

## Conclusions

This first open-pollinated tests of *Pinus patula* in Colombia give various clues with respect to the future management of a tree improvement program with this species.

1. The genetic base of patula pine in Colombia is quite broad and there is ample room for improvement through genetic selection.

2. The heritability estimates are high for Colombian selections as well as those from southern Africa where much of the seed for the current plantations comes. Thus it is feasible to exploit additive variance by selecting phenotypes of superior parent trees.

3. The South African families tested are generally superior in growth to the local selections due to more advanced improvement of trees in southern Africa over many years and also due to the fact that the South African seed used in this test came from a seed orchard where both parents were of improved stock.

4. There are indications of significant genotype x environment interaction in this study, i. e., family rank correlations between sites were low. Nonetheless, selections obtained in one region were occasionally good in the other planting region, e. g., family 563. Indeed, the fact that the superior South African families are also outstanding in Colombia is an indication that genotype environment interactions may not be serious.

5. Growth evaluations in terms of dry weight are generally more realistic for wood utilization than are those expressed as total height or volume. The family rankings based on dry weight were considerably different than the family rankings by total height, and the rank correlations were not statistically significant.

6. Percent bark volume varies according to tree size and also among families.

7. The tendency of patula pine trees to fork on boron-deficient soils varies by genotype and it appears to be feasible to select for trees which can adapt and grow well on deficient soils by selecting non-forked trees in plantations which are heavily forked. This matter requires

more study, but it appears promising for volcanic soils where boron deficiency is common and sometimes acute.

## Bibliography

- BARNES, R. D. and MULLIN, L. J.: *Pinus patula* provenance trials in Zimbabwe-seventh year results. In: Provenance and Genetic Improvement Strategies in Tropical Forest Trees. Mutare, Zimbabwe. p. 151-158 (1984). — BECKER, W. A.: Manual of Quantitative Genetics. Student Book Corporation, Pullman, Washington. 170 p. (1975). — CANNON, P. G.: Ensayos de fertilización con coníferas. En: Fertilización Forestal en el Valle y el Cauca, Octavo Informe Anual de Investigación Forestal. Cartón de Colombia, S. A. Cali. p. 127-132 (1983). — FALCONER, D. S.: Introduction to Quantitative Genetics. 2nd Edition. Longman, New York. 340p. (1981). — FRANKLIN, E. C.: Juvenile-mature correlations. Proc.: IUFRO Working Groups in Quantitative Forest Genetics, Brisbane, Queensland (draft) (1977). — GIBSON, G. L.: A review of provenance testing of commercially important tropical pines. Simposio Sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. CIEF, Buenos Aires 1: 29-55 (1987). — GUTIÉRREZ, M. and LADRACH, W.: Iniciación de un programa de mejoramiento genético de *Cupressus lusitanica* y *Pinus patula* en Colombia. INFLAIC. Mérida 53: 3-19 (1977). — LADRACH, W. E.: Programa de mejoramiento de árboles. En: Mejoramiento de Bosques a Través de la Selección Genética, Quinto Informe Anual. Cartón de Colombia, S. A. Cali. p. 35-39 (1980). — LADRACH, W. E.: Calidad de madera de *Pinus patula* SCHL. et CHAM. Informe de investigación no. 92. Cartón de Colombia, Cali. 16p. (1984). — LADRACH, W. E.: Control of wood properties in plantations. In: 18th IUFRO World Congress, Division 5, Forest Products. Yugoslavia IUFRO World Congress Organizing Committee, Ljubljana. p. 369-380 (1986). — LAMBETH, C. C.: Juvenile-mature correlations in Pinaceae and implications for early selection. Forest Science 26 (4): 571-580 (1980). — NAMKOONG, G.: Introduction to quantitative genetics in forestry. U. S. Dept. Agric., Tech. Bull. No. 1588, 342p. (1979). — NETER, J. and WASSERMAN, W.: Applied Linear Statistical Models. Richard D. Irwin, Inc., Homewood, Illinois. 834 p. (1974). — POYNTON, R. J.: Tree Planting in Southern Africa. Vol. 1. South African Forestry Research Institute, Pretoria. 576 p. (1977). — SNEDECOR, G. W. and COCHRAN, W. G.: Statistical Methods. Iowa State Univ. Press, Ames. 593 p. (1967). — SQUILLACE, A.: Comparison of some alternate second generation breeding plans for slash pine. Proc.: 12th Southern Forest Tree Improvement Conference. Baton Rouge, Louisiana (1973). — ZOBEL, B. J.: Breeding for wood properties in forest trees. First World Consultation on Forest Tree Breeding. Stockholm. Unasylva 18 (73-74): 89-103 (1964). — ZOBEL, B. and TALBERT, J.: Applied Forest Tree Improvement. John Wiley and Sons, New York. 505p. (1984).

# Variabilité infraspécifique et Effet du Recépage sur la Densité du Bois, le Rendement Papetier et la Longueur des Fibres chez *Eucalyptus camaldulensis* Traité en Taillis

Par A. SESBOU\*) et G. NEPVEU\*\*)

(Entrée 27 Octobre 1989)

## Résumé

Nous avons étudié la variabilité infraspécifique entre provenances de la densité du bois (infradensité), du rendement papetier et de la longueur des fibres chez *Eucalyptus camaldulensis* traité en taillis. Nous avons aussi étudié l'effet du recépage sur ces propriétés. Les échantillons ont été prélevés dans un dispositif de

comparaison de provenances situé à Sidi-Slimane (nord-ouest du Maroc).

Dans un premier temps, nous avons abordé la variabilité infraspécifique en étudiant 25 provenances dont les graines avaient été récoltées dans l'aire naturelle australienne. La plantation avait été réalisée en février 1967, la première coupe en mars 1976. Les échantillons ont été prélevés 3 ans après le recépage. Ensuite, nous avons étudié l'effet du traitement en taillis sur la qualité du bois en comparant 74 échantillons prélevés sur la futaie à 74 autres échantillons issues des mêmes arbres et prélevés sur le taillis 3 ans après le recépage.

Les principaux résultats sont les suivants:

\*) Maître-assistant à l'École Nationale Forestière d'Ingénieurs, Sale, Maroc.

\*\*) Directeur de Recherches, Station de Recherches sur la Qualité du Bois, CRF Champenoux 54280 Seichamps, France.

— *Eucalyptus camaldulensis* traité en taillis se caractérise par une très grande variabilité infraspécifique pour les caractères étudiés: l'infradensité varie de 465 kg/m<sup>3</sup>, à 557 kg/m<sup>3</sup>, le rendement papetier de 42% à 46% et la longueur des fibres de 0,73 mm à 0,79 mm;

— la part de la variabilité due à "l'arbre" (ici la cépée) est importante;

— au niveau infraspécifique, une liaison négative entre le diamètre et l'infradensité du bois est observée;

— des liaisons positives sont notées pour les mêmes caractères mesurés sur les arbres de futaie et sur les souches qui en sont issues après recépage (à l'exception du rendement papetier);

— le recépage diminue l'infradensité et augmente le rendement papetier et la longueur des fibres;

— le classement des provenances en futaie se maintient après le recépage.

*Mots clés:* *Eucalyptus camaldulensis*, variabilité infraspécifique, futaie, taillis, infradensité du bois, rendement papetier, longueur des fibres.

### Summary

*Intraspecific Variability in Eucalyptus camaldulensis Coppice and Effect of the First cutting on Wood density, Pulp Yield and Fiber Length.*

The intraspecific variability of wood density, pulp yield and fiber length of *Eucalyptus camaldulensis* coppice was studied. The effect of the first cutting on these properties was also studied. The samples were obtained from an experimental design located in Sidi-Slimane region (North-West of Morocco).

The intraspecific variability of 25 provenances, which seeds were obtained from their Australian natural area, were studied first. The plantation was done in February 1967, the first cutting in March 1976 and the samples were collected 3 years later. The effect of coppicing effect on wood properties was studied based on the comparison between 74 samples collected from even-aged stands and 74 other samples from the coppice of the same stumps, collected 3 years after the first cutting.

The main results are as follows:

— *Eucalyptus camaldulensis* treated in coppice is characterized by an important intraspecific variability regarding the studied properties: basic density varies from 465 kg/m<sup>3</sup> to 557 kg/m<sup>3</sup>, pulp yield from 42% to 46% and fiber length from 0,73 mm to 0,79 mm;

— the variability part due to "tree" effect is important;

— at the intraspecific level, a negative relationship between diameter and basic density was observed;

— for basic density and fiber length, there is a positive correlation between even-aged and coppice;

— the first cutting decreases basic density and increases pulp yield and fiber length;

— provenances classification in even-aged is keeping steady after cutting.

*Key words:* *Eucalyptus camaldulensis*, intraspecific variability, highstand, coppice, wood basic density, pulp yield, fiber length.

### Introduction

Le but des reboisements en *Eucalyptus camaldulensis* étant de mettre le plus vite possible à la disposition des utilisateurs, notamment l'industrie papetière une masse ligneuse importante et homogène, le taillis est apparu comme étant le mode de traitement approprié dans la majorité des cas, d'autant plus que cette essence rejette vigoureusement de souche.

Les peuplements sont donc traités en taillis avec des rotations qui varient, selon la fertilité de la station et les produits désirés, de 7 ans à 16 ans.

Dans deux précédents articles (SESBOU et NEPVEU, 1978; SESBOU et NEPVEU, à paraître), nous avons étudié la variabilité infraspécifique de certains caractères de qualité du bois et de vigueur dans deux essais italiens de provenances (Sicile et Calabre) et nous avons montré, au niveau de la futaie, la grande variabilité infraspécifique de cette espèce et l'effet du milieu sur ces caractères.

Dans cette étude, nous avons pris un essai de provenances traité en taillis en vue d'étudier:

— la variabilité entre provenances sur des sujets traités en taillis;

— les liaisons entre les mêmes caractères avant et après recépage et l'effet de ce traitement sur les propriétés du bois mentionnées.

Les propriétés prises en considération sont les suivantes: l'infradensité du bois, le rendement papetier, la longueur des fibres et le diamètre des brins du taillis.

### Matériel et Methodes

#### 2.1 Matériel

Le dispositif fait partie du projet no 6 du Comité de la Recherche Forestière Méditerranéenne de la FAO intitulé "Etude de l'adaptation écologique des *Eucalyptus*". Ce projet s'est concrétisé par l'installation de trente et une plantations comparatives de provenances d'*Eucalyptus camaldulensis* réparties entre douze pays (Algérie, Chypre, Congo, Espagne, Grèce, Israël, Italie, Maroc, Nigéria, Portugal, Tunisie et Turquie).

##### 2.1.1. Caractéristiques de la station:

Situation: Sidi Slimane (Maroc);

Altitude: 33 m;

Superficie: 5 ha;

Pluviométrie annuelle: 530 mm;

Moyenne des minima du mois le plus froid: 4,4 °C;

Moyenne des maxima du mois le plus chaud: 36,1 °C;

Indice d'Emberger: 48;

Type d'étage: Semi-aride inférieur à variante tempérée;

Sol: Sable villafranchien sur argile rouge de Mamora.

Hauteur moyenne des sables 1,50 m avec un maximum de 3,20 m et un minimum de 0,85 m;

Origine: Ancienne subéraie claire à *Thymelia lhytroides* et *Chamaerops humilis*;

Préparation du sol: labour en plein sur 50 cm de profondeur durant l'été 1967;

Plantation: du 8 novembre au 11 novembre 1967;

Première coupe: Mars 1976;

##### 2.1.2. Provenances utilisées

Nous avons considéré 25 provenances. Elles appartiennent aux quatre grandes régions de l'aire de l'*Eucalyptus camaldulensis*:

— Territoire du Nord (Northern Territory) avec quatre provenances: 6788, 6869, 7080 et 7116;

— Australie occidentale (Western Australia) avec quatre provenances (7029, 7034, 7046 et 7052);

— Queensland du Nord (Northern Queensland) avec trois provenances (6948, 6949 et 6953);

— Bassin de la rivière Murray et Australie méridionale (Murray River System) avec 14 provenances dont 2 représentées par des descendances: Port Lincoln (6975 et 6978), Silverton (6981, 6985 et 6989), 6843, 6844, 6845, 6870, 6871, 6872, 6955, 6958, 6960, 6963, 6990 et 6991.

Le tableau 1 donne les caractéristiques des stations des différentes provenances et la figure 1 donne leur localisation dans les différentes régions de l'Australie.

Tableau 1. — Description des provenances.  
Provenances description (LACAZE, 1970).

N°	PROVENANCES	SOUS-REGION	REGION	ALTI.	LATIT.	LONGI.	PLUV.	S.sèche
6788	Todd river, Alice Springs	Sud		579	23°28'	133°35'	246	Hiver
7116	Tennant Creek, Goodairs Creek	Sud	Territoire du Nord	330	19°30'	134°00'	346	Hiver
7080	New castle Waters Creek	Nord	(N.T)	213	17°30'	133°30'	475	Hiver
6869	Katherine	Nord		110	14°25'	132°15'	943	Hiver
7037	Mundiwindi	Rivière Fortescue		300	23°05'	120°08'	264	Été
7046	Wiluna - Gum Creek	Northern	Australie	480	26°34'	120°03'	245	Été
7052	32 Km au sud d'Agneu	Gold Fields	occidentale (W.A)	330	28°15'	120°40'	200	Été
7029	Murchison River			213	28°03'	114°14'	465	Été
6975	Port Lincoln, Little Swamp	Sol calcaire		30	34°40'	135°50'	456	Été
6978	(S.A)							
6844	Woolpooer State Forest	Type de plaine	Bassin de la rivière Murray	300	37°00'	142°00'	597	Été
6845	Lake Albacutya (V)	Lac salé		183	35°50'	142°00'	341	Été
6843	Shepparton (V)	Rivière		152	36°00'	145°10'	418	Été
6991	Walpola Island St. Forest (V)	Murray			34°10'	141°30'	243	Été
			et					
6990	Darlington Point (NSW)	R. Murrumbidgee		91	34°34'	146°01'	379	Été
6955	Bland Creek (NSW)	R. Lachlan		300	34°09'	147°42'	466	Été
6958	Bourke (NSW)	R. Darling		110	30°13'	145°58'	904	Été
6981								
6985	Silverton (NSW)	Intérieur sec	Australie méridionale	213	31°54'	141°13'	230	Été
6989								
6870	Eulo (Q)	R. Paroo		183	28°04'	145°41'	192	Été
6871	74 Km Est de Quilpie (Q)	R. Bulloo		222	26°52'	144°49'	374	Été
6963	Quilpie (Q)	R. Bulloo		189	26°35'	144°18'	374	Été
6872	Thargominday (Q)	R. Bulloo		122	27°58'	143°43'	237	Été
6960	102 Km Ouest Charleville (Q)	R. Warrego			26°20'	145°60'		Été
6948	64 Km Est de Hughenden (Q)	Bassin Lac Eyre	Queensland	457	20°49'	144°48'	456	Hiver
6949	29 Km Nord de Hughenden (Q)	Bassin R. Flinders	du	396	20°43'	144°21'	456	Hiver
6953	Petford (Q)		Nord	510	17°20'	144°54'	704	Hiver

### 2.1.3. Dispositif statistique

Il s'agit de blocs incomplets équilibrés dont les caractéristiques sont les suivantes:

- Nombre de répétitions: 6;
- Nombre de provenances: 25;
- Nombre de blocs par répétition: 5;
- Nombre de parcelles unitaires par bloc: 5;
- Nombre d'arbres par parcelle unitaire: 36.

### 2.1.4. Choix des arbres et prélèvement des échantillons

Nous avons profité d'une opération de dépressage des cèpées qui a eu lieu 3 ans après le premier recépage pour prélever les échantillons. Dans chaque parcelle unitaire,

deux souches ont été choisies au hasard. Deux brins par souche ont été abattus et nous avons prélevé sur chaque brin, à un mètre de hauteur, un échantillon de 5 cm de long.

Après l'exploitation de 1976, les généticiens de la Station de Recherches Forestières de Rabat avaient conservé certains échantillons de bois de provenances jugées remarquables. Nous avons prélevé des barrettes sur ces échantillons de futaie et nous avons récolté des brins sur les souches correspondantes pour comparer les caractéristiques papetières et la densité du bois pour les deux traitements.

Nous disposons donc de 600 échantillons (25 provenances x 6 répétitions x 2 souches par parcelle x 2 brins par souche), plus 74 échantillons des arbres de futaie et 74 échantillons des souches correspondantes; soit au total 748 échantillons.

## 2.2 Description des essais

Les essais effectués portent sur l'infradensité du bois et les caractéristiques papetières (rendement et longueur des fibres). Ils ont été réalisés à la Station de Recherches sur la Qualité du Bois de l'Institut National de la Recherche Agronomique (Nancy-France).

### 2.2.1. L'infradensité

Elle a été mesurée sur des disques de 4 mm d'épaisseur et calculée par la formule:

$$D_b = 1/((M_{sat}/M_0) - 0,347)$$

ou  $M_{sat}$  est la masse de l'échantillon saturé obtenue par ébullition dans l'eau pendant 48 heures et  $M_0$  la masse à l'état anhydre obtenue par séjour dans une enceinte à 102 °C pendant 24 heures.

### 2.2.2. Le rendement papetier

Le rendement papetier a été obtenu par la méthode des micro-cuissons suivant le procédé Kraft (JANIN, 1983) avec les paramètres suivants: 1h 30 pour la montée de température de 20 °C à 170 °C, alcali actif: 22%; taux de sulfidité: 25% et rapport liqueur/bois: 4.

### 2.2.3. La longueur des fibres

La longueur moyenne des fibres a été obtenue en faisant, pour chaque échantillon, la moyenne des mesures de 50 fibres colorées à la safranine et agrandies 240 fois.

Notons que nous disposons aussi des diamètres des brins à 1,30 m de hauteur.

## Résultats et Discussions

### 3.1. Variabilité infraspécifique

Dans ce dispositif, nous avons étudié les effets "Provenance", "Répétition", "Interaction provenance x répétition", "souche dans parcelle unitaire" et "brin sur souche". Le *tableau 2* donne les résultats de l'analyse de variance pour les différents effets.

#### 3.1.1. Effet provenance

Il est significatif au seuil de 1% pour les quatre caractères considérés. Le *tableau 3* donne les moyennes des

*Tableau 2.* — Résultats de l'analyse de variance pour les effets provenance, répétition, interaction provenance x répétition, souche dans parcelle unitaire et brins dans souche.

Results of variance analysis applied to provenances, blocks, interaction, stump effect and sprout effect on the stump.

Effet	DDL	Diamètre des brins	Infra-densité	Rendement papetier	Longueur des fibres
Provenance (P)	24	3,92**	12,26**	6,47**	4,77**
Répétition (R)	5	3,27**	0,86NS	2,99*	0,26NS
Interaction P x R	120	1,63**	1,18NS	1,10NS	1,02NS
Souches dans parcelle	150	2,00**	6,33**	2,06**	2,17**
Brins dans souche	300				
TOTAL	599				

DDL: Degrés de liberté

NS tests non significatifs; \*) tests significatifs à 5%;

\*\* tests significatifs à 1%.

*Tableau 3.* — Moyennes des provenances pour la densité du bois, le rendement papetier, la longueur des fibres et le diamètre des brins.

Provenances means for specific gravity, pulp yield, fiber length and sprout diameter.

Provenances	Infradensité g/dm <sup>3</sup>	Rendement papetier(%)	Longueur des fibres(μm)	Diamètre des brins(mm)
6788	522	44,15	742	31,08
6843	465	44,26	736	33,54
6844	470	44,17	740	31,25
6845	492	44,39	739	32,87
6869	499	42,42	768	28,96
6870	520	43,92	752	29,91
6948	534	43,66	760	27,33
6953	516	45,91	764	27,33
6958	495	42,35	738	30,12
6975	470	44,40	743	37,46
6990	479	41,97	739	28,92
6991	492	43,67	744	31,58
7029	473	43,36	785	32,37
7046	483	43,42	766	25,42
7080	540	42,41	759	29,08
7116	557	43,26	757	25,71
7037	517	43,41	782	26,79
7052	504	43,63	776	31,25
6955	504	43,18	737	26,67
6981	528	44,39	751	24,42
6871	537	42,24	734	24,37
6963	547	43,21	745	26,08
6872	519	42,31	737	27,54
6960	553	42,90	739	28,83
6949	505	43,65	746	29,96
D. S. (5%)	28	1,55	30	9,6

D. S. (5%): Différence significative au seuil de 5% calculée par le test du t-corrige

provenances; y figurent également les différences significatives au seuil de 5%, calculées à l'aide du test du t-corrige. Son étude montre la grande variabilité entre origines, ce que l'analyse de variance nous laissait supposer.

Pour l'infradensité, les valeurs extrêmes (i. e. extrêmes de provenances) sont 557 kg/m<sup>3</sup> et 465 kg/m<sup>3</sup>, pour le rendement papetier 45,91% et 41,97%, pour la longueur des fibres 0,785 mm et 0,735 mm. Le diamètre des brins varie de 24,4 mm à 37,5 mm.

Nous remarquons que la provenance 6845 Lake Albutya déjà signalée par sa vigueur remarquable en futaie à l'âge de 5 ans (DESTREMAU et al., 1973) présente un bon rendement mais une infradensité et une longueur de fibres médiocres.

Dans le chapitre "matériel et méthodes", nous avons signalé que la provenance Port Lincoln est représentée par deux descendance (6958 et 6978) et la provenance Silverton par trois descendance (9661, 6985 et 6989). Nous avons procédé à une analyse de variance des différents caractères étudiés pour tester la présence éventuelle d'une variabilité au niveau descendance. Pour la première provenance, nous avons un effet descendance significatif au seuil de 5% pour le rendement papetier (F(1,23) = 5,13\* avec comme moyennes 45,12% pour la descendance 6975 et 43,68% pour la descendance 6978) et la longueur des fibres (F = 7,53\* avec respectivement 0,728 mm et 0,754 mm). Pour la provenance Silverton, nous avons un effet descendance significatif au seuil de 5% pour le rendement papetier (F(2,22) = 3,7) avec pour moyennes respectives

44,13%, 45,43% et 43,62%) et l'infradensité ( $F = 5,29^*$  avec pour moyennes  $542 \text{ kg/m}^3$ ,  $516 \text{ kg/m}^3$  et  $540 \text{ kg/m}^3$ ). Signalons que les deux descendances de Port Lincoln étaient représentées dans trois répétitions chacune et que les trois descendances Silverton n'étaient représentées que dans deux répétitions chacune. Ces différences indiquent l'existence d'une variabilité génétique individuelle intraprovenance, même si l'échantillonnage est naturellement discutable.

### 3.1.2. Effet répétition

Il n'est significatif que pour le diamètre (au seuil de 1%) et le rendement papetier (au seuil de 5%). Ceci pourrait s'expliquer par l'épaisseur variable du manteau sableux de la parcelle.

### 3.1.3. Effect de l'interaction provenance x répétition

Il n'est significatif que pour le diamètre. Cependant, l'étude de la stabilité des provenances montre que cette interaction est due à l'instabilité de quelques provenances notamment les provenances 6788 et 6990. Aussi, nous sommes nous permis de prendre en considération l'effet "provenance" et de faire les comparaisons de moyennes entre provenances.

### 3.1.4. Variabilité individuelle

Nous avons testé l'effet de la souche et du brin dans la souche. Cette étude permet de décomposer la variabilité intraprovenance afin de juger de l'intérêt d'une sélection individuelle dans des origines intéressantes si bien sûr des tests appropriés nous permettent d'attribuer à cette variabilité individuelle un fort effet génétique.

L'effet "souche" est significatif pour tous les caractères étudiés. Dans le *tableau 4*, nous avons fait figurer les moyennes des caractères, leurs coefficients de variation, les variations entre souches ainsi que le coefficient de variation (rapport de l'écart-type total à la moyenne en pour cent).

#### 3.1.4.1 Infradensité

On obtient une moyenne de  $509 \text{ kg/m}^3$ . Ce chiffre est comparable aux valeurs trouvées en Italie par SESBOU et NEPVEU (1978) et en Tunisie par POLGE et KELLER (1970) mais inférieur à celui de KINGSTON et RISON (1961) qui ont trouvé une moyenne de  $700 \text{ kg/m}^3$ . Notons cependant que nous avons, dans ces trois cas, des arbres nettement plus âgés.

La variabilité entre brins dans souche représente 27% et celle entre souches 73%. C'est un facteur très favorable dans l'hypothèse d'une sélection pour ce caractère (à condition bien entendu qu'il soit sous un contrôle héréditaire).

#### 3.1.4.2 Rendement papetier

Il est de 43,4%. En Italie, nous avons trouvé 41,24%

pour une futaie. En utilisant les mêmes conditions de cuisson que les nôtres, EL RHAZI et JANIN (1980) ont trouvé, pour un taillis de seconde rotation âgé de 12 ans et poussant à proximité de l'essai de Sidi Slimane, un rendement moyen de 45,3%. JANIN (non publié) a trouvé un rendement moyen de 42,6% dans un taillis de 3ème rotation âgé de 3 ans.

La variabilité entre brins représente 65% de la variabilité totale et la variabilité entre souches 35%.

#### 3.1.4.3 Longueur des fibres

Les mesures des longueurs des fibres ont donné une moyenne de 0,751 mm avec un coefficient de variation de 3,8%. En Italie, nous avons trouvé 0,745 mm avec un coefficient de variation plus grand (5,6%).

La variabilité entre brins représente 63% de la variabilité totale, celle entre souches contribuant pour le reste (37%).

### 3.1.5. Corrélations entre les différents caractères

Le *tableau 5* donne, pour les différents couples de caractères, les corrélations aux niveaux "provenances", "souches" et "brins dans souches". Aux niveaux "provenances" et "brins dans souche", nous n'avons pas de corrélations significatives entre les critères de qualité du bois. Au niveau "souches", les corrélations sont significatives pour les trois couples de caractères. Le diamètre des brins est corrélé négativement à l'infradensité au niveau "provenances". Pour les deux autres niveaux, nous avons une liaison positive entre le diamètre des brins et la longueur des fibres.

### 3.2. Comparaison futaie-taillis

Nous allons comparer le traitement en futaie (âgée de 9 ans) à celui en taillis (3 ans) pour la densité du bois, le rendement papetier et la longueur des fibres. Nous rappelons que nous avons dans les deux cas 74 échantillons.

#### 3.2.1. Effet du recépage

Nous allons comparer les résultats de la futaie avec ceux du taillis par la méthode des séries appariées. Cette comparaison sera faite au niveau infraspécifique et au niveau individuel toutes provenances confondues (*Tab. 6*).

Que ce soit au niveau infraspécifique ou au niveau individuel, nous avons, pour tous les caractères, un test  $t$  significatif. La différence des moyennes est donc significative au seuil de 1%. Le *tableau 7* donne pour les différents caractères les moyennes et classements des différentes provenances ainsi que les moyennes générales pour les différents caractères pour la futaie et le taillis.

Nous constatons que le recépage diminue l'infradensité et augmente les performances papetières. Cependant, compte tenu du mode d'échantillonnage adopté, nous

*Tableau 4.* — Décomposition de la variance pour les caractères étudiés en fonction des différentes sources variation.  
Variance break down for the studied characteristics as function of different sources of variation.

Caractères	Moyennes générales	Variance entre souches	Variance entre brins dans souche	Variance totale	Coefficient de variation
Diamètre des brins	29,33mm	4,27** (33)	28,45 (67)	42,7(100)	22%
Rendement papetier	43,4%	0,777** (35)	1,469 (65)	2,25(100)	3,5%
Longueur des fibres	0,751mm	$309 \cdot 10^{-6}$ ** (37)	$525 \cdot 10^{-6}$ (63)	$834 \cdot 10^{-6}$ (100)	3,8%
Infradensité	509g/dm <sup>3</sup>	608** (73)	228 (27)	836(100)	5,7%

**Tableau 5.** — Liaisons entre caractères au niveau provenances, souches dans parcelles unitaires et brins dans souche.  
Intercharacteristics relationships at provenances, stumps in unit plots and sprouts in stumps level.

Caractères	Corrélations au niveau		
	provenances	souches dans parcelle unitaire	brins dans souche
Infradensité-Rendement papetier	NS	+0,181*	NS
Infradensité-Longueur des fibres	NS	+0,209**	NS
Rendement papetier-Longueur des fibres	NS	+0,325**	NS
Diamètre des brins-Infradensité	-0,671**	NS	NS
Diamètre des brins-Rendement papetier	NS	NS	NS
Diamètre des brins-Longueur des fibres	NS	+0,279**	+0,144**
Degrés de liberté	23	150	300

**Tableau 6.** — Résultats du test t par la méthode des couples pour les deux traitements.  
Results of paired t-test for the two treatments.

Caractères	Résultats du test t		Moyennes	
	niveau provenance	niveau individuel	Futaie	Taillis
	Infradensité	4,59**	6,08**	527g/dm <sup>3</sup>
Rendement papetier	5,76**	9,46**	38,45%	41,75%
Longueur des fibres	4,26**	3,85**	743µm	758µm
D.D.L.	7	73		

pouvons nous demander si les différences observées quelles que soient leurs valeurs, sont dues au traitement ou à l'âge (1<sup>er</sup> âge étant un âge depuis le recépage pour le taillis). Nous n'avons pas de résultats du même genre qui puissent nous servir de comparaison. PETROFF (1963) a montré que les Eucalyptus de plantation âgés de 3 ans ou 4 ans ont un rendement en pâte légèrement supérieur à celui d'Eucalyptus âgés de 5 ans à 10 ans, ce qui confirme nos résultats. Il pense que les différences entre les deux catégories sont beaucoup plus générales et portent aussi

**Tableau 7.** — Moyennes et classements des provenances pour la futaie et le taillis.  
Means and provenance classification for even-aged and coppice.

Provenances	Infradensité g/dm <sup>3</sup>		Rendement papetier %		Longueur des fibres µm	
	Futaie	Taillis	Futaie	Taillis	Futaie	Taillis
6843	490 7	457 8	39,21 2	42,43 2	749 4	756 4
6845	516 6	476 7	36,26 8	43,20 1	758 2	769 2
6955	538 3	512 3	38,26 5	41,10 7	730 6	748 5
6958	481 8	489 5	38,91 3	40,32 8	746 5	747 6
6960	582 1	566 1	38,02 7	41,12 6	718 7	735 8
6981	564 2	537 2	38,05 6	41,48 5	712 8	743 7
6991	524 5	498 4	38,51 4	42,05 4	755 3	763 3
7046	524 4	487 6	40,14 1	42,23 3	773 1	794 1
Moyennes	527	502	38,45	41,71	743	758

**Tableau 8.** — Résultat de test F provenance pour les différents caractères dans les traitements en futaie et en taillis.  
Results of F-test provenance for different characteristics from even-aged and coppice treatments.

Caractères	Résultats du test F	
	Futaie	Taillis
Infradensité	7,90**	12,63**
Rendement papetier	3,18**	2,44**
Longueur des fibres	5,05**	8,00**
Diamètre des brins	5,99**	2,70**
D.D.L.	6	72

bien sur les caractéristiques chimiques ou morphologiques du bois. Les Eucalyptus âgés contiennent un peu plus de lignine et un peu moins de pentosanes. Les coefficients de souplesse de leurs fibres sont un peu moins favorables. Les Eucalyptus âgés donnent à la cuisson moins de pâte. Ce problème est général aux Eucalyptus.

Les classements des provenances (Tableau 7) sont pratiquement identiques quand nous passons de la futaie au taillis, à l'exception de la provenance 6845 qui présente un mauvais classement en futaie pour le rendement papetier et se place bien après recépage.

**Tableau 9.** — Corrélations entre les mêmes caractères observés dans deux traitements aux niveaux provenance et individus.  
Correlation between the same characteristics obtained from two treatments at provenances and individual (provenances combined) levels.

Caractères	Coefficients de corrélations	
	niveau provenance	niveau individu
Infradensité	+0,908**	+0,713**
Rendement papetier	-0,241NS	-0,132NS
Longueur des fibres	+0,909**	+0,426**
Diamètre des brins	+0,799**	+0,554**
D.D.L.	6	72

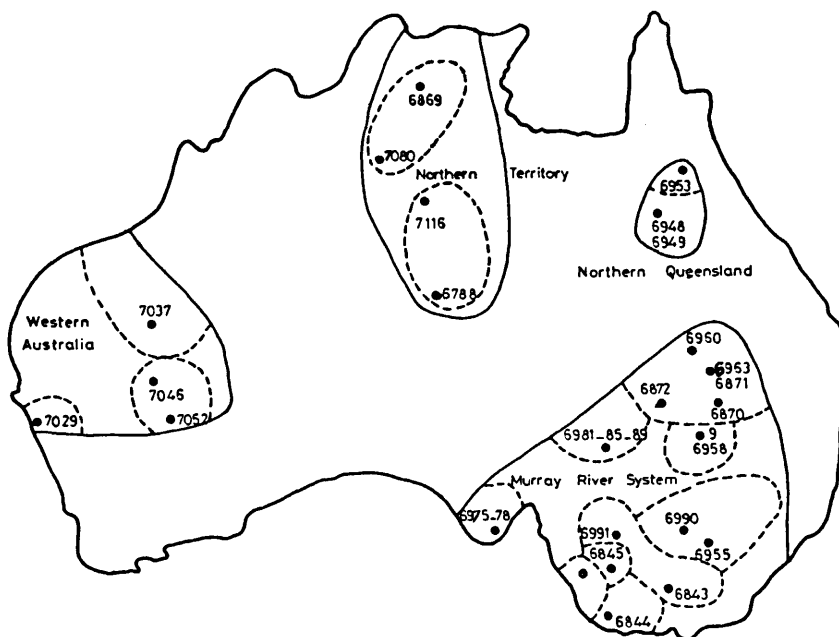


Figure 1. — Localisation des provenances utilisées dans l'essai marocain.  
Location of the provenances in the moroccan test.

### 3.2.2. Analyse de la variance aux niveaux futaie et taillis

Le tableau 8 donne les résultats de l'analyse de variance pour les différents caractères étudiés et pour chaque traitement. Nous constatons que l'effet provenance est hautement significatif pour les deux traitements et pour tous les caractères étudiés. N'oublions pas que, pour la comparaison futaie-taillis, l'échantillonnage a porté sur les provenances les plus performantes lors de l'exploitation de la futaie.

### 3.2.3. Corrélations entre les deux traitements

Nous avons calculé (Tab. 9) les corrélations pour les mêmes caractères entre la futaie et le taillis pour vérifier si le comportement d'un caractère est modifié quand nous passons de la futaie à la première génération du taillis. Le calcul a été fait au niveau infraspécifique (niveau moyenne de provenances) et au niveau individuel, toutes provenances confondues.

Pour les deux niveaux, nous avons trois corrélations positives significatives pour l'infradensité, la longueur des fibres et le diamètre des brins. Le rendement papetier présente une liaison négative non significative.

Le classement des provenances après recépage est donc le même qu'en futaie. Ceci représente un bon atout pour l'améliorateur.

### Conclusion

L'*Eucalyptus camaldulensis* traité en taillis se caractérise par une importante variabilité infraspécifique (et individuelle) tant au niveau de la qualité du bois que de la vigueur. Ce résultat corrobore les résultats que nous avons trouvés pour la futaie de 9 ans en Italie (SESBOU et NEPVEU, 1978; SESBOU et NEPVEU, à paraître) et montre l'intérêt de sélectionner sur les caractéristiques considérées.

L'existence de corrélations positives caractère par caractère entre la futaie et le taillis au niveau intra- et interprovenances est un bon atout pour l'améliorateur. La supériorité des meilleures provenances sélectionnées,

et même des meilleurs individus, sere maintenue pour tous les caractères à l'exception semble-t-il du rendement papetier quand nous passons de la futaie au taillis.

Compte-tenu de la façon dont le matériel a été obtenu, nous pouvons dire que la sylviculture appliquée aux peuplements d'*Eucalyptus camaldulensis* entraîne une variation de la qualité du bois quand nous passons de la futaie à la première rotation du taillis: la densité du bois diminue, le rendement papetier et la longueur des fibres augmentent. Cependant, ce travail doit être poursuivi à l'occasion de l'exploitation du taillis (à l'âge de 10 ans) de façon à disposer de comparaisons à âge égal.

### Bibliographie

- DESTREMAU, D. X., JOLLY, H. et KOBRA, M.: Les enseignements de l'essai comparatif de provenances d'*Eucalyptus camaldulensis* de Sidi Slimane. Annales de la Recherche Forestière du Maroc. Tome 13, 121-154 (1973). — EL RHAZI, M. et JANIN, G.: Effect de la densité de plantation sur les caractéristiques papetières et physiques du bois d'*Eucalyptus camaldulensis* traité en taillis. Annales de la Recherche Forestière du Maroc. Tome 20, 87-112 (1980). — JANIN, G.: Microtests papetiers, microcuisson, microclassage, microraffinage, mesure automatique de la longueur des fibres. Thèse de Doctorat ès sciences. Université scientifique et médicale, Institut national polytechnique de Grenoble (1983). — KINGSTON, R. S. T. et RUSDON, C. J. E.: Shrinkage and density of australian and other woods. SCIRO Australia — Div. For. Prod. Tech., Paper no 13. (1961). — LACAZE, J. F.: Etude de l'adaptation écologique des *Eucalyptus*. FAO — Comité de la Recherche Forestière Méditerranéenne. (1970). — PETROFF, G.: Influence de l'âge des *Eucalyptus* de plantation sur les caractéristiques papetières. Bois et Forêts des Tropiques, Juillet-Aout (1973). — POUGE, H. et KELLER, R.: Rapport de mission en Tunisie. Document interne. Station de Recherche sur la Qualité du Bois. Inra-Nancy (1970). — SESBOU, A.: Etude de la variabilité génétique de la qualité du bois et du collapse chez *Eucalyptus camaldulensis*. Thèse de Docteur-ingénieur, Université de Nancy I (1981). — SESBOU, A. et NEPVEU, G.: Variabilité infraspécifique du retrait avec collapse et de la densité du bois chez *Eucalyptus camaldulensis*. Annales des Sciences Forestières 35 (4), 237-263 (1978). — SESBOU, A. et NEPVEU, G.: Variabilité infraspécifique du retrait après peconditionnement, du rendement papetier et de la longueur des fibres chez *Eucalyptus camaldulensis* dans deux dispositifs italiens. Annales des Sciences Forestières (à paraître).