

INSTITUT DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DU RWANDA .
I.S.A.R.

NOTE TECHNIQUE .

**OBSERVATION D'ESSENCES LOCALES EN
REBOISEMENT À RUTABANZOGERA .**

(CENTRE FORESTIER DE RANGIRO)

PAR

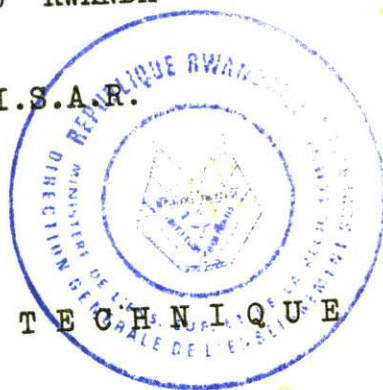
DR. JEAN-PIERRE SORG,
CHEF DE LA DIVISION DE SYLVICULTURE.

N° 5

1980

INSTITUT DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DU RWANDA

I.S.A.R.



NOTE TECHNIQUE

Observation d'essences locales en reboisement à
Rutabanzogera (Centre forestier de Rangiro)

par

DR. JEAN - PIERRE SORG

Chef de la Division de sylviculture

T A B L E D E S M A T I E R E S

1. INTRODUCTION	3
2. DESCRIPTION DE LA PLANTATION	4
21. LA STATION	4
22. LE BOISEMENT	5
3. MESURES ET OBSERVATIONS	7
31. LES PARAMETRES	8
32. COMPARAISON DES ESSENCES PLANTEES EN 1975	10
321. LA HAUTEUR DES TIGES	10
322. LA FOURCHE	12
3221. FREQUENCE	12
3222. EMBLACEMENT	13
3223. FOURCHE ET VITALITE	14
323. LA SINUSITE DE LA TIGE	15
3231. FREQUENCE	15
3232. SINUSITE DE LA TIGE ET VITALITE	16
324. LA COURBURE AU PIED	16
3241. FREQUENCE	16
3242. COURBURE AU PIED ET VITALITE	17
325. LA TIGE COURBE	18
3251. FREQUENCE	18
3252. TIGE COURBE ET VITALITE	19
3253. SINUSITE DE LA TIGE ET COURBURE AU PIED	19
326. LES TIGES SANS DEFAUT	20
3261. FREQUENCE	20
3262. TIGES SANS DEFAUT ET VITALITE	21
327. LA VITALITE	22
33. COMPARAISON DES ESSENCES PLANTEES EN 1976	22
331. LA HAUTEUR DES TIGES	23
332. LA FOURCHE	23
3321. FREQUENCE	23
3322. EMBLACEMENT	25

333. LA SINUOSITE DE LA TIGE	26
334. LES TIGES SANS DEFAUT	26
335. LA VITALITE	27
4. CONCLUSIONS	27
5. QUELQUES COMPARAISONS	31
6. BIBLIOGRAPHIE	37

* * * * *

T A B L E D E S T A B L E A U X

1. Composition du boisement	6
2. Résultats des mesures et observations	9
3. Fréquences cumulées des hauteurs (plantation 1975)	11
4. Fréquences cumulées des hauteurs (plantation 1976)	24
5. Essai de classement	28
6. Quelques comparaisons	32-36

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de leur programme de reboisement en bordure de la forêt naturelle de Nyungwe, les Centres forestiers de Gisovu et de Rangiro, gérés par le Projet pilote forestier de Kibuye, utilisent des essences locales dans une proportion de 10 à 35 % selon les années (PROJET PILOTE FORESTIER 1977c-1978-1979-1980b). L'emploi d'essences locales a pour objectif la fourniture, à moyen et à long terme, de bois de grande valeur qui compléteront les assortiments de masse provenant de plantations à croissance rapide composées surtout de résineux exotiques.

Les connaissances relatives à la botanique, à l'écologie et à la phénologie des essences forestières autochtones ainsi qu'à la germination des semences de ces espèces s'accroissent régulièrement (LEBRUN 1935; PROJET PILOTE FORESTIER 1976a, 1980a; WERNER 1976; COMBE 1977; TROUPIN en prép.). Il n'en va pas de même en ce qui concerne la croissance et le développement qualitatif de ces essences utilisées en reboisement. Peu de travaux leur ont été consacrés au Rwanda récemment (PROJET PILOTE FORESTIER 1976b; GASANA 1980; SORG 1980), alors que nombre d'ouvrages plus anciens sont surtout descriptifs (ROSSIGNOL 1942; LIEGEOIS 1953).

La présente note¹⁾ a pour but de préciser le comportement initial d'essences locales utilisées en un site de la bordure de la forêt naturelle de Nyungwe. Elle complète partiellement le travail de GASANA (op. cit.).

1) L'auteur remercie MM. M. JANSSENS (ISAR Rubona) et Ch. WERLEN (Projet pilote forestier Kibuye) pour leurs commentaires et suggestions.

2. DESCRIPTION DE LA PLANTATION

21. LA STATION

La parcelle étudiée fait partie de la ceinture de reboisements jouxtant la forêt naturelle de Nyungwe au lieu-dit Rutabanzogera, proche du Centre forestier de Rangiro', sur le flanc des massifs entourant la haute plaine de Banda, Commune Kirambo, Préfecture Cyangugu. L'altitude est de 1700 m.

La Plan d'aménagement du Centre forestier de Rangiro (PROJET PILOTE FORESTIER 1977a) donne les renseignements ci-dessous, valables pour l'ensemble de la zone.

La roche-mère est d'origine métamorphique et comprend notamment des schistes, des quartzites et des dolérites. Les sols sont relativement riches en argile, compacts et cohérents, acides, profonds et frais.

Les précipitations mesurées à la scierie de Kamatsira (1670 m d'altitude, à 4 km de Rutabanzogera) fournissent l'image suivante (MUNYARUGERERO 1976; PROJET PILOTE FORESTIER 1977c-1978-1979-1980b):

<u>Années</u>	<u>Lame annuelle (mm)</u>
1974	2003.9
1975	3243.7
1976	1412.8 (janvier-novembre)
1977	1581.8
1978	2033.5
1979	1490.6

Les précipitations de 1976, 1977 et 1979 correspondent aux valeurs enregistrées en d'autres stations du versant ouest de la crête Zaire-Nil (VAN MINNENBRUGGEN et al. 1972). La valeur de 1975 sera considérée avec prudence. La saison sèche dure généralement de mi-juin à mi-septembre; elle est souvent peu marquée.

La température, mesurée à la scierie de Kamatsira également, prend les valeurs suivantes (mêmes références que pour les précipitations):

<u>Années</u>	<u>T moyenne annuelle</u>	<u>Max. absolu</u>	<u>Min. absolu</u>
1975	17.1	28.0	0.9
1976	18.06	29.0	5.5
1977	-	-	-
1978	-	30.0	6.0
1979	-	31.5	7.0

En comparaison, la station de Kibuye au bord du lac Kivu, à 1470 m d'altitude, enregistre les valeurs suivantes (SIRVEN et al. 1974):

- lame annuelle moyenne 1055 mm
- température annuelle moyenne 21.9 °C

La végétation naturelle potentielle du site se range, selon LEBRUN (1935), dans l'horizon inférieur (1600 - 1900 m) de la forêt mésophylle de montagne, les espèces suivantes faisant partie de la strate dominante: Albizia gummifera, Entandrophragma excelsum, Newtonia buchananii, Parinari excelsa, Symphonia globulifera. Cette description se vérifie à Rutabanzogera.

D'après la classification bioclimatique de HOLDRIDGE (1978) citée dans GASANA (1980), "... la zone appartient à la transition de la classe Forêt Tropicale Humide Prémontagnarde en dessous de 1800 m d'altitude, à la classe Forêt Tropicale Humide Submontagnarde au-dessus".

Le versant, onduleux, a des pentes variant de 25 à 55 %.

22. LE BOISEMENT

La parcelle est connue localement sous le nom de "Mélange aux 8 essences". En effet, la première mise en place, en avril 1975,

Tab. 1: Composition du boisement

<u>Nom scientifique</u>	<u>Nom vernaculaire</u>	<u>Origine</u>	<u>Mise en place</u>	<u>Remarques</u>
<u>Albizia gummifera</u> (J.F. Gmel.) C.A.Sm.	UMUSEBEYA	sauvageons	avril 1975	disparu
<u>Faurea saligna</u> Harv.	UMUTITI	sauvageons	avril 1975	
<u>Ficalhoa laurifolia</u> Hiern.	UMUHUMBO	sauvageons	avril 1975	
<u>Maesopsis eminii</u> Engl.	UMUHUMURO	graines	avril 1975	
<u>Ocotea usambarensis</u> Engl.	UMUTAKE	sauvageons	avril 1975	
<u>Podocarpus usambarensis</u> Pilger	UMUFU	sauvageons/ graines	avril 1975	
<u>Podocarpus milanjanus</u> Rendle	UMUHULIZI	sauvageons	avril 1975/ mars 1976	
<u>Symphonia globulifera</u> L.f.	UMUSHISHI	sauvageons	avril 1975/ mars 1976	
<u>Croton megalocarpus</u> Hutch.	UMUNEGE	sauvageons	mars 1976	
<u>Entandrophragma excelsum</u> (Dawe et Sprague) Sprague	UMUYOVE	sauvageons	mars 1976	en voie de disparition
<u>Strombosia scheffleri</u> Engl.	UMUSHYIKA	sauvageons	mars 1976	
<u>Syzygium parvifolium</u> (Engl.) Mildbr.	UMUGOTE	sauvageons	mars 1976	

comprenait 8 essences; d'autres s'y sont ajoutées lors d'un regarnissage en mars 1976. Le tableau 1 donne la composition du boisement.

En ce qui concerne la description botanique de ces essences, leur écologie, leur distribution, les propriétés de leur bois ainsi que des références bibliographiques spécifiques, nous renvoyons aux ouvrages de COMBE (1977) et du PROJET PILOTE FORESTIER (1977b). Toutes sont présentes en forêt de Nyungwe sauf Maesopsis eminii, qui, de ce fait, ne figure pas dans les ouvrages précités et sera éliminé de la suite du travail.

La plus grande partie des plants sont des sauvageons recueillis en forêt, élevés en pépinière et mis en place. L'écartement de plantation était de 2.5 m de toute part.

La plantation a été dégagée régulièrement de la végétation envahissante. Les soins n'épargnent pas toujours les jeunes plants, à l'exemple de Symphonia globulifera, aux tiges frêles et peu feuillues, victime des soins culturaux effectués peu de temps avant les mensurations.

3. MESURES ET OBSERVATIONS

Dans la suite du texte, les essences seront désignées par leur nom de genre, sauf les Podocarpus où figurera également l'initiale de l'épithète spécifique.

Les mesures et observations qui font l'objet de cette note ont été effectuées à la fin du mois de février 1978. A cette époque, tous les plants d'Albizia avaient disparu, alors que les Entandrophragma dépérissaient gravement. Maesopsis n'a pas été inclus dans l'étude pour la raison citée ci-dessus.

Podocarpus m. et Symphonia, qui figuraient aussi bien dans la plantation initiale de 1975 que dans le regarnissage de 1976, ne font pas partie du dépouillement car les 2 années ne peuvent être distinguées.

31. LES PARAMETRES

Le tableau 2 contient les résultats d'ensemble des paramètres mesurés ou estimés. Compte tenu de l'âge du peuplement, il s'agit pratiquement des seuls facteurs aisément observables.

Hauteur des tiges

Mesure en classes de 0.5 m à l'aide d'une latte (1 - 50 cm: 1; 51 - 100 cm: 2; 101 - 150 cm: 3; etc.).

Fourche

Notation de la présence d'une fourche et de la hauteur de l'emplacement où la tige principale se divise.

Sinuosité de la tige

Notation de la présence d'une sinuosité par comparaison avec la latte de mesure des hauteurs. Les arbres sont encore trop petits pour qu'il soit utile d'estimer, voire de mesurer une intensité de sinuosité.

Courbure au pied

Notation de la croissance "en forme de sabre". Cet attribut est important car sa persistance entraîne une dévalorisation de la future bille de pied.

Vitalité

Ce paramètre, estimé, est difficile à généraliser. Cependant, si l'observation en est faite par une même personne dans un laps de temps assez court, d'après des critères aussi objectifs que possible, les résultats obtenus sont satisfaisants.

Il convient de signaler que la sur-représentation de Ficalhoa dans le boisement peut biaiser l'estimation de la vitalité pour cette essence. Toutefois, à Rutabanzogera, on ne peut discerner de relation apparente entre le nombre de tiges et la vitalité moyenne par essence.

Les classes de vitalité ont été définies comme suit.

Classe 1: plante saine, croissance manifestement dynamique, feuillage vert et fourni compte tenu des propriétés spécifiques; aucune attaque d'insectes, de champignons ou autre.

Tab. 2: Résultats des mesures et observations

<u>Essence, âge (années)</u>	<u>Nbre de tiges mesurées</u>	<u>Hauteur moyenne classe1) mètres</u>	<u>Accr. annuel moyen</u>	<u>fourches sinueuses courbes sans défaut2)</u>	<u>Pourcentage de tiges sinueuses courbes sans défaut2)</u>	<u>Vitalité moyenne</u>		
<u>Faurea, 3</u>	28	3.7	1.61	46	43	25	11	1.9
<u>Ficalhoa, 3</u>	444	6.6	3.06	41	31	14	35	1.7
<u>Ocotea, 3</u>	39	5.0	2.27	44	46	8	26	2.3
<u>Podocarpus u. 3</u>	15	3.7	1.59	20	27	0	60	1.7
<u>Podocarpus m. 2/3</u>	7	2.0	0.75	29	0	14	57	1.4
<u>Symphonia 2/3</u>	102	1.8	0.65	22	5	2	81	2.1 ³⁾
<u>Croton, 2</u>	61	2.4	0.93	39	36	3	38	1.9
<u>Entandro-phragma, 2</u>	30 ⁴⁾	1.0	0.25					
<u>Strombosia 2</u>	14	1.1	0.32	14	14	0	79	2.7
<u>SZYGIUM, 2</u>	133	1.6	0.56	50	14	0	40	2.4

1) cf. page 8

2) part des tiges ne présentant aucun des défauts observés

3) 12 % des tiges décapitées lors des soins effectués immédiatement avant les mesures

4) de 63 tiges dénombrées, 33 (52 %) avaient péri; le restant n'a pratiquement fait aucune croissance depuis la plantation, de sorte que les paramètres qualitatifs ne peuvent être indiqués

Classe 2: plante affaiblie, malade, attaquée ou carencée (tige ou feuillage), dont la croissance est affectée sans que, à vue, elle soit menacée de dépérissement.

Classe 3: plante faible, souffrant d'une maladie, d'une attaque ou d'une carence suffisamment forte pour qu'un état de dépérissement s'ensuive.

32. COMPARAISON DES ESSENCES PLANTEES EN 1975

Pour les 4 essences Faurea, Ficalhoa, Ocotea et Podocarpus u., les résultats atteints après 3 ans (2 ans et 10 mois) figurent au tableau 2. Albizia, planté au même moment, a complètement disparu.

321. LA HAUTEUR DES TIGES

L'analyse de variance effectuée sur les hauteurs des 4 échantillons se caractérise comme suit:

	<u>SCE</u>	<u>dl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>
Analyse	402.68	3	134.23	52.86***
Erreur	1325.45	522	2.54	
Total	1728.13	525		

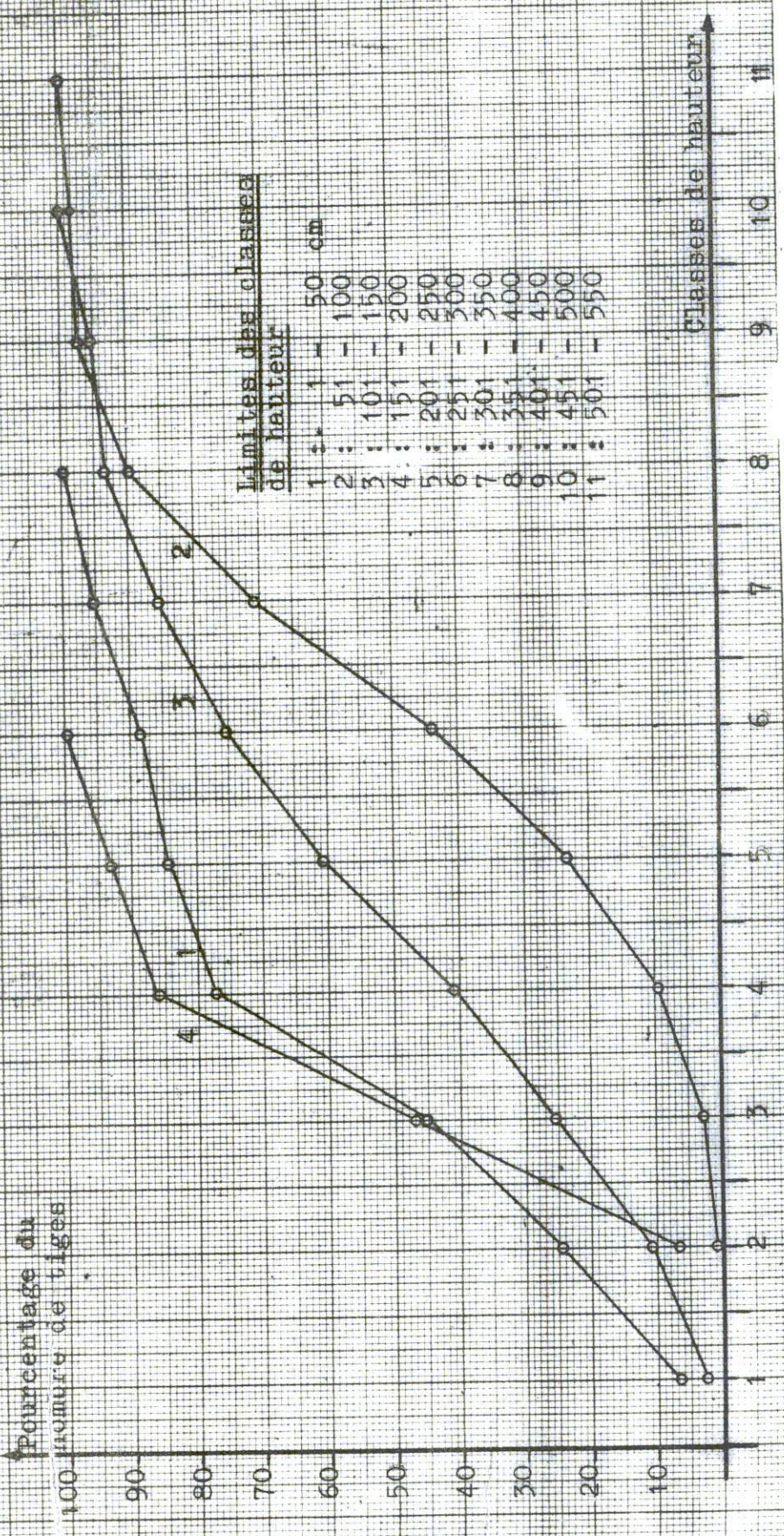
$$F_{0.001;3;\infty} = 5.42$$

La valeur de F calculé permet de conclure à l'existence d'au moins une différence hautement significative entre les moyennes des hauteurs de tiges.

Le test de DUNCAN, modifié pour tenir compte des effectifs inégaux des échantillons (JANSSENS 1978), montre que les moyennes des hauteurs de toutes les espèces sont significativement différentes entre elles au seuil de 1 %, à l'exception de la comparaison Faurea/Podocarpus u.

Tab. 3: Fréquences cumulée des hauteurs (plantation 1975)

- 1: *Naurea celastroides* 2: *Picea latifolia*
- 3: *Ocotea ussuriensis* 4: *Podocarpus ussuriensis*



Le tableau 3 (fréquences cumulées des hauteurs), tout en reflétant les différences de croissance entre les espèces, fait ressortir l'étalement des hauteurs de Ficalhoa et d'Ocotea. Une différenciation nette est en cours chez ces essences: nombre de sujets croissent rapidement tandis que d'autres stagnent.

322. LA FOURCHE

3221. FREQUENCE

L'application du test d'homogénéité au moyen des tables de contingence permet la comparaison d'échantillons qui ne sont pas distribués normalement, cas des comptages et des dénombrements (GOUNOT 1969).

Le test d'homogénéité sera utilisé plusieurs fois dans ce travail. Ci-après, l'exemple de la fréquence de la fourche donne l'occasion de suivre son emploi.

Soit à tester l'homogénéité dans le cas suivant:

<u>Essences</u>	<u>Nombre de tiges</u>	
	<u>avec fourche</u>	<u>sans fourche</u>
<u>Ficalhoa</u>	181 (a)	263 (b)
<u>Ocotea</u>	17 (c)	22 (d)

Total des tiges observées n = 483

L'hypothèse nulle (H_0) s'énonce ainsi: les échantillons de Ficalhoa et d'Ocotea proviennent d'ensembles identiques en ce qui concerne la proportion d'arbres fourchus.

Le test consiste à calculer un coefficient X^2 , à comparer au Chi^2 des tables, avec $(p - 1)(q - 1)$ degrés de liberté, p étant le nombre de lignes et q celui de colonnes. Lorsque X^2 est inférieur au Chi^2 des tables, H_0 ne peut être rejetée. Si X^2 est plus grand, on rejette H_0 , ce qui signifie que les ensembles sont différents quant au paramètre considéré, au seuil d'erreur choisi.

Calcul de X^2 pour l'exemple ci-dessus:

$$X^2 = \frac{n((ad-bc)-n/2)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)} = 0.118$$

degrés de liberté $dl = 1$

$$Chi^2_{0.05;1} = 3.841$$

L'hypothèse nulle ne peut donc être rejetée; les ensembles sont considérés comme identiques en ce qui concerne la proportion d'arbres fourchus.

Le test se complique pour des valeurs de p et de q supérieures à 2, si l'on ne dispose pas de calculatrices pré-programmées prévoyant ces cas. Aussi, pour des tables comportant plus de 4 cases, lorsque H_0 peut être rejetée, il est parfois nécessaire de subdiviser la table en éléments plus petits pour localiser la ou les différences avec précision. Il a été recouru à ce procédé occasionnellement.

Pour le paramètre "fourche", l'application du test d'homogénéité avec les essences prises 2 par 2 révèle que l'hypothèse nulle ne peut jamais être rejetée. Les 4 échantillons d'essences différentes proviennent donc d'ensembles identiques en ce qui concerne la fréquence de la fourche.

3222. EMPLACEMENT

Si la qualité d'une tige dépend, entre autres, de la présence ou de l'absence d'une fourche, elle dépend aussi de l'emplacement de cet attribut, de sa hauteur sur la tige.

Ficalhoa et Ocotea ont été comparés sur ce point au moyen du test d'homogénéité; les autres essences ne sont pas assez abondantes pour constituer des groupes suffisamment grands. La table de contingence est du type 2 x 4, soit 2 lignes et 4 colonnes:

<u>Essences</u>	<u>Emplacement de la fourche sur la tige</u> (nombre de tiges)			
	<u>1er mètre</u>	<u>2e mètre</u>	<u>3e mètre</u>	<u>plus haut</u>
<u>Ficalhoa</u>	83	48	43	7
<u>Ocotea</u>	4	7	3	3

$$X^2 = 9.057^* \quad dl = 3$$

$$Chi^2_{0.05;3} = 7.815$$

L'hypothèse nulle est rejetée avec une probabilité d'erreur inférieure à 5 %; Ficalhoa tend à former sa fourche plus bas sur la tige que Ocotea.

3223. FOURCHE ET VITALITE

Le tableau ci-dessous donne, pour chaque essence, le pourcentage de tiges fourchues par rapport au nombre de tiges par classe de vitalité. Podocarpus u. est écarté en raison du nombre insuffisant d'observations dans chaque classe, conséquence d'une très faible proportion de tiges fourchues (tableau 2); cette caractéristique a déjà été observée ailleurs (SORG 1980).

<u>Essences</u>	<u>Classes de vitalité</u>		
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
<u>Faurea</u>	25 %	47 %	80 %
<u>Ficalhoa</u>	40 %	42 %	38 %
<u>Ocotea</u>	75 %	39 %	41 %

$$X^2 = 41.664^{***} \quad dl = 4$$

$$Chi^2_{0.001;4} = 18.467$$

L'hypothèse nulle est rejetée avec une probabilité d'erreur inférieure à 0.1 %. Si pour Ficalhoa, la proportion de tiges fourchues est sensiblement la même dans chaque classe de vitalité, la fourche est significativement plus fréquente par bonne vitalité chez Ocotea, par faible vitalité chez Faurea.

La question de l'influence éventuelle de la densité de population dans chacune des classes de vitalité doit être posée. Les chiffres se trouvent au chapitre 327. La suprématie de Ficalhoa quant au nombre de tiges peut pondérer la distribution des différents paramètres, notamment de la vitalité, dans le peuplement. Quant aux autres essences, une relation avec le nombre de tiges par classe de vitalité n'apparaît pas.

323. LA SINUOSITE DE LA TIGE

3231. FREQUENCE

Les résultats des observations:

<u>Essences</u>	<u>Nombre de tiges</u>	
	<u>sinueuses</u>	<u>droites</u>
<u>Faurea</u>	12	16
<u>Ficalhoa</u>	137	307
<u>Ocotea</u>	18	21
<u>Podocarpus u.</u>	4	11

$$X^2 = 5.462 \quad dl = 3$$

$$Chi^2_{0.05;3} = 7.815$$

L'hypothèse nulle ne peut être rejetée. Effectuées 2 par 2, les comparaisons permettent cependant de dégager une différence faiblement significative entre Ficalhoa (31 %) et Ocotea (46 % de tiges sinueuses).

Dans l'ensemble, il est possible que cette malformation soit due aux facteurs de l'environnement (manque périodique de soins induisant une concurrence pour la lumière), plutôt qu'à des facteurs génétiques. Par ailleurs, le bon comportement de Ficalhoa pourrait s'expliquer par la prédominance et la capacité concurrentielle de cette essence dans le boisement.

3232. SINUOSITE DE LA TIGE ET VITALITE

Le tableau ci-dessous donne, pour chaque essence, le pourcentage de tiges sinueuses par rapport au nombre de tiges dans chaque classe de vitalité. Podocarpus u. est à nouveau écarté en raison du nombre insuffisant d'observations dans chaque classe, conséquence d'une faible proportion de tiges sinueuses (tableau 2).

<u>Essences</u>	<u>Classes de vitalité</u>		
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
<u>Faurea</u>	25 %	53 %	40 %
<u>Ficalhoa</u>	20 %	38 %	37 %
<u>Ocotea</u>	75 %	33 %	53 %

$\chi^2 = 33.23^{***}$ $dl = 4$
 $\chi^2_{0.001;4} = 18.467$

L'hypothèse nulle est rejetée avec une probabilité d'erreur inférieure à 0.1 %. Ocotea se différencie très significativement des 2 autres essences en raison de la forte proportion de tiges sinueuses par bonne vitalité.

Ce fait peut s'interpréter comme suit: les rares pieds d'Ocotea très vitaux se jouent de la concurrence herbacée par une croissance dynamique qui évite l'obstacle, d'où la sinuosité. Les pieds moins vitaux, par contre, ne cherchent pas à contourner l'obstacle et croissent lorsque l'espace est dégagé.

324. LA COURBURE AU PIED

Cet attribut est absent chez Podocarpus u. (tableau 2).

3241. FREQUENCE

Les résultats des observations:

<u>Essences</u>	<u>Nombre de tiges au pied</u>	
	<u>courbe</u>	<u>droit</u>
<u>Faurea</u>	7	21
<u>Ficalhoa</u>	62	382
<u>Ocotea</u>	3	36

$$X^2 = 4.08 \quad dl = 2$$

$$Chi^2_{0.05;2} = 5.991$$

L'hypothèse nulle ne peut être rejetée. Effectuées 2 par 2, les comparaisons permettent de dégager une différence faiblement significative entre Faurea (25 %) et Ocotea (8 % de tiges courbes au pied).

3242. COURBURE AU PIED ET VITALITE

Le tableau ci-dessous donne, pour chaque essence, le pourcentage de tiges courbes au pied par rapport au nombre de tiges dans chaque classe de vitalité. Outre Podocarpus u., Ocotea est écarté en raison de la faible proportion de tiges courbes au pied.

<u>Essences</u>	<u>Classes de vitalité</u>		
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
<u>Faurea</u>	12 %	33 %	20 %
<u>Ficalhoa</u>	12 %	14 %	25 %

$$X^2 = 6.644 \quad dl = 2$$

$$Chi^2_{0.05;2} = 5.991$$

L'hypothèse nulle est rejetée avec une probabilité d'erreur inférieure à 5 %. Courbure au pied et faible vitalité sont plus fréquemment liées chez Ficalhoa que chez Faurea.

Cette tendance est propre aux 2 essences et traduit les difficultés d'adaptation des tiges qui ne sont pas implantées "normalement" dans le sol.

325. LA TIGE COURBE

En toute rigueur, on ne peut exclure une faute d'observation tendant à noter séparément sinuosité de la tige et courbure au pied, alors que ce dernier attribut n'est peut être que le premier élément d'une sinuosité de la tige, ou encore le reliquat d'une sinuosité disparue.

Pour tenir compte de ces éventualités, 2 analyses supplémentaires ont été entreprises:

- un test d'homogénéité sur les 4 essences selon les paramètres sinuosité de la tige et courbure au pied réunis en un seul, tige courbe (chapitres 3251 et 3252);
- un test d'indépendance des paramètres sinuosité et courbure au pied sur chaque essence (chapitre 3253).

3251. FREQUENCE

Les résultats des observations:

<u>Essences</u>	<u>Nombre de tiges courbes droites</u>	
<u>Faurea</u>	17	11
<u>Ficalhoa</u>	176	268
<u>Ocotea</u>	19	20
<u>Podocarpus u.</u>	4	11

$$\chi^2 = 7.07 \quad dl = 3$$

$$\text{Chi}^2_{0.05;3} = 7.815$$

L'hypothèse nulle ne peut être rejetée. Cependant, la comparaison des essences 2 par 2 montre que la proportion de tiges courbes est significativement supérieure (au seuil de 5 %) chez Faurea que chez Ficalhoa, respectivement Podocarpus u.

3252. TIGE COURBE ET VITALITE

Le tableau ci-dessous donne, pour chaque essence, le pourcentage de tiges courbes par rapport au nombre de tiges dans chaque classe de vitalité. Podocarpus u. est écarté en raison de la faible proportion de tiges courbes.

<u>Essences</u>	<u>Classes de vitalité</u>		
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
<u>Faurea</u>	37 %	60 %	60 %
<u>Ficalhoa</u>	30 %	45 %	53 %
<u>Ocotea</u>	75 %	39 %	53 %

$$X^2 = 23.56*** \quad dl = 4$$

$$Chi^2_{0.001;4} = 18.467$$

L'hypothèse nulle est rejetée avec une probabilité d'erreur inférieure à 0.1 %. Ocotea se distingue de ses compagnons par un lien étroit entre l'attribut "tige courbe" et la première classe de vitalité.

Un essai d'interprétation de ce fait figure au chapitre 3232.

3253. SINUOSITE DE LA TIGE ET COURBURE AU PIED

Le test d'indépendance de ces 2 paramètres, pour chaque essence, est justiciable du même traitement que le test d'homogénéité (GOUNOT 1969). L'hypothèse nulle s'énonce ainsi: les 2 attributs sont indépendants, la présence de l'un n'a aucune influence sur la présence ou l'absence de l'autre.

Le tableau ci-dessous donne les résultats des observations tels qu'ils figurent déjà aux chapitres 3231 et 3241. Les chiffres dans les cases représentent les nombres de tiges des différentes combinaisons.

<u>Essences</u>	<u>Sinuosité</u>	<u>Tiges au pied</u>		<u>χ^2</u>
		<u>courbe</u>	<u>droit</u>	
<u>Faurea</u>	<u>sinueux</u>	2	10	0.778
	<u>droit</u>	5	11	
<u>Ficalhoa</u>	<u>sinueux</u>	23	114	1.316
	<u>droit</u>	39	268	
<u>Ocotea</u>	<u>sinueux</u>	2	16	0.55
	<u>droit</u>	1	20	
<u>Podocarpus u.</u>	<u>sinueux</u>	0	4	
	<u>droit</u>	0	11	

L'hypothèse de l'indépendance des 2 attributs ne peut être rejetée pour aucune des essences. En particulier, il est improbable que la courbure au pied ne soit que le premier élément d'une sinuosité de la tige. Cela confirme le fait que ces défauts ont des causes différentes.

326. LES TIGES SANS DEFAUT

Les tiges dites sans défaut ne présentent aucun des attributs observés, c'est-à-dire fourche, sinuosité ou courbure au pied.

3261. FREQUENCE

Les résultats des observations:

<u>Essences</u>	<u>Nombre de tiges</u>	
	<u>sans défaut</u>	<u>déficientes</u>
<u>Faurea</u>	3	25
<u>Ficalhoa</u>	154	290
<u>Ocotea</u>	10	29
<u>Podocarpus u.</u>	9	6

$$\chi^2 = 12.622^{**} \quad dl = 3$$

$$\chi^2_{0.01;3} = 11.345$$

L'hypothèse nulle est rejetée avec une probabilité d'erreur inférieure à 1 %. Deux espèces sont à l'origine de l'hétérogénéité constatée:

- Podocarpus u., à la proportion de tiges sans défaut très élevée, se distingue significativement de Ficalhoa et d'Ocotea, très significativement de Faurea;
- Faurea, à la proportion de tiges déficientes très élevée, se différencie significativement de Ficalhoa.

3262. TIGES SANS DEFAUT ET VITALITE

Le tableau ci-dessous donne, pour chaque essence, le pourcentage de tiges sans défaut par rapport au nombre de tiges dans chaque classe de vitalité.

<u>Essences</u>	<u>Classes de vitalité</u>		
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
<u>Faurea</u>	38 %	0 %	0 %
<u>Ficalhoa</u>	42 %	29 %	28 %
<u>Ocotea</u>	0 %	39 %	18 %
<u>Podocarpus u.</u>	57 %	40 %	100 %

Le test ne peut être exécuté en raison du nombre de cases comportant des "0". Constatations:

- la part de tiges sans défaut est élevée en première classe de vitalité pour Faurea et Ficalhoa; cette tendance est inversée chez les autres essences, notamment Ocotea; le fait est difficile à interpréter vu le bas âge du boisement;
- il ne paraît pas y avoir de relation avec le nombre total de tiges par classe de vitalité et par essence (chiffres au chapitre 327).

327. LA VITALITE

Les résultats des observations:

<u>Essences</u>	<u>Nombre de tiges par classe de vitalité</u>		
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
<u>Faurea</u>	8	15	5
<u>Ficalhoa</u>	182	222	40
<u>Ocotea</u>	4	18	17
<u>Podocarpus u.</u>	7	5	3

$$\chi^2 = 47.041*** \quad dl = 6$$

$$\chi^2_{0.001;6} = 22.458$$

L'hypothèse nulle est rejetée avec une probabilité d'erreur inférieure à 0.1 %. La comparaison des espèces 2 par 2 montre que l'hétérogénéité est due au seul fait de la mauvaise vitalité d'Ocotea (différence hautement significative avec Ficalhoa, faiblement significative avec Faurea et Podocarpus u.). Les autres différences ne sont pas significatives.

33. COMPARAISON DES ESSENCES PLANTEES EN 1976

Les résultats atteints après 2 ans (1 an et 11 mois) par Croton, Entandrophragma, Strombosia et Syzygium figurent au tableau 2. L'analyse se déroule de la même façon que pour les essences plantées en 1975, à l'exception du renoncement aux comparaisons des paramètres par classes de vitalité, en raison de la mise en place atypique des plants (regarnissage!).

Il convient d'exclure d'emblée Entandrophragma des calculs. En effet, les 30 exemplaires observés vivants sont si petits (la plupart mesurant moins de 20 cm de longueur) et si faibles qu'ils ne sauraient être mis sur un pied d'égalité avec les autres essences. Il s'agit de loin du plus mauvais résultat de l'essai, exception faite d'Albizia, planté en 1975, qui a complètement

disparu. Il y a donc 3 échantillons à comparer.

Enfin, la courbure au pied et, par conséquent, la tige courbe (sinuosité de la tige + courbure au pied), ne figurent pas au dépouillement en raison de leur fréquence très faible.

331. LA HAUTEUR DES TIGES

L'analyse de variance effectuée sur les hauteurs des 3 échantillons se caractérise comme suit:

	<u>SCE</u>	<u>dl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>
Analyse	29.32	2	14.66	13.01***
Erreur	230.98	205	1.13	
Total	260.30	207		

$$F_{0.001; 2; \infty} = 6.91$$

Il est ainsi possible de conclure à l'existence d'au moins une différence hautement significative entre les moyennes des hauteurs.

Comme au chapitre 321, le test de DUNCAN modifié (JANSSENS 1978) montre que les différences entre les moyennes des hauteurs des 3 essences sont significatives au seuil de 1 %.

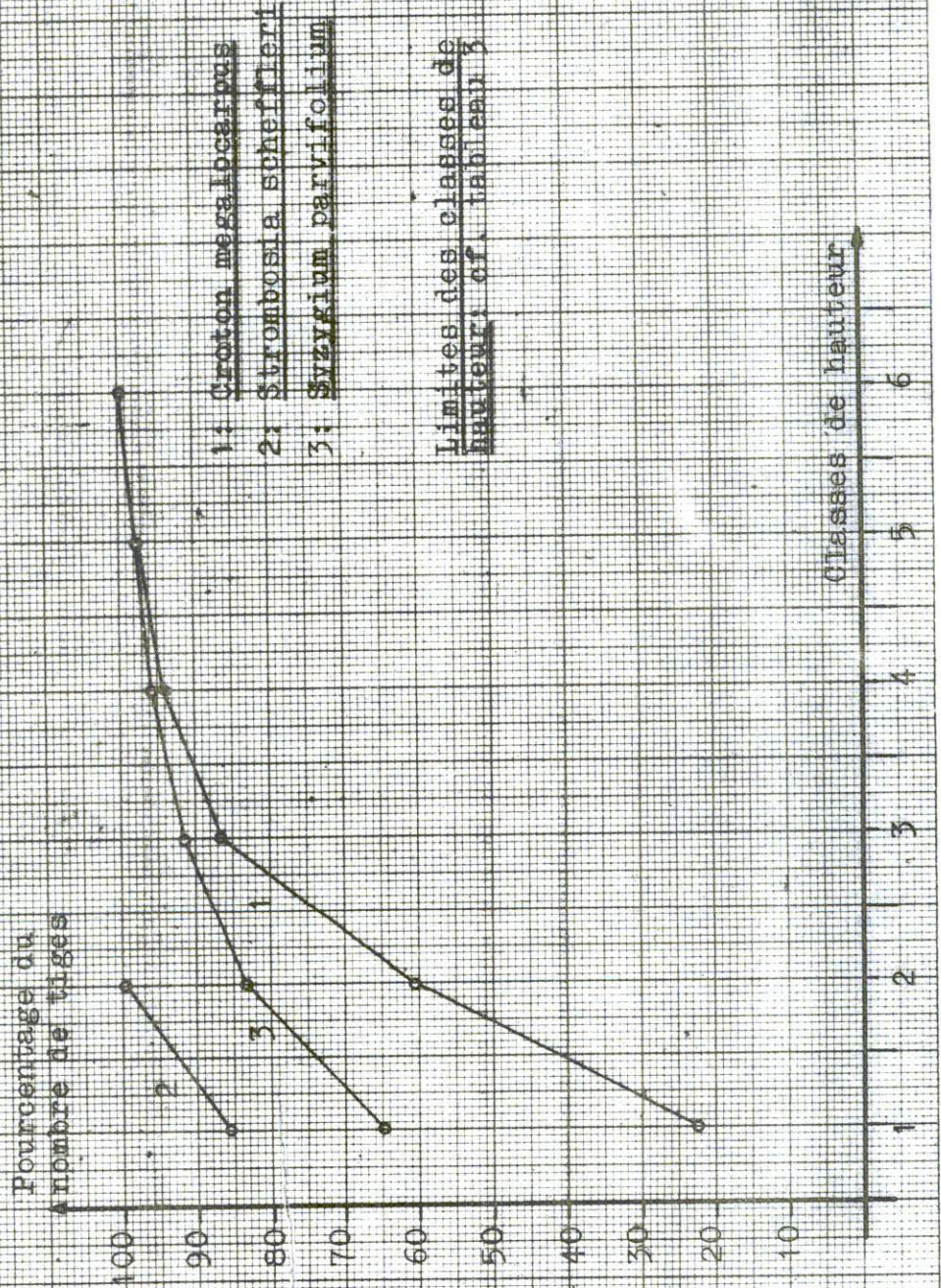
Le tableau 4 (fréquences cumulées des hauteurs) illustre la stagnation de Strombosia et une distribution moins groupée chez Croton que chez Syzygium.

332. LA FOURCHE

3321. FREQUENCE

Les résultats des observations:

Tab. 4: Fréquences cumlées des hauteurs (plantation 1976)



<u>Essences</u>	<u>Nombre de tiges</u>	
	<u>avec fourche</u>	<u>sans fourche</u>
<u>Croton</u>	24	37
<u>Strombosia</u>	2	12
<u>Syzygium</u>	66	67

$$\chi^2 = 7.248^* \quad dl = 2$$

$$\chi^2_{0.05;2} = 5.991$$

Par le faible nombre de tiges fourchues, Strombosia se différencie des 2 autres essences. Ce fait doit être rapproché de la petite taille des sujets de cette essence (une remarque analogue ne s'imposait pas pour les essences plantées en 1975; cf. chapitre 3221). Dans le cas de Croton, l'observation d'autres boisements dans la même région montre que la proportion de tiges fourchues augmente fortement avec la taille des sujets.

3322. EMPLACEMENT

Strombosia est écarté en raison du nombre insuffisant d'observations. Vu la faible hauteur des sujets, le test ne comporte que 2 éventualités.

<u>Essences</u>	<u>Emplacement de la fourche sur la tige</u> (<u>nombre de tiges</u>)	
	<u>entre 0 et 50 cm</u>	<u>au-dessus de 50 cm</u>
<u>Croton</u>	13	11
<u>Syzygium</u>	59	7

$$\chi^2 = 13.651^{***} \quad dl = 1$$

$$\chi^2_{0.001;1} = 10.828$$

Syzygium forme sa fourche dans la section inférieure de la tige plus souvent (différence hautement significative) que Croton. Cette constatation prend tout son relief lorsqu'elle est mise en parallèle avec la hauteur moyenne des plants, plus élevée pour

Croton. La remarque émise au chapitre précédent au sujet de la fréquence de la fourche chez cette essence est réservée.

333. LA SINUOSITE DE LA TIGE

Les résultats des observations:

<u>Essences</u>	<u>Nombre de tiges</u>	
	<u>sinueuses</u>	<u>droites</u>
<u>Croton</u>	22	39
<u>Strombosia</u>	2	12
<u>Syzygium</u>	19	114

$$X^2 = 12.47^{**} \quad dl = 2$$

$$Chi^2_{0.01;2} = 9.21$$

La proportion relativement élevée de tiges sinueuses de Croton se différencie significativement de celle de Syzygium. Ce fait peut être dû à un caractère inhérent à l'espèce ou à une sensibilité plus grande de Croton à la concurrence herbacée des premières années.

334. LES TIGES SANS DEFAUT

Les résultats des observations:

<u>Essences</u>	<u>Nombre de tiges</u>	
	<u>sans défaut</u>	<u>déficientes</u>
<u>Croton</u>	23	38
<u>Strombosia</u>	11	3
<u>Syzygium</u>	53	80

$$X^2 = 8.408^* \quad dl = 2$$

$$Chi^2_{0.05;2} = 5.991$$

L'hétérogénéité significative est uniquement due à la bonne qualité de Strombosia, alors que les 3/5 des tiges de Croton et de Syzygium sont déficientes.

335. LA VITALITE

Les résultats des observations:

<u>Essences</u>	<u>Nombre de tiges par classe de vitalité</u>		
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
<u>Croton</u>	24	21	16
<u>Strombosia</u>	0	4	10
<u>Syzygium</u>	9	61	63

Strombosia est écarté en raison de son absence de l'une des cases. Le test porte donc sur Croton et Syzygium, étant entendu que la vitalité de Strombosia est très mauvaise.

$$X^2 = 31.975*** \quad dl = 2$$

$$Chi^2_{0.001;2} = 13.816$$

La différence de vitalité entre Croton et Syzygium est hautement significative, à l'avantage du premier nommé.

4. CONCLUSIONS

Le tableau 5 donne le classement des essences pour les paramètres:

- accroissement annuel moyen en hauteur
- proportion de tiges sans défaut
- vitalité.

Le tableau résume en outre l'assurance statistique des différences significatives.

Tab. 5: Essai de classement

<u>Essence</u>	<u>Age</u> (années)	<u>Hauteur</u> <u>moyenne</u> (m)	<u>Accr. ann.</u> <u>moyen</u> (m) (rang)	<u>Part de tiges sans</u> <u>défaut</u> (rang)	<u>Part de tiges sans</u> <u>défaut</u> (%)	<u>Vitalité</u> <u>moyenne</u>	<u>Vitalité</u> <u>rang</u>	<u>Remarques</u>
<u>Albizia</u>								
<u>Faurea</u>	3	1.61	0.54	3	11	1.9	3	disparu
<u>Ficalhoa</u>	3	3.06	1.02	1	35	1.7	1	forte fréquence de tiges courbes
<u>Ocotea</u>	3	2.27	0.76	2	26	2.3	5	fourche basse
<u>Podocar- pus u.</u>	3	1.59	0.53	3	60	1.7	1	
<u>Croton</u>	2	0.93	0.47	5	38	1.9	3	forte fréquence de tiges sinueuses en voie de disparition
<u>Entandro- phragma</u>	2	0.25						
<u>Strombosia</u>	2	0.32	0.16	7	79	2.7	7	
<u>SZYGIUM</u>	2	0.56	0.28	6	40	2.4	6	fourche basse

L'assurance statistique indiquée a été obtenue au moyen du test de DUNCAN modifié pour la hauteur moyenne et du test d'homogénéité des tables de contingence (χ^2) pour les autres paramètres.

Un certain nombre de conclusions seront tirées; considérant le jeune âge du boisement, celles-ci courent le risque d'être infirmées très rapidement. En tout état de cause, elles ne concernent le comportement des essences étudiées que dans leurs premières années.

a. Dans un boisement récent, le forestier examine en premier lieu l'accroissement en hauteur des plants. Selon ce paramètre, les essences âgées de 3 ans sont en tête. Le fait est logique, car toutes les essences se trouvent dans une phase d'augmentation de l'accroissement annuel moyen en hauteur, phase se terminant au point d'inflexion de la courbe de croissance (correspondant à la culmination de la courbe d'accroissement). Certaines données tirées de la bibliographie (tableau 6) illustrent le phénomène.

Signalons les premiers rangs (statistiquement assurés) de Ficalhoa pour le groupe des 3 ans et de Croton pour celui des 2 ans.

b. La plus grande part de tiges sans défaut apparaît chez Podocarpus u. pour le groupe des 3 ans et chez Strombosia pour celui des 2 ans. La différence envers les autres essences du groupe respectif est statistiquement assurée. Les plus mauvais résultats qualitatifs sont enregistrés chez Faurea, Ficalhoa et Ocotea, tous du groupe des 3 ans, qui occupent les premiers rangs quant à la taille. Rien d'extraordinaire à cela, car ces essences, ayant vécu plus longtemps que les autres, ont encouru plus de risques de malformations. La performance de Podocarpus u., seul Gymnosperme du boisement, n'en est que plus intéressante pour l'instant.

c. En ce qui concerne la vitalité, le premier rang de Ficalhoa peut s'expliquer en partie par la prédominance de cette essence dans le boisement, qui réduit notablement la concurrence interspécifique. A nouveau, le résultat de Podocarpus u. est remarquable, étant donné les dommages (chenilles défoliantes et attaque fongique) subis par cette essence en d'autres lieux,

quoique le plus souvent en peuplements purs et non en mélange pied par pied comme c'est le cas à Rutabanzogera.

- d. Un essai de classement a été tenté, au moyen de l'attribution d'un coefficient aux attributs présentés au tableau 5. Ainsi:
- coefficient 3 à l'accroissement annuel moyen en hauteur; la croissance en hauteur est en effet primordiale aussi bien pour que le plant sorte rapidement de la zone de concurrence herbacée que pour obtenir à brève échéance une production ligneuse utilisable;
 - coefficient 2 à la qualité de la tige; souvent, les malformations du jeune âge ne disparaissent pas avec le temps (cas de la fourche) ou ne s'atténuent qu'imparfaitement (sinuosité, courbure au pied); d'autre part, les défauts du bas de la tige, dans la zone de la future bille de pied, pèsent particulièrement lourd dans la balance de la qualité escomptée du bois;
 - coefficient 1 à la vitalité, pour 2 raisons: d'une part ce paramètre intervient déjà dans l'accroissement, d'autre part, il est estimé et non mesuré ou observé avec précision.

L'addition des rangs obtenus multipliés par leur coefficient respectif donne le classement suivant:

1. <u>Ficalhoa laurifolia</u>	14 points
<u>Podocarpus usambarensis</u>	14 "
3. <u>Ocotea usambarensis</u>	23 "
4. <u>Croton megalocarpus</u>	26 "
<u>Faurea saligna</u>	26 "
6. <u>Strombosia scheffleri</u>	30 "
<u>Syzygium parvifolium</u>	30 "
8. <u>Entandrophragma excelsum</u>	en voie de disparition
9. <u>Albizia gummifera</u>	disparu

(On pourrait discuter de l'attribution d'un coefficient 3 à la qualité de la tige également. L'ordonnance n'en changerait que peu: Podocarpus u. passerait au premier rang devant Ficalhoa).

e. Sur la base de l'essai de classement d'une part, de l'ensemble de l'analyse d'autre part, on retiendra que:

- Ficalhoa et Podocarpus u. occupent incontestablement le haut du classement; Ficalhoa est handicapé par la position très basse de la fourche lorsque cet attribut est présent; le forestier devra y veiller, notamment par l'utilisation de francs-pieds issus de graines provenant d'arbres sélectionnés;
- Ocotea, Croton et Faurea font partie d'un groupe moyen dont l'évolution doit être tout spécialement observée à Rutabanzogera et dans d'autres boisements; ces essences peuvent être utilisées en reboisement, à titre d'essai pour l'instant;
- Strombosia et Syzygium constituent un groupe faible; ces essences n'ont pu s'affirmer et il est préférable de les abandonner pour le reboisement dans la région concernée;
- Albizia et Entandrophragma forment la queue du groupe; si Albizia peut être abandonné pour le reboisement dans la région, les essais avec Entandrophragma devraient se poursuivre en raison de résultats meilleurs obtenus en d'autres lieux, à l'arboretum de Ruhande notamment (DIVISION DE SYLVICULTURE ISAR 1980).

5. QUELQUES COMPARAISONS

Le tableau 6 fournit des repères permettant de placer les données recueillies à Rutabanzogera et analysées dans ce travail dans un contexte plus large.

Pour chaque essence, les résultats de Rutabanzogera figurent en tête. Aucun commentaire n'accompagne cette présentation car les chiffres parlent d'eux-mêmes. Il n'a pas été possible de trouver de références bibliographiques pour quelques essences.

Tab. 6: Quelques comparaisons

<u>Essence</u>	<u>Lieu et station</u>	<u>Accr. annuel moyen hauteur (m)</u>	<u>Qualité de la tige</u>	<u>Remarques</u>	<u>Auteur</u>
<u>Faurea saligna</u>	<u>Rutabanzogera</u>	0.54	mauvaise	3 ans	GASANA 1980
	<u>Rutabanzogera</u> ; même site	0.9	mauvaise	5 ans <i>même parcelle</i>	
	<u>Gisovu</u> ; 2200 m; sol profond de pied de colline	0.5	mauvaise		
<u>Ficalhoa laurifolia</u>	<u>Karongi</u> ; 2160 m, sol caillouteux superficiel	0.3	mauvaise	3 ans	GASANA 1980
	<u>Rutabanzogera</u>	1.02	fourche fré- quente et basse	3 ans	GASANA 1980
	<u>Rutabanzogera</u> ; même site	1.3		5 ans	
<u>Ocotea usambarensis</u>	<u>Rutabanzogera</u>	0.76	mauvaise	3 ans	GASANA 1980
	<u>Rutabanzogera</u> ; même site	0.9	assez bonne	5 ans	
	<u>Gisovu</u> ; 2200 m, sol frais de pied de colline	0.8	assez bonne		
	<u>Gisovu</u> ; 2200 m, sol humide de vallon	1.0	assez bonne		

Tab. 6 (suite)

<u>Essence</u>	<u>Lieu et station</u>	<u>Accr. annuel moyen hauteur (m)</u>	<u>Qualité de la tige</u>	<u>Remarques</u>	<u>Auteur</u>
<u>Ocotea usambarensis</u> (suite)	<u>Lushoto</u> (Tanzanie); 1500 m, terre rouge profonde, N=1070 mm	1.21		15 ans; accr. de la hauteur dominante	BOROTA 1971
	<u>Lushoto</u> ; même site	0.92		22 ans; même remarque; même parcelle	MUGASHA 1978
	<u>Kilimanjaro S</u> (Tan- zanie)	~ 1.0			MUGASHA 1978
	<u>West Usambara</u> (Tan- zanie)	0.4-0.5			MUGASHA 1978
	<u>Tanzanie</u> ; endroits secs	< 0.3			MUGASHA 1978
<u>Podocarpus usambarensis</u>	<u>Rutabanzogera</u>	0.53	bonne	3 ans	
	<u>Rutabanzogera</u> ; même site	0.7	bonne	5 ans même parcelle	GASANA 1980
	<u>Gisovu</u> ; 2200 m, sol forestier profond de versant	0.5	bonne	3 ans; plus tard, la qualité se réduit	GASANA 1980
	<u>Karongi</u> ; 2160 m, sol caillouteux superfi- ciel	0.3	bonne	3 ans	GASANA 1980
	<u>Rwanda</u> ; allées et reboisements mono- spécifiques	1.0		durant les premières années	COMBE 1977

Tab. 6 (suite)

<u>Essences</u>	<u>Lieu et station</u>	<u>Accr. annuel moyen hauteur (m)</u>	<u>Qualité de la tige</u>	<u>Remarques</u>	<u>Auteur</u>
<u>Podocarpus usambarensis (suite)</u>	<u>Butare; 1750 m, en allées</u>	0.69	fourches	24 ans	DIVISION DE SYLVICULTURE ISAR 1980
	<u>Arboretum de Ruhan- de; 1700 m, sol fer- ralitique humifère, N=1193 mm</u>	0.34/0.41		24 ans; sous couvert/dès enlèvement du couvert	SORG 1980
	<u>Arboretum de Ruhan- de</u>	0.77		26 ans	SORG 1980
	<u>Arboretum de Ruhan- de</u>	0.64		44 ans; pieds isolés	SORG 1980
	<u>Arboretum de Ruhan- de</u>	0.56		32 ans; en mélange avec <u>Grevillea</u>	DIVISION DE SYLVICULTURE ISAR 1980
	<u>Arboretum de Ruhan- de</u>	0.64		2 27 ans	DIVISION DE SYLVICULTURE ISAR 1980
	<u>Lushoto (Tanzanie); 1500 m, terre rouge profonde, N=1070 mm</u>	0.89		14 ans; accr. de la hauteur dominante	BOROTA 1971
	<u>Lushoto; même site</u>	0.75		23 ans; même parcelle, même remarque	MUGASHA 1978
	<u>Kivu; sol profond</u>			"Les jeunes arbres rivalisent avec les Cyprès placés dans les mêmes condi- tions"	LIEGEOIS 1953

Tab. 6 (suite)

<u>Essences</u>	<u>Lieu et station</u>	<u>Accr. annuel moyen hauteur (m)</u>	<u>Qualité de la tige</u>	<u>Remarques</u>	<u>Auteur</u>
<u>Croton megalocarpus</u>	<u>Rutabanzogera</u> Rangiro; 1700 m, friche herbeuse	0.47	moyenne	3 ans	GASANA 1980
	Rangiro; 1700 m, pied de colline	1.3	fourche		
	Arboretum de Ru- hande	1.7	fourche		GASANA 1980
		0.64		36 ans; en mélange do- minant	DIVISION DE SYLVICULTURE ISAR 1980
<u>Entandrophragma excelsum</u>	<u>Rutabanzogera</u> Rangiro; 1700 m, sol profond hu- mide	insignifiant		3 ans	
	Rangiro; sol frais de versant	0.9	bonne à très bonne		GASANA 1980
	Rangiro; en layons	0.4	bonne à très bonne		GASANA 1980
	Rangiro; sol de versant avec forte strate herbacée	0.3	bonne à très bonne		GASANA 1980
	Arboretum de Ru- hande	0.2	bonne à très bonne		GASANA 1980
		0.81	très bonne	27 ans; cou- vert jusqu'à environ 20 ans	DIVISION DE SYLVICULTURE ISAR 1980
	Arboretum de Ru- hande	0.70	très bonne	31 ans; cou- vert?	DIVISION DE SYLVICULTURE ISAR 1980

Tab. 6 (suite)

<u>Essences</u>	<u>Lieu et station</u>	<u>Accr. annuel moyen hauteur (m)</u>	<u>Qualité de la tige</u>	<u>Remarques</u>	<u>Auteur</u>
<u>Entandrophragma excelsum (suite)</u>	<u>Arboretum de Ruhan- de</u>	0.26	très bonne	24 ans; cou- vert jusqu'à 23 ans	DIVISION DE SYLVICULTURE ISAR 1980
	<u>Arboretum de Ruhan- de</u>	0.17	très bonne	28 ans; sous couvert de fourrés	DIVISION DE SYLVICULTURE ISAR 1980
	<u>Arboretum de Ruhan- de</u>	0.09	très bonne	28 ans; sous couvert <u>Fu-</u> <u>calyptus</u>	DIVISION DE SYLVICULTURE ISAR 1980
<u>Syzgium parvifolium</u>	<u>Rutabanzogera</u>	0.28	moyenne; fourche basse	3 ans	GASANA 1980
	<u>Gisovu; 2200 m, sol forestier de déblai routier</u>	1.0	mauvaise		GASANA 1980
	<u>Gisovu; layon de forêt exploitée</u>	0.8	mauvaise		GASANA 1980
	<u>Gisovu; friche her- beuse de versant</u>	0.4	mauvaise		GASANA 1980

6. BIBLIOGRAPHIE

- BOROTA, J., 1971: The growth of tree species in Lushoto Arboretum. Tanz. Silv. Res. Note 23.
- COMBE, J., 1977: Guide des principales essences de la forêt de montagne du Rwanda. PPF, Kibuye.
- DIVISION DE SYLVICULTURE ISAR, 1980: Mensurations des parcelles d'essences locales (Arboretum de Ruhande). Inédit. ISAR, Rubona.
- GASANA, J., 1980: Comportement initial des essences de reboisement utilisées par le Projet pilote forestier, Kibuye. Résumé d'un rapport en préparation. ISAR, Journées étude forest. (24-25.4.1980), Rubona.
- GOUNOT, M., 1969: Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson, Paris.
- HOLDRIDGE, L.R., 1978: Ecologia basada en zonas de vida. IICA, San José (Costa Rica).
- JANSSENS, M., 1978: Analysis of an unbalanced diallel cross in slash pine (Pinus elliottii var. elliottii Little and Dorman). Th. M.Sc. Univ. of Queensland.
- LEBRUN, J., 1935: Les essences forestières du Congo belge. II. Les essences forestières des régions montagneuses du Congo oriental. INEAC, S. scient. 1:2.
- LIEGEOIS, P., 1953: Reforestation sur grande échelle au Kivu. Bull. Agr. Congo belge 44:4.
- MUGASHA, A.G., 1978: Tanzania Natural Forest's Silvicultural Research. Review Report. Tanz. Silv. Res. Note (New Series) 39.
- MUNYARUGERERO, G., 1976: Interprétation des relevés climatiques Gisovu-Rangiro-Kigali, année 1975. PPF, Kibuye.
- PROJET PILOTE FORESTIER, 1976a: Germination de semences forestières autochtones. PPF, Kibuye.
- PROJET PILOTE FORESTIER, 1976b: Age et accroissement d'essences autochtones. PPF, Kibuye.

- PROJET PILOTE FORESTIER, 1977a: Plan d'aménagement forestier du Centre forestier de Rangiro. PPF, Kibuye.
- PROJET PILOTE FORESTIER, 1977b: Description technologique des principaux bois autochtones commercialisés au Rwanda. PPF, Kibuye.
- PROJET PILOTE FORESTIER, 1980a: Principales essences de reboisement et méthodes de reboisement au Rwanda (2e éd. remaniée). Publ. PPF 16.
- PROJET PILOTE FORESTIER, 1977c-1978-1979-1980b: Rapports annuels 1976-1977-1978-1979. PPF, Kibuye.
- ROSSIGNOL, C., 1942: Le reboisement dans la zone montagneuse du Congo oriental. Bull. Agr. Congo belge 33:2-4.
- SIRVEN, P. et al., 1974: Géographie du Rwanda. Ed. De Boeck, Bruxelles; Ed. Rwandaises, Kigali.
- SORG, J.-P., 1980: Quelques aspects de la croissance des Podocarpus spp. à l'arboretum de Ruhande. ISAR, Journées étude forest. (24-25.4.1980), Rubona.
- TROUPIN, G., en prép.: Flore des plantes ligneuses du Rwanda. Parution prévue fin 1981.
- VAN MINNENBRUGGEN, C. et al., 1972: Normales des précipitations en mm de la République Rwandaise et des régions limitrophes. Annexe à la carte des isohyètes annuelles pour la période 1931-1970. ISAR, Note tech. 12.
- WERNER, Ph., 1976: Observations sur la germination et la croissance initiale d'une essence tropicale: Syzygium parvifolium ENGL. Trav. certif. Inst. Biol., Univ. Lausanne (Suisse).

