

Etude écologique de la production de l'*Eucalyptus camaldulensis* à Sedjenane - Mogods (Tunisie)

Par Mongi BEN M'HAMED *

Généralités

La Tunisie, comme la plupart des pays du Bassin méditerranéen où les conditions climatiques sont difficiles, n'a pas une gamme importante d'essences forestières à l'état naturel, surtout pour la production de bois d'œuvre dont l'importation s'élève à 9% et un déficit de bois de chauffage de plus de 5 millions de m³ par an (Direction des forêts - projet F.A.O.-S.I.D.A., 1978).

Pour ces raisons, depuis 1956, la politique forestière pour le Nord se basait principalement sur le reboisement des milieux dégradés du Chêne liège et du Chêne zeen, en essences à croissance rapide, notamment les Eucalyptus d'origine australienne. Certains de ce genre dont l'écologie n'était pas bien connue, se sont révélés à l'heure actuelle peu adaptés au milieu.

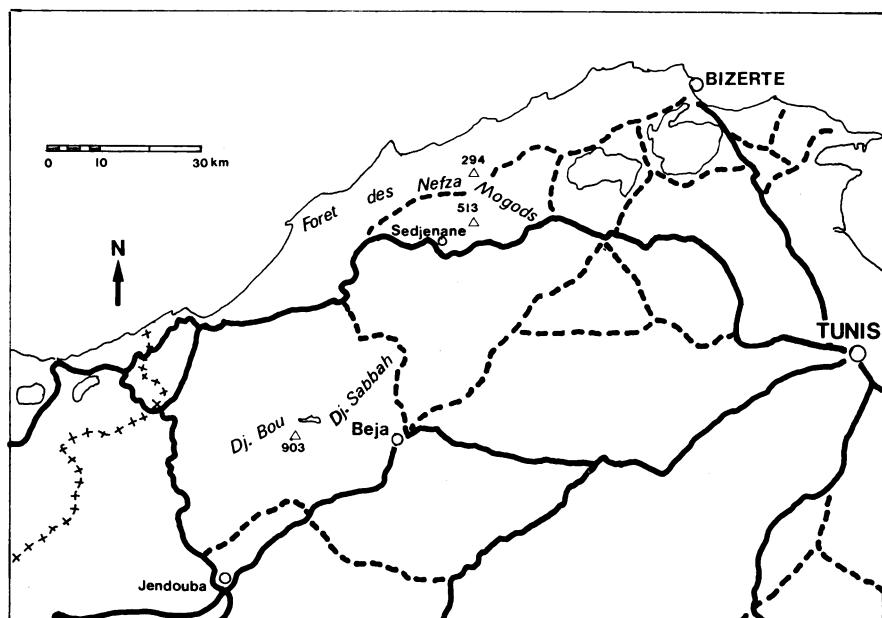
La présente étude concerne l'*Eucalyptus camaldulensis*, qui constitue l'essence la plus utilisée dans les Mogods et la Kroumerie. Elle couvre dans les gouvernorats de Beja, Bizerte et Jendouba, une superficie de 5 860 ha à l'état de peuplement pur, 1 850 ha à l'état de mélange avec d'autres espèces d'Eucalyptus et 520 ha avec des Pins.

En l'état actuel des choses, la plupart des anciens reboisements sont arrivés à l'âge d'exploitabilité et le problème ne réside pas seulement dans le fait de connaître si une essence se maintient ou non sur un milieu donné, mais de voir si elle est la plus productive quantitativement et qualitativement. Ainsi, on peut planifier pour l'avenir et conseiller le maintien de l'essence ou sa conversion.

Les objectifs assignés à l'étude sont :

- d'avoir des résultats dendrométriques, en mesurant la hauteur moyenne, la surface terrière et le coefficient de forme pour avoir une idée de la production en m³ de l'*Eucalyptus camaldulensis* à l'âge de 15 ans sur différents milieux;

- la détermination des facteurs qui ont une influence directe ou indirecte sur la production de cette espèce;
- de faire sortir a priori des groupements végétaux indicateurs de la production de cette espèce à l'aide de la méthode des profils écologiques et de l'information mutuelle.



Carte 1.

* Mongi BEN M'HAMED
Ingénieur forestier.
Direction des Forêts
Sous-Direction des Etudes
Section d'Ecologie
30, rue Alain Savary
Tunis

1. Milieu naturel du périmètre Sidi-Zin-Sidi-Othman

A. – Climat

L'étude se situe dans la région naturelle des Mogods (Tunisie du Nord), au Djebel Sidi-Zin à 5 km de Sedjanne. Elle couvre une superficie de 500 ha environ, reboisée en 1962-1963 en *Eucalyptus camaldulensis*.

La pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 870 et 1 050 mm. Les auteurs sont d'accord sur l'existence d'un gradient altitudinal d'Est en ouest. Elle se caractérise par une répartition irrégulière pendant l'année. Elle est concentrée sur 70 jours par an et, la plupart du temps, elle tombe sous forme d'averses torrentielles causant un ruissellement important sur les fortes pentes des grès et sur les pentes douces peu perméables des argiles. La saison la plus pluvieuse est l'hiver, pendant laquelle il tombe de 40 à 50 % de la moyenne annuelle, et cette eau sert surtout à l'alimentation de la nappe.

La moyenne annuelle de température est de l'ordre de 17,7 °C, la moyenne des minima du mois le plus froid est de l'ordre de 7,5 °C (janvier), cela implique qu'il ne gèle pratiquement jamais.

Le quotient d'Emberger (Q_2)⁽¹⁾ varie de 116 (à Sedjânane) à 131 (à Taméra), et la moyenne des minima de janvier varie de 5,8 °C à 7,5 °C, ce qui fait classer le périmètre dans le bioclimat humide à subhumide à hivers doux ou chauds. Les vents dominants sont de direction Nord-Ouest et sont les plus forts.

Vu que la zone étudiée n'est pas tellement étendue, le climat local paraît plus important. La topographie joue un rôle prépondérant dans la répartition des pluies. Ainsi, les versants Nord-Ouest sont les plus arrosés. La variation thermique d'un versant à l'autre paraît négligeable, mais les versants Sud-Est sont plus chauds au printemps, alors que les versants Ouest le sont en été. Également, l'air froid qui est plus lourd que l'air chaud a tendance à s'écouler sur les pentes et va s'accumuler dans les bas-fonds.



Photo 1. – Sols bruns vertiques sur argile calcaire supérieur à 30 % de calcaire actif dès l'horizon superficiel. Des peuplements de faible production s'y trouvent. Périmètre Sidi-Zin (Sedjenane).

Photo B.M'H. 1979.

Photo 2. – Sols bruns modaux sur matériau rubéfié. Ce sont des sols profonds généralement, l'hydromorphie est localisée à 120 cm de profondeur. On ne rencontre que des peuplements de bonne production. Périmètre Sidi-Othmen (Sedjenane).

Photo B.M'H. 1979.



(1)
$$Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

 P = moyenne annuelle des précipitations (en mm);
 M = moyenne des maxima du mois le plus chaud en °K ;
 m = moyenne des minima du mois le plus froid en °K.

B. – Les sols

Le périmètre se rattache à l'unité Kroumerie-Nefza-Mogods, qui possède une structure complexe de dépôts du type « Flysch ». C'est à la fin de l'oligocène qu'une régression générale a eu lieu dans le Nord de la Tunisie entraînant l'émergence du Flysch oligocène et le début de son érosion d'Ouest en Est.

Malgré une altitude basse ne dépassant guère 300 m, le relief est accidenté, les pentes suivant le pendage atteignant couramment 30 %, alors que celles du contre-sens sont encore plus fortes. Sous l'effet de l'érosion, le relief se présente sous forme de crêtes formées d'alternances de barre gréseuses et de couches argileuses, avec des vallées parallèles dans la plupart des cas.

Sur les crêtes et les hauts de versants, des sols généralement peu profonds, parfois des affleurements de blocs de grès se rencontrent à la surface.

Dans les vallées et sur les versants, on trouve des sols profonds dont l'hydromorphie n'atteint pas les racines (fig. 1).

C. – La végétation

Sous l'effet de la pression humaine intense dans la région (surpâturages, charbonnages, défrichements), la forêt de Chêne liège qui constitue le climax ne subsiste que dans la région montagneuse. Probablement le périmètre étudié aurait été occupé par du Chêne liège avant d'être planté en *Eucalyptus* en 1962-1963. Les groupements végétaux les plus fréquents, et qui ont été rencontrés comme sous-bois de l'*Eucalyptus camaldulensis*, sont représentés dans la figure 1.



Photo 3. — L'*Eucalyptus camaldulensis* développe un pivot quand le sol est profond. Ce type de peuplement est de bonne production. Périmètre Sidi-Zin (Sedjenane).

Photo B.M'H. 1979.

2. Analyse du couvert végétal

A. — La technique du relevé

La méthode utilisée pour l'étude de l'inventaire floristique et écologique est celle de l'échantillonnage au hasard, à l'aide d'un réseau appliqué sur photos aériennes à l'échelle du 1/25 000 (stratified random sampling). Les deux facteurs utilisés pour l'échantillonnage sont le type du sol et la densité du peuplement.

Ainsi, on a pu dégager sur les photos aériennes de 1973 quatre classes de densité de l'*Eucalyptus camaldulensis* vérifiées sur le terrain :

1. très dense ($d > 500$ arbres/ha)
2. dense ($300 < d \leq 500$ arbres/ha)
3. moyennement dense ($200 \leq d \leq 300$ arbres/ha)
4. faiblement dense ($d < 200$ arbres/ha).

Le deuxième facteur pris en considération est le type de sol :

1. les lithosols sur dacites et dacithoïdes,
2. les sols bruns hydromorphes sur colluvions argilo-gréseuses
3. les sols bruns modaux sur colluvions argilo-gréseuses
4. les sols bruns vertiques sur argile calcaire
5. les sols bruns faiblement lessivés sur colluvions argilo-gréseuses
6. les sols bruns modaux sur matériau rubéfié
7. les sols bruns modaux avec un revêtement sableux.

Dans ce travail on a adapté un nombre de placettes proportionnel à la surface des strates. Ce procédé est basé sur le principe du même taux d'échantillonnages par strate de même surface. Mais puisque l'aire des strates est variable, il s'ensuit que le nombre de placettes par strates l'est aussi.

La dimension des placettes adoptée est 5 ares, la forme est celle d'un cercle.



Photo 4. — Racines latérales d'*Eucalyptus camaldulensis*. Cette espèce fait développer des racines latérales lorsque l'hydromorphie est localisée à 20 cm de profondeur. Ce type de peuplement est de moyenne production. Périmètre Sidi-Zin (Sedjenane).

Photo B.M'H. 1979.

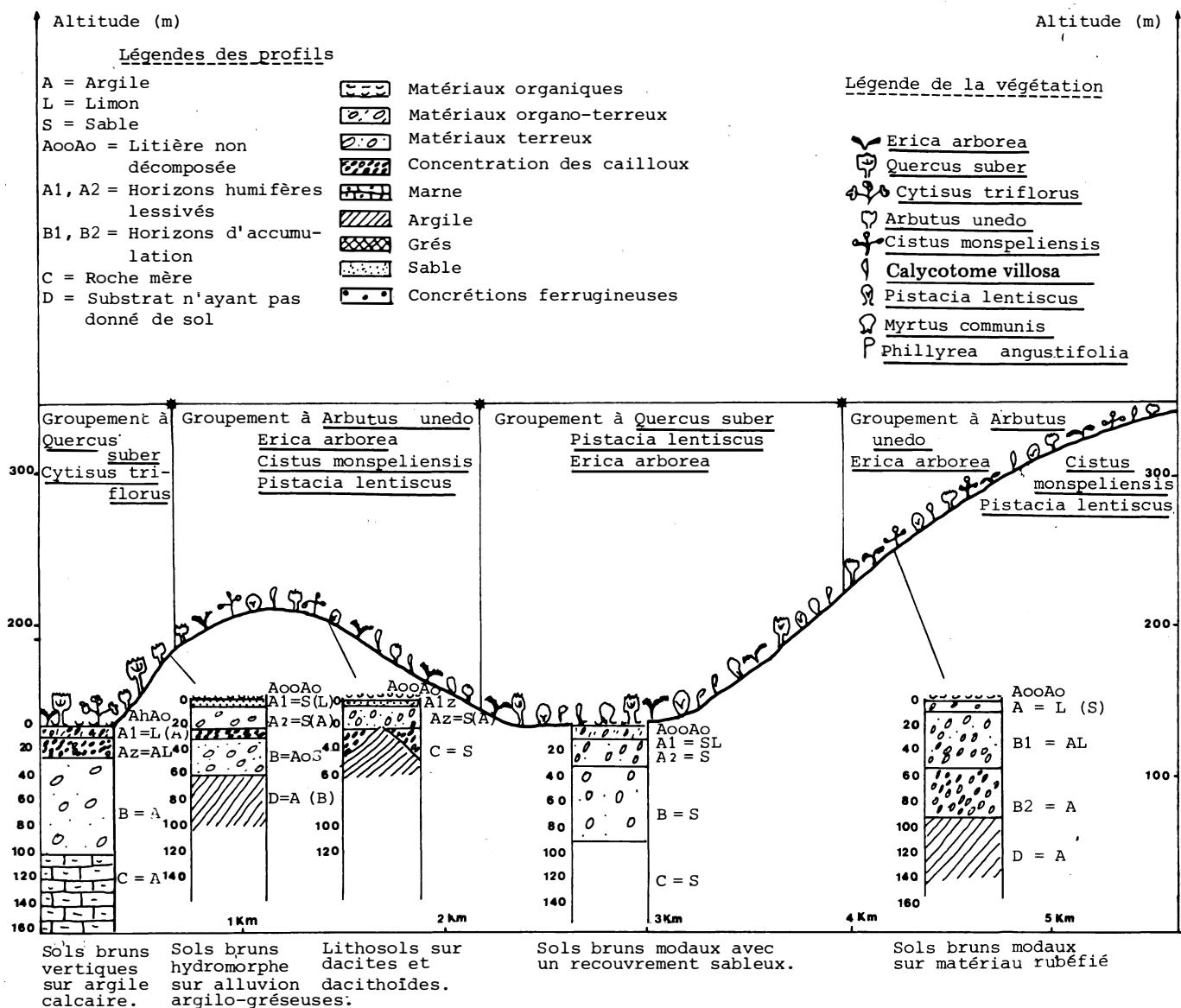


Figure 1. – Représentation schématique de la répartition de la végétation et des sols. Coupe Ouest-Est. Périmètre Sidi Othmen-Sidi Zin (Sedjenane).

B. – Les paramètres mesurés dans la placette

- La circonference à 1,30 m (C) :

Toutes les circonférences à 1,30 m de tous les arbres appartenant à la placette, mis à part celles inférieures à 15 cm ont été mesurées.

La représentation de la circonférence en fonction de la densité du peuplement (figure 2) montre que la majorité des gros bois se rencontrent dans le peuplement dense, alors que dans le peuplement très dense ne se rencontrent que des bois moyens. Ainsi, en agissant sur la densité, on guide le peuplement vers l'objectif fixé.

- La hauteur moyenne d'un peuplement (H):

la hauteur moyenne d'un peuplement est calculée en faisant la moyenne des hauteurs moyennes des placettes. La figure 3 illustre bien la croissance en hauteur en fonction de la circonférence à 1,30 m. L'optimum de la hauteur dans ce reboisement est atteint quand l'arbre a une circonférence à 1,30 m de 85 cm.

- Le coefficient de forme du peuplement (F):

Il est obtenu en faisant la moyenne des coefficients de forme de tous les arbres mesurés dans la placette. Le coefficient de forme d'un arbre (f) est calculé à partir de $h_{d/2}$ (hauteur à mi-diamètre de l'arbre) et h_m (hauteur moyenne de l'arbre) mesurées par le relascope de Bitterlich dont f est calculé par la formule :

$$f = \frac{2}{3} - \frac{h_d/2}{h_m}$$

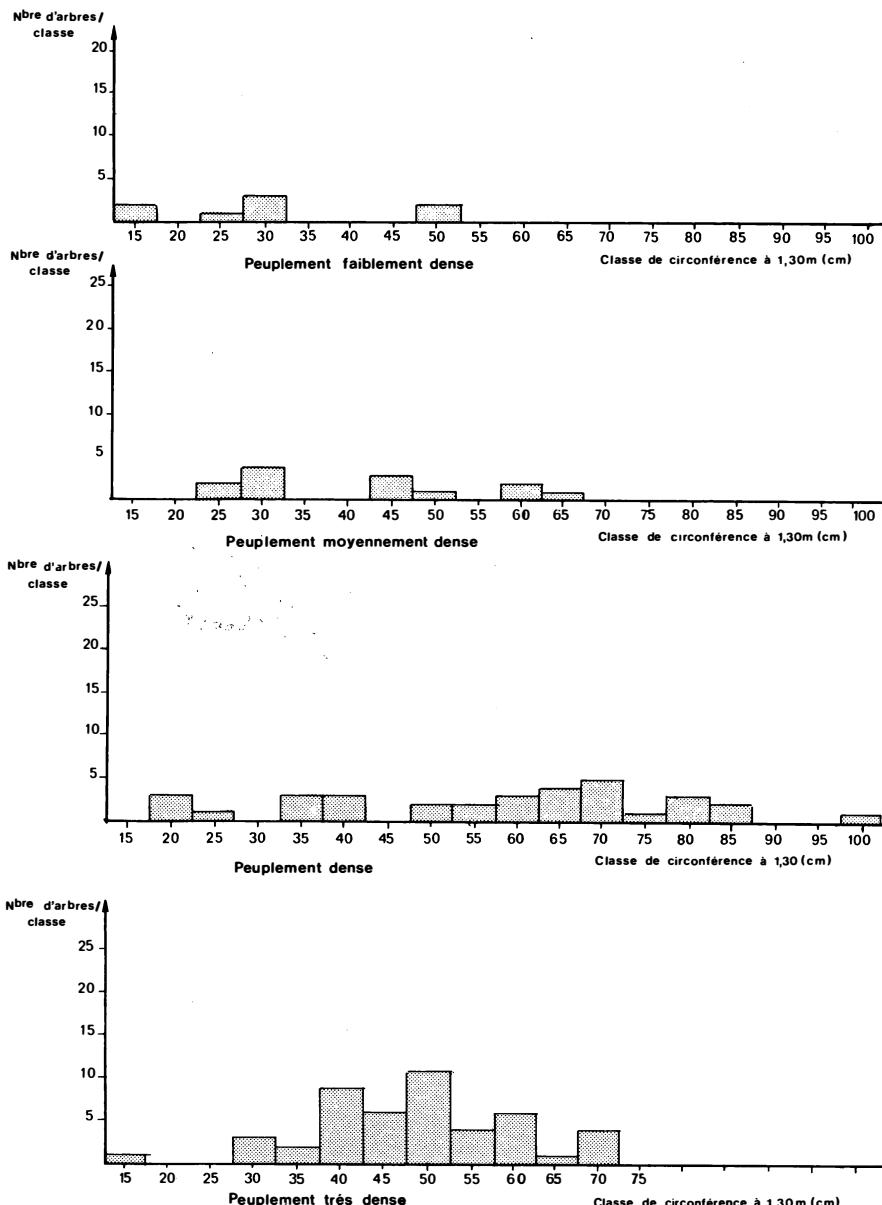


Figure 2. – Répartition de la circonference à 1,30 m des quatre peuplements de densités différentes.

Classes de production	Circonference à 1,30 m (C) (cm)	Densité/ha	H (m)	F	G/ha (m ²)	V/ha (m ³)
I	55	800 - 1 000	15,25	0,44	31,50	193,50
II	40	> 1 000	11,00	0,52	22,75	124,50
III	55	600 - 800	13,00	0,38	22,75	89,00
IV	50	400 - 600	12,50	0,42	16,75	63,50
V	60	200 - 400	13,50	0,41	13,50	33,00
VI	40	< 200	7,00	0,45	3,00	8,00

- **La surface terrière par hectare (G/ha) à une hauteur de 1,30 :**

La surface terrière d'un peuplement est égale à la somme des surfaces terrières des arbres qui le composent :

$$G = M \sum n_i d_i^2 = \sum n_i g_i$$

n_i = nombre total des tiges

d = diamètre à 1,30 m de l'arbre

g = surface terrière à 1,30 m de l'arbre.

- **Le volume à l'hectare (V/ha) :**

Si la hauteur moyenne (H), ainsi que la surface terrière (G) et son coefficient de forme (F) sont connus, on applique la formule de Bitterlich :

$$V = G \cdot H \cdot F.$$

- **Les classes de production :**

La production d'un peuplement est prise au sens de DECOURT (1973) qui correspond seulement à la fraction ligneuse totale prélevée par les forestiers (mis à côté les racines et les branches). Six classes de production de l'*Eucalyptus camaldulensis* ont été définies : Classe I : $V/\text{ha} > 150 \text{ m}^3$
 Classe II : $100 < V/\text{ha} \leq 150 \text{ m}^3$
 Classe III : $75 < V/\text{ha} \leq 100 \text{ m}^3$
 Classe IV : $50 < V/\text{ha} \leq 75 \text{ m}^3$
 Classe V : $25 < V/\text{ha} \leq 50 \text{ m}^3$
 Classe VI : $V/\text{ha} < 25 \text{ m}^3$

Les caractéristiques dendrométriques des classes de production sont données par le tableau ci-dessous :

Il se dégage du tableau que la meilleure production à l'âge de 15 ans est atteinte avec une densité de 800-1 000 tiges/ha, alors que la circonference moyenne la plus grande est atteinte pour une densité de 200-400 tiges/ha. Dans ce qui va suivre, les classes de production vont être mises en relation avec les facteurs qui les régissent, en dégageant les meilleurs d'entre-eux et en donnant quelques espèces indicatrices de chaque catégorie de production. Les traitements ont été effectués par l'ordinateur de l'Ecothèque méditerranéenne (C.E.P.E.) à Montpellier.

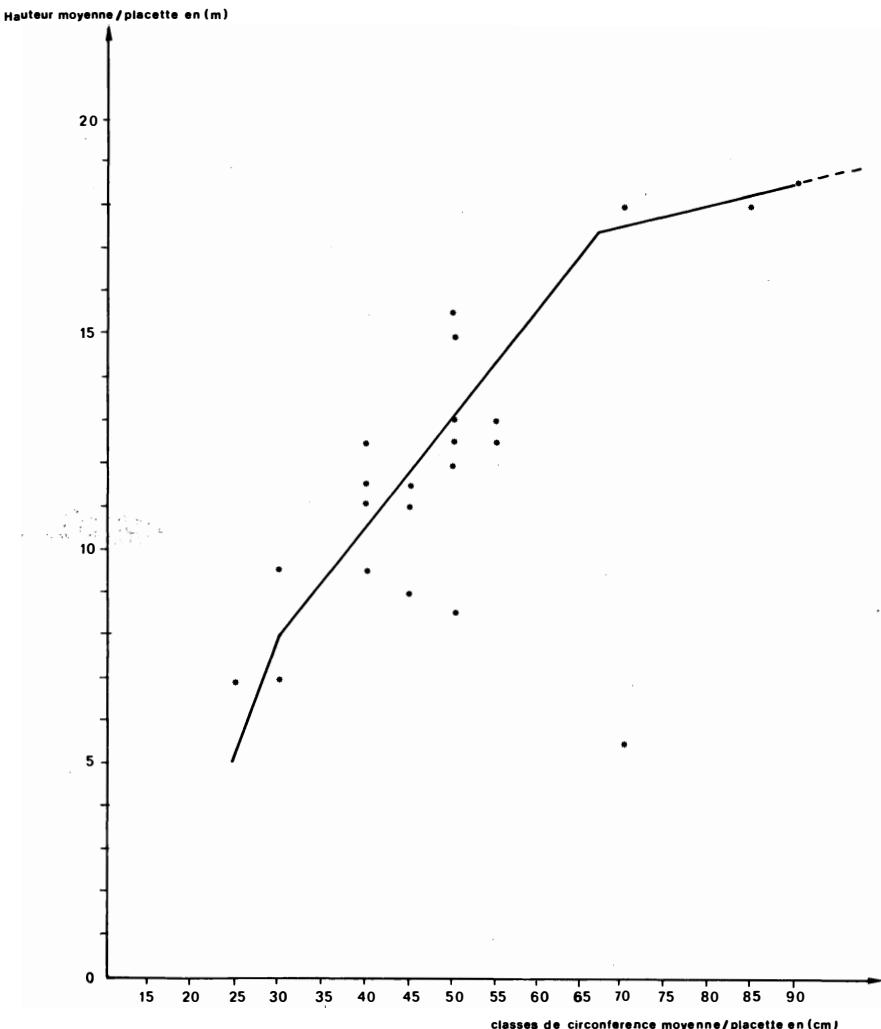


Figure 3. — Relation entre la circonference moyenne et la hauteur moyenne des 30 placettes inventoriées.

3. Application de la méthode des profils écologiques et de l'information mutuelle à la production de l'*Eucalyptus camaldulensis*

La méthode est basée sur le principe des profils écologiques, défini par GOUNOT (1958-1969), qui considère que la répartition des espèces dans différentes classes des facteurs écologiques constitue les « profils écologiques ». De nombreux auteurs ont décrit et utilisé cette méthode, notamment GODRON (1961, 1968, 1971), GUILLERM (1963, 1971, 1976), GARRONE (1970), DAGET *et al.* (1972), CARTON (1975), YI (1976), FERNANDEZ (1978), GADDES (1978), BANNOUR et BOUALLAGUI (1979), BECKER *et al.* (1979). Donc, il ne paraît pas nécessaire de revenir sur les principes de la méthode, mais seulement on va mettre en évidence l'exigence de l'*Eucalyptus camaldulensis* de production I, du point de vue profondeur de la couche meuble ainsi que l'*Alnus glutinosa* (fig. 4 et 5).

L'examen du profil écologique des fréquences corrigées permet de déceler la similitude écologique du comportement des espèces, qui n'apparaît pas en examinant seulement les profils des fréquences absolues. Également, il devient possible de déceler les groupes d'espèces ou les espèces qui réagissent de la même façon que les différentes classes de production, vis-à-vis des classes du facteur envisagé.

Ainsi, on peut dégager de la figure 5 que l'*Eucalyptus camaldulensis* de production I se rencontre sur une profondeur de la couche meuble supérieure à 120 cm, alors que l'*Alnus glutinosa* est complètement absent.

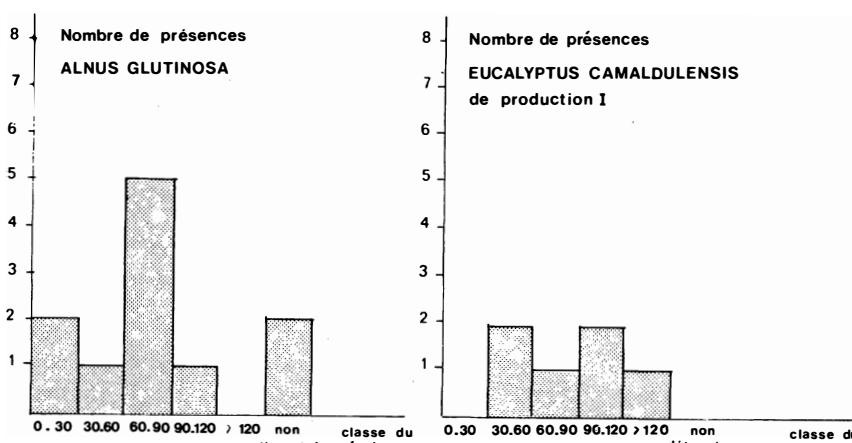


Figure 4. — Profils écologiques des fréquences absolues de l'*Alnus glutinosa* et de l'*Eucalyptus camaldulensis* de production I, en fonction de la profondeur de la couche meuble.

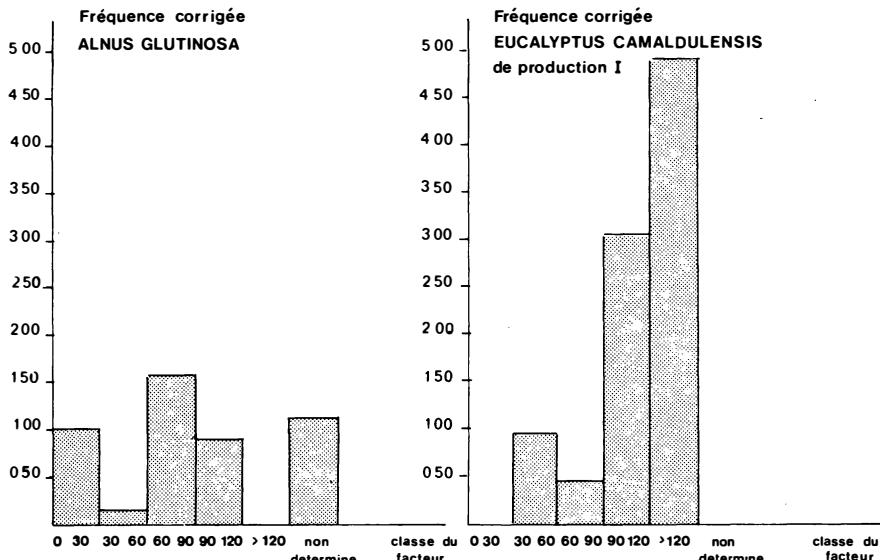


Figure 5. — Les profils écologiques des fréquences corrigées de l'*Alnus glutinosa* et de l'*Eucalyptus camaldulensis*.

informations mutuelle moyenne (en binons)

A. Les facteurs écologiques les plus actifs

Sur la figure 6, 68 facteurs ont été représentés, les biens échantillonnés sont situés sur la partie droite et les mal échantillonnés sur la partie gauche. Les facteurs paraissant actifs sont placés sur la partie supérieure du graphique, tandis que les facteurs qui ont un rôle secondaire ou peu défini sont situés vers la partie inférieure.

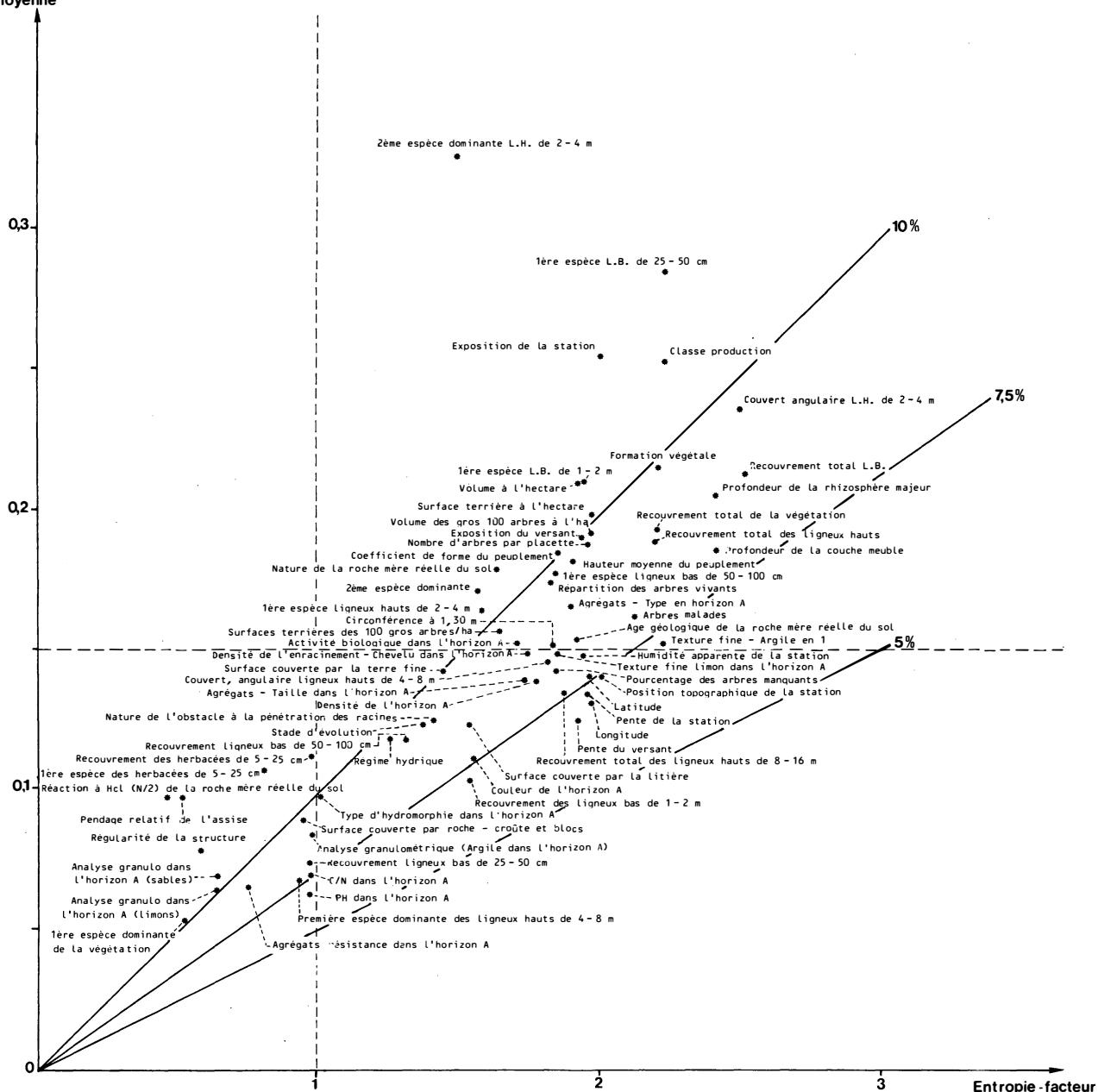


Figure 6. — Relation entre l'information mutuelle espèce-facteur et l'entropie-facteur (en binons)

B. Les espèces indicatrices des différentes classes de production de L'*Eucalyptus camaldulensis*



Photo 5. – Peuplement d'*Eucalyptus camaldulensis* de faible production. Périmètre Sidi-Zin (Sedjenane).

Photo B.M'H. 1979.



Photo 6. – Peuplement de bonne production. Périmètre Sidi-Othmen (Sedjenane).

Photo B.M'H. 1979

L'information mutuelle est, pour chaque facteur étudié, calculée pour toutes les espèces recensées dans les relevés. Ces espèces sont sorties, triées sur une valeur d'information mutuelle décroissante.

Pour le facteur classes de production de l'*Eucalyptus camaldulensis*, un ensemble d'espèces paraissent liées à une bonne, moyenne, ou faible production.

- **Espèces liées à une bonne production :**

($V > 100 \text{ m}^3/\text{ha}$ à l'âge de 15 ans) : *Alnus glutinosa*, *Arisarum vulgare*, *Plantago maritima*, *Cyclamen africanum*, *Crataegus oxyacantha* ssp. *monogyna*.

- **Espèces liées à une moyenne production :**

($50 < V < 100 \text{ m}^3/\text{ha}$ à l'âge de 15 ans) : *Briza maxima*, *Koeleria phleoides*, *Genista ulicina*, *Erica scoparia*, *Lonicera implexa*, *Phleum pratense*.

- **Espèces liées à une faible production :**

($V < 50 \text{ m}^3/\text{ha}$ à l'âge de 15 ans) : *Ampelodesma mauritanicum*, *Eryngium barrelieri*, *Fumana thymifolia*, *Genista aspalathoides*, *Schoenus nigricans*, *Tuberaria vulgaris*.

Conclusion

Il ressort de cette étude que cette essence forestière introduite dans les Mogods tunisiens est lié au facteur « eau ». Ce facteur agit de deux façons différentes : il limite la production si l'hydromorphie est localisée en surface, tandis qu'il favorise la production si l'hydromorphie est localisée à une profondeur supérieure à 120 cm. Dans le premier cas l'espèce fait développer les racines latérales, alors que dans le second elle fait développer les racines latérales et un pivot pour aller chercher l'eau en profondeur.

On peut conclure que les bonnes productions se rencontrent dans les bas-fonds, où les expositions Nord et Nord-Ouest sur des sols profonds avec un plancher argileux en-dessous retenant assez d'eau, alors que les faibles productions se rencontrent sur des sols superficiels, ou des sols engorgés d'eau en surface en haut de versant, exposition généralement Sud, et des sols contenant un taux de calcaire élevé.

M. B.M'H.