcelle (D) plein découvert d'un ha (100m x 100 m).

L'étude a été réalisée sur 6 essences locales, à savoir :

- *Bagassa guianensis* (Bagasse : BAG) – MORACEAE
- *Hymenea courbaril* (Courbaril : CBL) – CAESALPINACEAE
- *Dicorynia guianensis* (Angélique : AG) – CAESALPINACEAE
- *Diploptropis purpurea* (Cœur Dehors : CDH) – CAESALPINACEAE
- *Cedrela odorata* (Acajou de Guyane : CED) – MELIACEAE
- *Platonia insignis* (Parcouri : PAR) - CLUSIACEAE

Quelques sondages tarières réalisés après la préparation des terrains ayant montré que les placeaux étaient relativement hétérogènes, il a été privilégié des répétitions de petits placeaux plutôt qu'un regroupement plus large des plants de même essence. Ce choix devrait permettre une étude correcte des stades de croissance initiaux.

Tous les 6 mois, différentes variables ont été mesurées sur les plants, afin de juger de leur croissance, à savoir : Il faut préciser ici que les mesures utilisées ont été effectuées 18 mois après la plantation et que l'on calcule la croissance moyenne de la manière suivante : $(H_{18\text{mois}} - H_{\text{initiale}}) / 18$ en cm/an.

- Le taux de survie
- L'accroissement moyen annuel en hauteur
- L'accroissement moyen annuel en diamètre
- La conformation
- L'état sanitaire
- L'ombre directe exercée par la couronne des réserves dans la parcelle sous abri.

Les plants ont été matérialisés à l'aide d'une rubalise (biodégradable) rouge et blanche (et sont numérotés et étiquetés de 5 en 5 sur le terrain)

3 Objectif du stage FTH

Le stage FTH consistait à faire un relevé topographique et pédologique des deux parcelles. Ces relevés doivent permettre de faire une cartographie des sols en fonction du relief des parcelles.

Cette carte permettra d'étudier les contraintes pédologiques sur les deux parcelles. L'influence des contraintes de sol et de lumière sera par la suite analysée au regard des observations effectuées sur les plants par les soins de l'ONF-Guyane.

4 Approche Pédologique

La synthèse pédologique de cette partie est issue des articles de M. Grimaldi et al., Freycon et al., Paget.

Les sols guyanais sont installés sur le socle datant du précambrien (paléoprotérozoïque) et appartiennent pour la plupart au domaine ferralitique. Ils sont issus de formations très anciennes dues à une forte altération. Les cuirasses, formées il y a 40 et 1 millions d'années dans les zones de battements de nappes (bas-versants), font aujourd'hui l'objet d'une inversion de relief, c'est-à-dire que les sols se sont érodés et que l'on peut trouver des cuirasses sur les sommets. De plus, avec le climat très humide, elles sont en cours de démantèlement.

On constate aujourd'hui une expansion des podzols et des sols hydromorphes au détriment des sols ferralitiques. Quatre principaux stades d'évolution sont distingués, qui correspondent aux quatre types de sols rencontrés en Guyane :

- Stade 1 : la couverture ferralitique initiale avec un horizon épais et microagrégé est présente sur tout le versant, le sol est à drainage vertical libre (DVL).
- Stade 2 : les altérites plus limoneuses et peu fissurées se rapprochent de la surface topographique, la percolation verticale de l'eau est alors ralentie et des

nappes temporaires peuvent se former sur la surface topographique, c'est le sol à drainage vertical ralenti (DVR) ou Alt; sur les versants, le ruissellement devient superficiel et latéral, c'est le sol à drainage latéral superficiel (DLS).

- stade 3 : l'horizon limoneux s'enfonce, les "djougoung-pétés", petites dépressions circulaires où l'eau s'accumule après les pluies sur les replats sommitaux, apparaissent; ce sont des sols à système transformant hydromorphe amont (SA_m). A l'aval, l'allotérite rouge se transforme en allotérite blanche par déferrugínisation des sols ; ce sont les sols à système transformant hydromorphe aval (SA_v).
- stade 4 : accentuation des phénomènes d'hydromorphie, amont comme aval, podzolisation des sols.

L'originalité guyanaise se manifeste dans le fait que le drainage latéral est très fréquent et l'hydromorphie se manifeste souvent sur les replats sommitaux.

Pour la plupart, ces sols sont chimiquement pauvres, désaturés et acides, caractéristiques des vieux sols tropicaux.

Cette faible fertilité s'explique par 3 propriétés :

- ✓ faible capacité d'échanges cationique (CEC)
- ✓ forte acidité et forte proportion d'aluminium
- ✓ faible quantité de phosphore assimilable.

Toutefois, la fertilité chimique est meilleure en surface, dans les 20 premiers centimètres du sol, ce qui pourrait expliquer la faible profondeur d'enracinement.

Les propriétés physiques du sol (granulométrie, structure, porosité, éléments grossiers...) caractérisent la dynamique de l'eau dans les sols ce qui permet alors de les différencier.

Les arbres rencontrent principalement 3 contraintes au niveau des sols :

- ✓ asphyxie lorsque les racines sont en présence continue d'eau
- ✓ stress hydrique lorsqu'il n'y a pas suffisamment d'eau dans le sol
- ✓ obstacle physique qui peut être un horizon compact, une cuirasse, une nappe phréatique...

Les types de sol rencontrés dans cette étude, en termes de contraintes pour la végétation, sont :

- **Les sols à drainage vertical ralenti (DVR) ou Alt** : bon drainage et bonne aération ; enracinement relativement profond ; risque de stress hydrique en saison sèche. Ils représentent les meilleurs sols dans le cadre de cette étude.
- **Les sols à drainage latéral superficiel (DLS)** : présents sur les versants où l'eau s'écoule latéralement car un horizon compact est proche de la surface ; risque faible d'engorgement; mais enracinement superficiel.
- **Les sols du système hydromorphe amont (SA_m)** : présence vers 30-50 cm de profondeur d'une nappe perchée stagnante une bonne partie de l'année, créant des conditions asphyxiantes amenant les racines à se localiser au-dessus de celle-ci. C'est dans ce type de sol que l'on trouve les "djougoung-pétés" où l'eau s'accumule après les pluies. Toutefois, en saison sèche, ces sols peuvent présenter l'avantage de fournir des quantités d'eau intéressantes.

5 Approche physiologique des différentes essences

La majorité des essences se développent de préférence sur sols bien drainés (Durieux de Madron, 1989, Moreau, 1985, CTFT, 1962), et sont héliophiles.

L'acajou est connu comme essence relativement sciaphile « ne supportant pas l'insolation intense des plantations en plein et profitant de l'ombrage » (CTFT, 1962).

Le courbaril est une espèce semi-sciaphile mais tolère les excès d'ombre et de lumière ; c'est toutefois une espèce héliophile à l'état juvénile (Moreau, 1995 ; Gerhard, 1993 ; Rogeria, *et al* 2003).

6 Matériel et méthode

- Travail de terrain

Dans un premier temps, un relevé topographique a été réalisé à l'aide d'un clisimètre, d'une boussole, et d'un ruban de 50m. Les relevés successifs ont été effectués soit aux limites de placeaux, soit aux ruptures de pente.

Un relevé des djougoung-pétés a été réalisé sur la parcelle abritée. (les relevés n'ont pu être réalisés sur la parcelle en plein découvert du fait de l'envahissement par les herbes rasoir rendant la cartographie difficile).

Ensuite, au regard de la topographie des parcelles, 6 sondages pédologiques par parcelle d'une profondeur de 1.20m ont été effectués à la tarière. Ces sondages ont été effectués soit lorsqu'il y avait des éléments (djougoung-pétés, rupture de pente) qui nous permettaient de supposer une variation de type de sol, soit aux extrémités des parcelles.

- Travail en salle

Les types de sol ont été codifiés en fonction de leur profondeur, texture et couleur.

Par SIG, topographie du plateau sous abri a été modélisée puis une cartographie des sols a été effectuée pour les deux parcelles, les sols ayant été distingués en fonction de la pente, des courbes de niveau et de la localisation des djougoung-pétés. Pour cause d'erreurs de mesure, la topographie a été cartographiée uniquement pour la parcelle abritée. Les sols ont tout de même pu être cartographiés grossièrement par placeaux sur la parcelle découverte, le relief étant relativement homogène.

Le traitement des données collectées par l'ONF a été réalisé afin de pouvoir les analyser statistiquement. Ce traitement visait à exclure les données aberrantes (accroissement annuel moyen ou accroissement courant trop négatif) ou posant problème (arbres non mesurés suite à des oublis, des nids de guêpes, des pertes de plant, tiges ayant subi un traumatisme extérieur : parasite, coup de sabre...) des tables de données. Sur 1947 plants, 1704 sont analysables.

Au niveau du traitement statistique, les tests suivants ont été réalisés:

- Répartition des différents types de sol par parcelle ;
- Distribution des essences par type de sol et par parcelle ;
- Effet du sol sur la mortalité des plants ;
- Influence des types de sols sur la croissance des plants ;
- Influence de l'ombre directe (OD) des couronnes des arbres de la réserve sur la mortalité des plants ;
- Influence de l'ombre directe sur la croissance des jeunes plants ;
- Comparaison de croissance entre modalités.

7 Résultats et interprétation

- Analyse des sondages effectués sur les 2 parcelles

sondages	Limon avant 1.2m	Tâches rouges avant 1.2m	Type de sol	Niveau d'apparition des éléments grossiers (cm)	Niveau d'apparition de saprolite (cm)	observations
S1	oui	oui	SAm			
S2	oui	non	DLS		100	
S3	non	oui	DVR			
S4	oui	non	DLS			
S5	non	oui	DVR	20		
S6	non	oui	DVR	10		Cuirasse à 80 cm
DS1	oui	non	SAm	40		
DS2	oui	non	SAm	60		
DS3	oui	non	SAm	40		Roche à 100 cm
DS4	non	oui	DVR			
DS5	oui	non	SAm	0	80	
DS6	non	oui	DVR	20		Roche-mère à 70 cm Interprétation sous réserve de vérification.

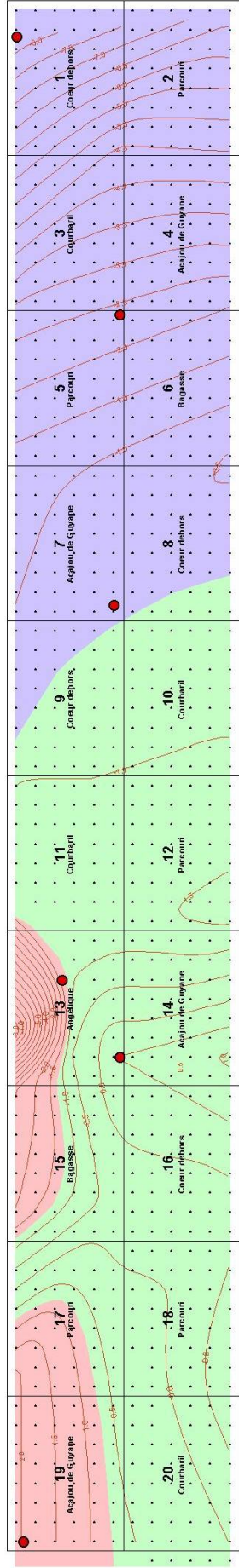


Photo 1 : Sondages-tarrières dans le pédo-comparateur (Verger, 2004)

- Répartition des différents types de sol par parcelle (*annexes 1 et 2*)
 - Parcelle A (abritée) : cette parcelle est majoritairement recouverte par les sols de type SAM (Système hydromorphe amont) et DVR (Drainage Vertical Ralenti), une faible partie de sa surface est recouverte par du sol de type DLS (Drainage Latéral Superficiel).
 - Parcelle D (découverte) : seuls les sols de type SAM et DVR sont représentés (DVR dominant).

Carte topo - pédologique

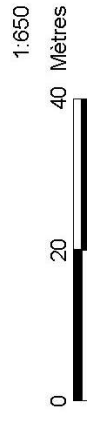
Placeau sous abri - Plantation Christine



Type de sol

- Drainage Latéral Superficiel
- SAM système transformant hydromorphe amont
- Alt ou Drainage Vertical Ralenti

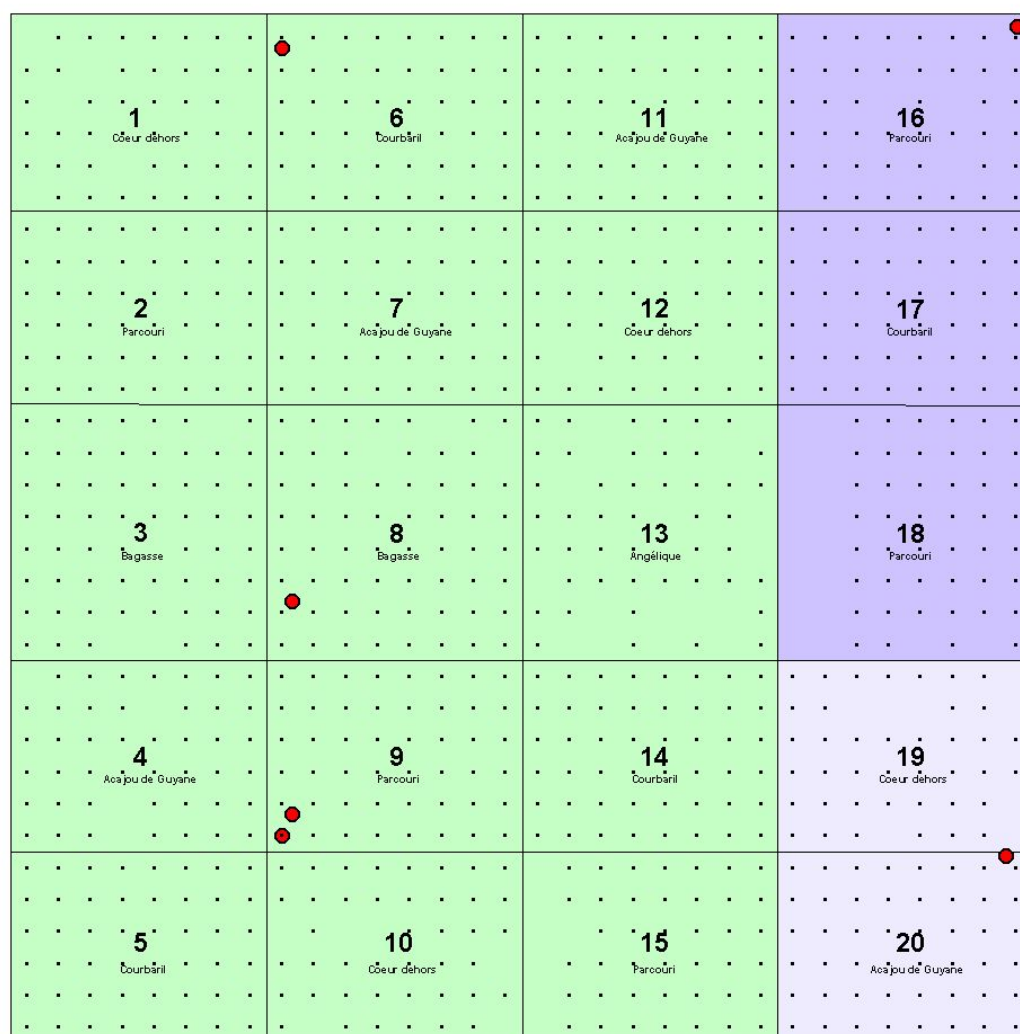
- Sondages tarière
- Plants



Module FTH ENGREF :
Date de réalisation : 24 Septembre 2004
Source : D'après V.Freycon (CIRAD)
Réalisation : J. Laporte, G. Verger, P.Joubert (ONF).

Carte topo - pédologique

Placeau découvert - Plantation Christine



1:600

Type de sol :

- SAm système transformant hydromorphe amont
- Alt ou Drainage Vertical Ralenti
- Alt ou Drainage Vertical Ralenti (sous réserve)

- Sondages tarière
- Plants

0 20 Mètres

Module FTH ENGREF :
Date de réalisation : 24 Septembre 2004
Source : D'après V.Freycon (CIRAD)
Réalisation : J. Laporte, G. Verger, P.Joubert (ONF).

- Distribution des essences par type de sol et par parcelle

Parcelle	Ess	type sol			Total
		SAm	DLS	DVR	
A	AG	100%	0%	0%	2%
	BAG	28%	22%	50%	10%
	CBL	75%	0%	25%	21%
	CDH	47%	0%	53%	21%
	CED	30%	21%	50%	21%
	PAR	51%	7%	42%	25%
Somme A		49%	8%	42%	100%
D	AG	100%	0%	0%	6%
	BAG	100%	0%	0%	12%
	CBL	75%	0%	25%	19%
	CDH	75%	0%	25%	19%
	CED	75%	0%	25%	19%
	PAR	56%	0%	44%	25%
Somme D		75%	0%	25%	100%
Total		61%	4%	32%	

Tableau 1 : répartition essence/sol/parcelle

Les sols de type DLS ne touchent que 4% de l'ensemble de la parcelle. Les tests concernant les DLS auront lieu uniquement sur la parcelle A, pour la bagasse et l'acajou uniquement.

Le courbaril ainsi que le parcouri ont la même distribution de plants par type de sol sur les 2 parcelles.

Dans la parcelle abritée, 75% des plants de courbaril sont plantés sur un sol de type Sam, et 50% des acajous et des bagasses sur sol DVR.

Dans la parcelle découverte, 100% des bagasses sont sur sol Sam

L'angélique n'a été plantée que sur les sols SAm, l'influence des autres types de sols sur cette essence ne pourra donc pas être testée (par ailleurs cette essence a été plantée en effectifs insuffisants pour des tests statistiques).

- Impact des sols sur la mortalité des plants

Parcelle	Essence	type sol			Total
		SAm	DLS	DVR	
A	BAG	4%			1%
	CBL	4%		3%	3%
	CDH	1%		1%	1%
	CED	27%	41%	44%	39%
	PAR	2%		1%	
	Somme A	5%	19%	10%	8%
Somme A (hors CED)		2%	0%	1%	2%
D	AG	25%			25%
	BAG	5%			5%
	CBL	1%		0%	1%
	CDH	6%		4%	5%
	CED	13%		3%	9%
	PAR	2%		4%	3%
	Somme D	6%		3%	5%

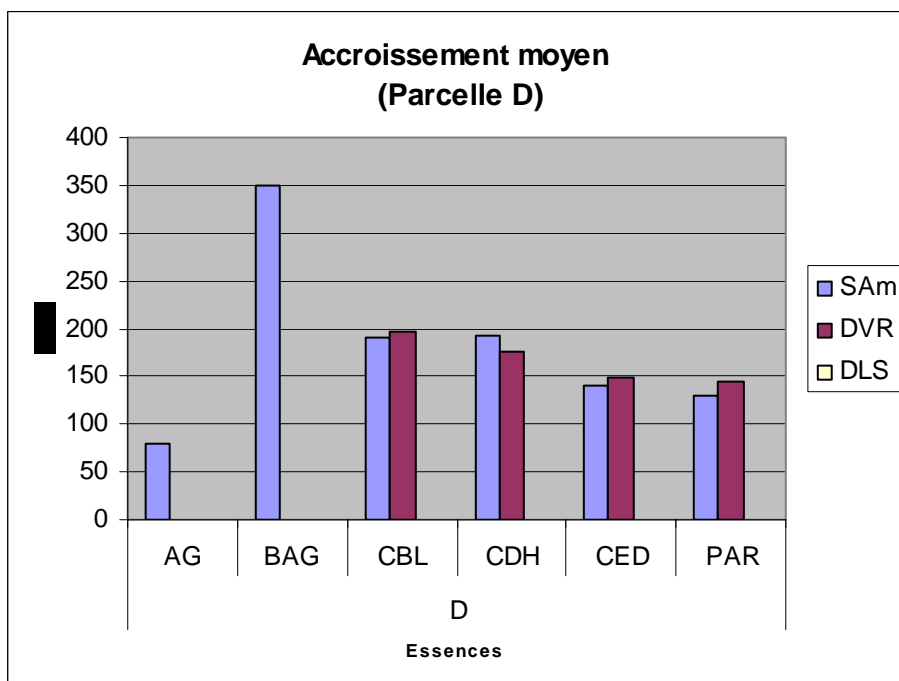
Tableau 2 : mortalité/essence/sol/parcelle

Les plants plantés sur SAm présentent une mortalité deux fois plus importante que ceux plantés sur DVR, cependant cette mortalité globale reste très faible (inférieure à 6%), sauf pour l'acajou de Guyane dont les plants sont attaqués par le borer (*Hypsipyla grandella* : insecte parasite spécifique à cette essence).

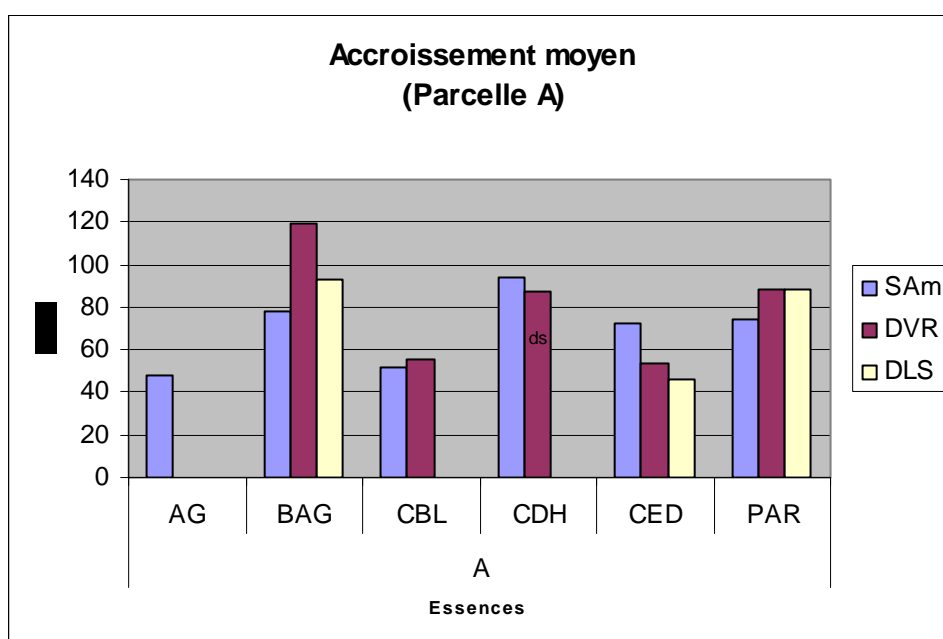


Photo 2 : Attaque de borers sur l'acajou (Guitet, 2004)

- Influence des types de sols sur la croissance des plants



Graphique 1 : Parcelle découverte



Graphique 2 : Parcelle abritée

Au vu des 2 graphiques, on peut observer des différences de croissance entre les différents types de sol. Les différences de croissance (testées deux à deux par le test T de Student) influencées par le facteur sol sont importantes et significatives pour deux espèces. La Bagasse ($dl = 69$, $t = 5.77$, $p = 0$) a une croissance significativement plus importante sur DVR que sur Sam.

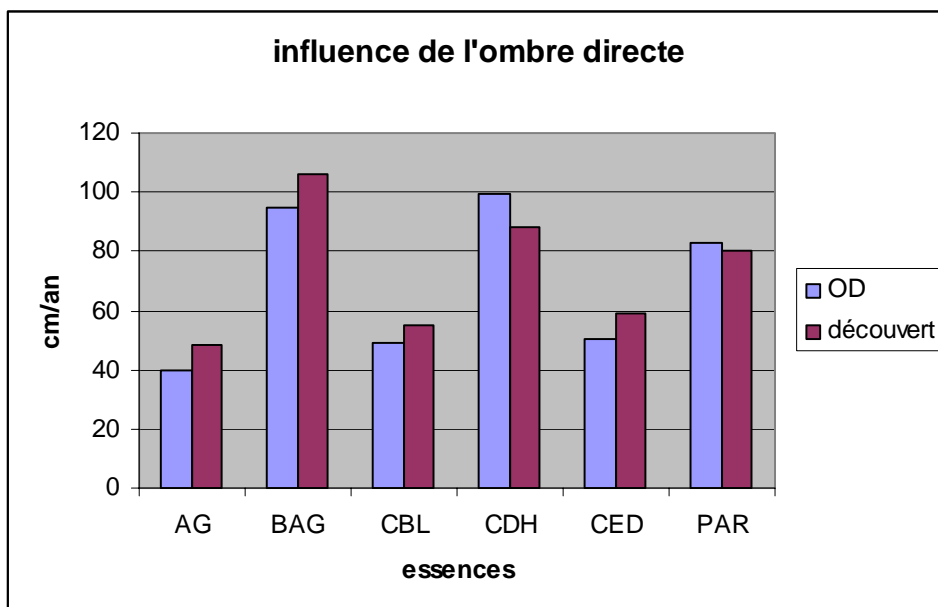
De même, le Parcouri a une croissance plus importante sur DVR que sur SAm, ce qui s'exprime de manière plus significative sur la parcelle abritée ($dl = 118$, $t = 3.82$, $p = 0.000399$), que découverte ($dl = 242$, $t = -3.59$, $p = 0.000182$). De plus, les plants étant bien répartis entre parcelles A et D (respectivement 231 et 256 plants), l'influence de la lumière ne biaise pas cette information et il est clair que c'est bien le type de sol ici qui influence la croissance de cette essence.

La moyenne des accroissements moyens du parcouri sur la parcelle A est de 74 cm/an sur SAm et 88 cm/an sur DVR. Sur la parcelle B, elle est respectivement de 129 cm/an et 144 cm/an. Les moyennes des accroissements moyens de la bagasse sur la parcelle A sont de 78 cm/an sur SAm et 120 cm/an sur DVR.

Les différences de croissances remarquées sur les autres essences n'ont pas été testées car elles nous semblent trop faibles pour intéresser le gestionnaire.

On peut dès à présent affirmer que le type de sol influence significativement la croissance des plants pour deux espèces (Bagasse et Parcouri).

- Parcelle abritée : influence de l'ombre directe (OD) des couronnes des arbres de la réserve sur la croissance des jeunes plants



Graphique 3 : Influence de l'ombre directe/essences sur la croissance

On peut remarquer sur ce graphe qu'il existe des différences de croissances entre les plants sous ombre directe des réserves et ceux sous ombrage indirect : les plants sous ombrage indirect ont une croissance plus soutenue pour la plupart des essences, seul le cœur dehors a une croissance plus forte à l'ombre. Cependant, les effectifs ne sont pas assez grands pour quantifier correctement cette différence.

- Influence de l'ombre directe sur la mortalité des plants

	OD	découvert
AG	0%	0%
BAG	0%	2%
CBL	3%	3%
CDH	7%	0%
CED	50%	36%
PAR	0%	2%
Total	9%	8%
Total sans CED	2%	2%

Tableau 3 : influence de la lumière/mortalité/essence

Hormis l'Acajou qui subit des attaques de borers (ce qui ne permet pas d'interprétation concernant sa mortalité), il n'existe pas de réelle différence de mortalité entre plants ombragés et abrités : elle est de l'ordre de 2% en moyenne. Seul le cœur dehors présenterait une mortalité plus importante sous ombrage.

- Test de comparaison de croissance en hauteur entre essences selon la parcelle (ANOVA, test de Newman-Keuls, $\alpha=0.05$, voir *annexe*)

Ce test nous indique :

- qu'il y a un effet de la parcelle (= éclaircissement) sur la croissance en hauteur des plants (les plants ont une meilleure croissance en moyenne sur la parcelle D (178 cm/an) que sur la parcelle A (72 cm/an) ;
- que les espèces ont des rythmes de croissance très différents, ainsi la bagasse a la croissance la plus importante, et les angéliques, courbarils et acajous ont la croissance la plus faible ;
- qu'il existe une interaction significative entre les facteurs parcelle (influence de la lumière) et essence : la Bagasse réagit fortement et positivement à l'éclaircissement.

8 Discussion

8.1 Comportement des essences en fonction du type de sol

D'après la littérature, les essences ont une croissance plus soutenue sur DVR que sur les autres sols ; c'est ce qui est également observé ici. Nous pouvons l'affirmer sur les essences Bagasse et Parcouré grâce aux tests statistiques effectuées et le soupçonner pour les autres essences d'après les graphes de croissance. Toutefois, tous ces observations et tests statistiques ont été effectués à un état encore juvénile des essences, ce qui ne nous permet pas de préjuger les comportements futurs de ces plants.

La vitesse de croissance de l'acajou observée en Afrique est de 3m/an (Goudet, 1981), or, ici, elle n'est que de 123 cm/an, ce qui pourrait s'expliquer par les attaques de borers.

8.2 Comportement des essences à la lumière

Les résultats obtenus sont intéressants pour l'acajou de Guyane, qui était supposé à comportement relativement sciaphile. L'expérience tend à nous démontrer le contraire, du moins à ce stade de développement de la plante. En effet, la différence d'accroissement annuel moyen est de l'ordre de 85 cm entre les deux parcelles. Cependant, cette observation est à nuancer car les attaques de borers sont concentrées sur la parcelle sous abri principalement.

Le cœur dehors étant référencé comme essence héliophile (K. Kokou, 1992), il est surprenant de voir, pour la parcelle A, que la croissance des plants subissant l'ombre directe de la réserve est plus soutenue que celle des plants en pleine lumière ; toutefois, leur croissance n'en demeure pas moins deux fois plus importante sur la parcelle plein découvert par rapport à celle sous abri. Cependant, les plants n'étant âgés que de 18 mois, le tempérament de l'espèce pourrait ne pas encore être affirmé. De plus, beaucoup de plants étaient abrutis par le gibier. En outre, toujours au sein de cette parcelle, on remarque que même si les plants poussent plus vite à l'ombre, leur mortalité est plus importante que ceux mis en lumière. Cela pourrait être dû au fait que les plants sont plus affaiblis par leur importante vitesse de croissance, que la compétition intraspécifique est plus avancée chez ces plants car les arbres sont plus grands ou qu'il pourrait y avoir concurrence racinaire avec les arbres-réserves.

8.3 Limites

Les observations effectuées sur les parcelles ont été limitées par la végétation exubérante (lianes rasoir, Cecropia,...) qui rendait les déplacements laborieux (même au sabre) et les mesures difficiles (il était parfois impossible de retrouver les plants, et donc de se situer au sein des placeaux).

Les sondages pédologiques auraient dû être effectués au début de la plantation, ce qui aurait permis une meilleure disposition des blocs aléatoires pour maîtriser l'hétérogénéité du sol. De plus, il est beaucoup plus facile d'effectuer les comptages de djougoung-pétés sur sol propre, et en saison des pluies (dans la mesure où les cuvettes sont remplies d'eau).

Il aurait également été intéressant de compter les places à feu sur les parcelles, car il est démontré que les cendres favorisent la croissance des plantules (le phosphore et le potassium se déposent dans les cendres). Cependant, d'après l'ONF, elles doivent être réparties de façon relativement homogène sur la parcelle plein découvert entièrement brûlée lors de la préparation du terrain mais de façon très hétérogène sur le plateau sous abri où seuls quelques rémanents ont été ponctuellement brûlé (le reste a été mis en andains sur les périmètres).

De surcroît, il serait judicieux dans une prochaine étude de pouvoir quantifier les effets de bordure (ombrage, parasitisme,...).

Enfin, il est regrettable que sur ces parcelles l'angélique, espèce la plus commercialisée de Guyane, n'ait pas pu faire l'objet de plus de plantations. En effet, ses effectifs étant si réduits, aucune analyse significative n'a pu être effectuée.

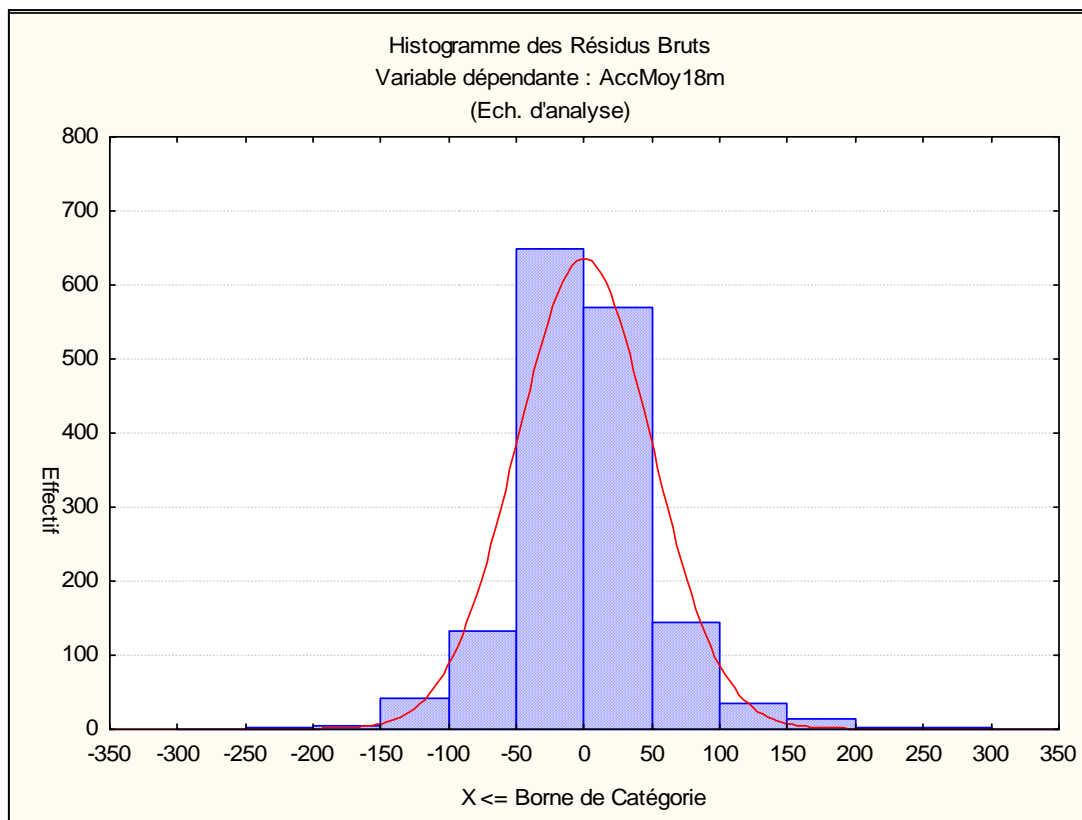
9 Conclusions

Même si le facteur sol influence significativement l'accroissement annuel moyen de deux espèces (Bagasse, Parcouré) et semble jouer un rôle non négligeable (sans pouvoir l'affirmer) sur les quatre autres (Angélique, Cœur dehors, Courbaril, Acajou de Guyane), il apparaît que l'insolation joue un rôle prépondérant sur la croissance des six espèces plantées pour cette étude. Il en ressort donc qu'il est apparemment préférable d'effectuer des plantations sur des parcelles découvertes. Il est également plus intéressant de réaliser des plantations sur des sols bien drainés, toutefois, les espèces présentes dans cette étude semblent relativement bien s'adapter à des sols plus contraignants, du moins à ce stade de croissance.

Annexes

Tests statistiques

ANOVA (comparaison de moyennes de croissance)



Test Newman-Keuls ; variable AccMoy18m (Feuille de données10) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = 2513,9, dl = 1578,0									
N°Cellu.	Parcelle	Ess	AccMoy18m Moy.	1	2	3	4	5	6
12	A	AG	47,9216	****					
10	A	CBL	52,5986	****					
11	A	CED	57,4403	****					
6	D	AG	79,6454		****				
8	A	PAR	80,6829		****				
7	A	CDH	90,0197		****	****			
9	A	BAG	101,8535			****			
2	D	PAR	136,1257				****		
5	D	CED	142,4635				****		
1	D	CDH	188,0640					****	
4	D	CBL	192,4362					****	
3	D	BAG	350,0112						****

Tests Univariés de Significativité de AccMoy18m (Feuille de données10) Paramétrisation sigma-restreint Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degré de Liberté	MC	F	p
Ord.Orig.	14985404	1	14985404	5961,034	0,00
Parcelle	2812919	1	2812919	1118,949	0,00
Ess	2534330	5	506866	201,626	0,00
Parcelle*Ess	1506370	5	301274	119,844	0,00
Erreur	3966924	1578	2514		

Test t

Parcouri parcelle D

Tests t ; Classmt : Var10 (Feuille de données1) Groupe1: SAm Groupe2: DVR											
Variable	Moyenne SAm	Moyenne DVR	Valeur t	dl	p	N Actifs SAm	N Actifs DVR	Ecart-Type SAm	Ecart-Type DVR	Ratio F Variances	p Variances
Var9	129,3528	144,7975	-3,59094	242	0,000399	137	107	33,83282	32,69020	1,071128	0,714310

Parcouri parcelle A

Tests t ; Classmt : Var3 (Feuille de données1) Groupe1: DVR Groupe2: SAm											
Variable	Moyenne DVR	Moyenne SAm	Valeur t	dl	p	N Actifs DVR	N Actifs SAm	Ecart-Type DVR	Ecart-Type SAm	Ratio F Variances	p Variances
Var2	88,27642	73,87037	3,818634	188	0,000182	82	108	32,51168	19,11510	2,892848	0,000000

Bagasse parcelle A

Tests t ; Classmt : Var7 (Feuille de données1) Groupe1: DVR Groupe2: SAm											
Variable	Moyenne DVR	Moyenne SAm	Valeur t	dl	p	N Actifs DVR	N Actifs SAm	Ecart-Type DVR	Ecart-Type SAm	Ratio F Variances	p Variances
Var6	119,6741	77,66667	5,775457	69	0,000000	45	26	31,58686	25,49719	1,534717	0,253988

Bibliographie

Pédologie

FREYCON *et al.* « Influence du sol sur la végétation arborescente en forêt guyanaise : état des connaissances », Revue forestière française, n° spécial 2003.

GRIMALDI *et al.* « Composante climatique de la transformation d'une couverture pédologique et des relations sol-végétation en Guyane », publication issue du symposium international « dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux », Paris 1996.

Guide de description des sols, d'après STIPA, maquette 2001 et « Guide pour la description des sols » BAIZE et JABIOL 1995.

PAGET « Etude de la diversité spatiale des écosystèmes forestiers guyanais », thèse de doctorat de l'ENGREF, pp37-40, 1999.

SABATIER *et al.* “the influence of soil cover on the floristic and structural heterogeneity of a guianan rain forest”, Kluwer academic publisher, 1997.

Botanique

MOREAU « Bilan à 5 ans d'une plantation de feuillus précieux de 5 hectares en Guyane », Rapport INA-ONF, 1995.

GERHARD « Tree seedling development in tropical dry abandoned pasture and secondary forest in Costa Rica » Journal of vegetation Science :4:95-102 Department of ecological botany Uppsalla University, Sweden, 1993.

DURIEU de MADRON “Etude de l'environnement de l'angélique sur le dispositif d'étude des peuplements naturels en forêt dense humide guyanaise », mémoire CTFT-GREF, 1989.

ONF monographies des essences Acajou de Guyane, Courbaril, Angélique, Coeur dehors.