

# Description des appareils aérien et souterrain d'*Eucalyptus camaldulensis* Dehn. introduit en Tunisie du Nord

H. POUPON,  
Bioclimatologiste de l'ORSTOM  
Richard-Toll (Sénégal)

## RÉSUMÉ.

Une étude descriptive des appareils aérien et racinaire d'*Eucalyptus camaldulensis* Dehn. a été entreprise dans l'arboretum de Zerniza, en Tunisie du Nord. Elle permet de mettre en évidence l'action morphogène du microclimat à l'intérieur de la plantation. Les feuilles diffèrent dans leurs caractéristiques (surface et poids de matière sèche) selon leur âge, leur période de croissance, leur orientation et leur position dans la couronne. L'influence du milieu extérieur apparaît également dans la chute des litières. Enfin, le système racinaire comprenant un long pivot central et un important réseau latéral semble remarquablement bien adapté aux conditions du milieu environnant.

## SUMMARY.

A descriptive study of the leaf and root systems of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. has been undertaken in the arboretum of Zerniza, in North Tunisia. It has permitted to show the evident morphological action of the microclimate within the plantation. The leaves differ in their characteristics according to their age, their growth period, their orientation and their position in the crown. The influence created by the exterior environment also appears during the litter formation. Finally, the root system including the long central tap-root and the numerous upper roots seems remarkably adapted to the surrounding conditions.

## 1. INTRODUCTION.

Les plus vieux peuplements d'eucalyptus installés en Tunisie datent du protectorat français. Plantés autour des postes forestiers ou en alignement le long des routes, ils comprenaient seulement quelques espèces comme *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. et

*E. gomphocephala* A. de C. Plus tard, de nombreux essais d'introduction furent réalisés au sein des collections du Service botanique à Tunis, ou lors de la création d'arboretum en 1919. En 1930, à Dar Chichou (Cap Bon), ils furent utilisés pour la première fois sur d'importantes superficies.

En 1956, une nouvelle politique forestière débuta dans les Mogods ; elle concernait, à l'origine, essentiellement un programme de reboisement à base d'eucalyptus. Lors de la création de l'arboretum d'élimination de Zerniza, de nombreuses espèces furent soit introduites, soit plantées pour la première fois en peuplements (*E. maideni* F. Muell, ou *E. maculata* Nooh.).

Cependant l'espèce la plus étudiée fut *E. camaldulensis* qui est employé dans l'industrie de la pâte à papier après décoloration car son bois est rouge. Essence la plus habituelle des terrains non calcaires, il avait déjà été utilisé au Maroc, et dès 1860 en Algérie. En plus, en Australie son aire d'origine est très étendue (fig. 1), ce qui laisse supposer que ses exigences climatiques ou édaphiques sont assez souples : il reste cependant cantonné dans le fond des vallées plus ou moins irriguées ou quelquefois sur le flanc des collines avoisinantes, au-dessous de 600 m d'altitude.

Les peuplements naturels sont généralement très denses et l'arbre s'accroît faiblement, donnant un bois assez dur, apte à de nombreux usages (traverses de chemin de fer, piquets de clôture...). En plantations artificielles, son comportement est tout autre. Il semblait donc nécessaire de mieux connaître son écologie dans un milieu tel que celui des Mogods, région de la Tunisie du Nord où est situé l'arboretum de Zerniza.

Une étude descriptive des appareils aérien et racinaire devait nous permettre de préciser les caractères généraux du matériel végétal et servir de base à l'analyse du microclimat à l'intérieur du peuplement. Il semble, en effet, impossible d'aborder les problèmes

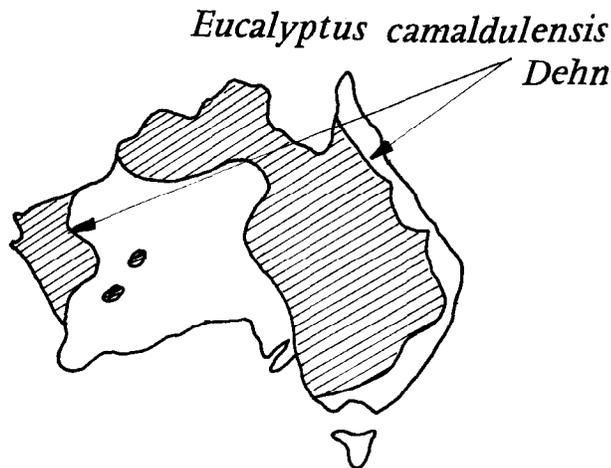


Fig. 1. — Aire d'origine en Australia d'*Eucalyptus camaldulensis*.

écologiques que pose l'introduction d'une telle essence sans étudier au préalable l'aspect extérieur de l'arbre à un instant donné ainsi que son évolution dans le temps. Une pareille étude devrait en principe porter sur un grand nombre d'individus. Le présent travail n'étant relatif qu'à un seul arbre, les résultats demeurent discutables; cependant ils permettent la mise au point d'une méthode expérimentale et indiquent des ordres de grandeur. Jusqu'à maintenant, l'examen d'un grand nombre d'arbres a toujours été réalisé à l'aide de méthodes indirectes telles que la recherche de fonctions donnant à partir d'un certain nombre de paramètres facilement mesurables des évaluations de la biomasse. Ces méthodes permettent d'obtenir une connaissance moyenne et globale de l'arbre (poids du feuillage, surface foliaire totale...), mais non le type de résultats analytiques exposés ici.

L'*E. camaldulensis* choisi, atteignait, en octobre 1967, 10,2 m de hauteur, et son diamètre mesuré à 1,30 m du sol était de 46 cm. Il était situé au milieu d'un plateau dont les caractéristiques étaient les suivantes :

- plantation au cours de l'hiver 1959-1960 ;
- distances de plantation : 2,5 × 4 m ;
- installation sur une terrasse alluviale caractérisée par la présence de *Cichorium intybus* et *Hypocheris radicata*. (La description de la station expérimentale a été faite par BALDY et al. en 1969.).

Le travail entrepris dont le but était de faire à l'échelle de l'arbre, un premier bilan de la biomasse, a

essentiellement porté sur l'appareil foliaire, d'ailleurs très complexe. On a suivi l'évolution de ce dernier en fonction de l'âge, de la hauteur et de l'orientation des feuilles ainsi que de leurs chutes saisonnières. En outre, on a analysé la répartition des rameaux, des inflorescences et des fruits; enfin, on a décrit le système racinaire.

## 2. DESCRIPTION DE L'APPAREIL FOLIAIRE.

L'eucalyptus est un arbre à feuilles persistantes. JACOBS (1936) insiste sur la durée de vie de ces feuilles qu'il estime remarquablement courte comparée à celle des aiguilles de pins ou de sapins qui peuvent rester actives pendant huit années. Il indique que *E. saligna* Sm. comme toutes les espèces à croissance rapide, a des feuilles actives pendant quatre mois seulement. STOATE et WALLACE (1938) admettent que celles d'*E. marginata* vivent trois ou quatre ans.

En Tunisie, *E. camaldulensis* garde ses feuilles trois ans.

Une autre caractéristique des eucalyptus réside dans le fait qu'aux divers stades du cycle de développement, les feuilles ont des formes différentes. PENFOLD et WILLIS (1961) notent cinq types morphologiques :

- cotylédons ;
- feuilles de pépinières (5 à 10 paires) ;
- feuilles juvéniles ;
- feuilles intermédiaires ;
- feuilles adultes.

Pour *E. camaldulensis*, le passage entre les deux derniers stades est parfois difficile à distinguer.

En 1967, sept ans après la plantation, l'arbre étudié n'a plus que des feuilles adultes. Celles-ci sont alternes, lancéolées avec de longs pétioles et leur véneration est très visible. L'appareil aérien fut divisé en six tranches de 1,5 m chacune. On a cueilli, niveau par niveau, toutes les feuilles classées selon leur âge, les boutons floraux, les fruits et les rameaux. Une petite quantité de matériel végétal se perd au cours de l'abattage des branches : la perte la plus importante concerne les inflorescences et les fruits qui se détachent très facilement.

A chaque niveau, ont été déterminés le nombre et le poids total des feuilles (ce dernier connu après passage pendant 24 h dans une étuve à 105 °C). Puis, un échantillon de 400 feuilles de chaque âge a été prélevé. On déterminait alors pour chaque feuille le poids individuel et la surface mesurée par pesée du papier sur lequel elles avaient été préalablement dessinées.

1.1. CARACTÈRES DE L'APPAREIL FOLIAIRE EN FONCTION DE LA HAUTEUR.

1.1.1. Nombre de feuilles.

La figure 2 montre l'évolution du nombre de feuilles en fonction de leur âge et de la hauteur de l'arbre. On constate que :

— Les feuilles de 3 ans sont relativement rares. Leur répartition selon la hauteur est homogène. Beaucoup sont tombées : il n'en reste au total que 2 400.

— Les feuilles de 2 ans sont les plus nombreuses (24 550) avec un maximum entre 6 et 7 m. Le minimum noté entre 4 et 6 m correspond au départ, à ce niveau, d'une branche importante (10 cm de diamètre à la base).

— Les feuilles de 1 an (17 600) sont en moindre quantité que les précédentes. Pourtant à l'époque de la présente étude, la croissance étant terminée, toutes les feuilles de l'année sont en place. Le nombre des feuilles développées chaque année varie donc considérablement d'une année à l'autre. Cependant, il faut tenir compte, dans cette comparaison, de l'importance de la chute (voir paragraphe sur les litières) qui est fonction des conditions climatiques et qui peut, lorsque celles-ci sont défavorables, entraîner une importante diminution du nombre des jeunes feuilles. Il semblerait donc intéressant de préciser, au cours des années à venir, l'ampleur des fluctuations annuelles de surface foliaire (liées à la fois au nombre de feuilles formées et à l'importance des chutes) qui peuvent avoir de profondes répercussions sur le bilan hydrique par exemple.

À la base du tronc, la couronne est discontinue, les branches sont plus vieilles et commencent à se dessécher, puis à tomber : certaines sont déjà mortes, et, par conséquent, la quantité de feuilles est des plus restreintes.

FRANCO et INFORZATO (1967) citent, dans le cas d'*E. saligna* planté en Argentine, un nombre de feuilles très différent pour des arbres du même âge. Pour trois individus, ils comptent en moyenne 26 800 feuilles (avec un maximum de 34 700) alors qu'*E. camaldulensis* en porte 44 500. À Zerniza, l'espèce étudiée présente effectivement une couronne beaucoup plus développée que celle des *E. saligna* poussant à proximité. Le microclimat à l'intérieur du peuplement varie donc d'une espèce à l'autre. Les conséquences physiologiques d'une telle observation sont importantes, notamment au niveau des bilans hydrique et radiatif du couvert végétal.

2.1.2. Surface foliaire.

La surface foliaire totale s'élève à 63 m<sup>2</sup>. FRANCO et INFORZATO (1967) obtiennent avec un plus petit

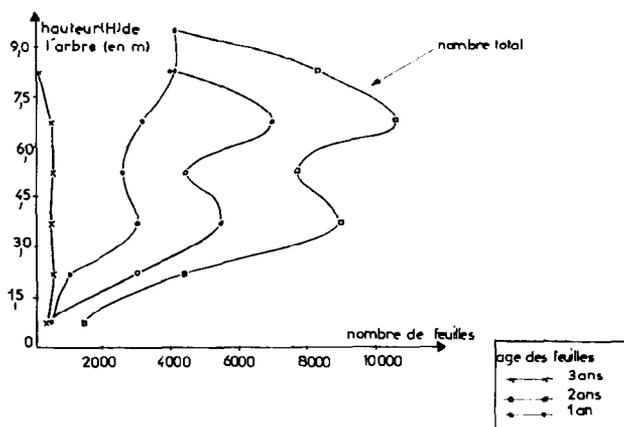


Fig. 2. — Répartition du nombre de feuilles en fonction de leur âge et de la hauteur de l'arbre.

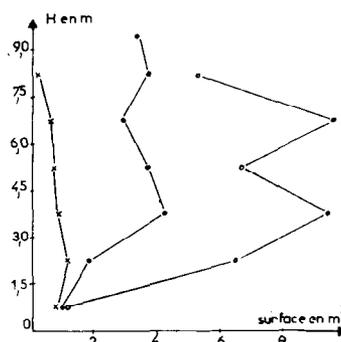


Fig. 3. — Répartition de la surface foliaire en fonction de l'âge des feuilles et de la hauteur de l'arbre.

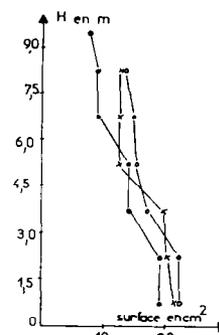


Fig. 4. — Répartition de la surface moyenne d'une feuille en fonction de son âge et de la hauteur de l'arbre.

nombre de feuilles, une surface approximativement équivalente évaluée à 112,6 m<sup>2</sup>, en tenant compte, dans les calculs, des deux faces.

Les feuilles de 2 ans constituent la plus grande partie de cette surface foliaire (61%); les feuilles de 3 ans ne représentent plus que 6,3% : leur rôle est donc limité (fig. 3).

La figure 4 indique l'évolution de la surface moyenne d'une feuille selon la hauteur du prélèvement. A la base du tronc se trouvent les feuilles de plus grande taille : ce sont aussi celles qui reçoivent le moins de lumière. Si on compare des feuilles d'un an situées à

la base et à la cime de la couronne, sur la face sud, on constate (tabl. I) que celles prélevées au niveau supérieur ont une longueur et une largeur moyennes significativement plus petites que celles de la base. C'est encore vérifié pour les feuilles de deux ans.

Les feuilles de 3 ans, quant à elles, ont une superficie plus faible que celles de l'année suivante : ceci est dû au fait que leurs limbes sont souvent déchirés et leurs pointes desséchées.

La surface foliaire, comme le nombre de feuilles, varie donc d'une année à l'autre. Ce phénomène peut se traduire par d'importantes conséquences au niveau

TABLEAU I  
LONGUEUR ET LARGEUR DES FEUILLES DE UN ET DEUX ANS SITUÉES A DEUX NIVEAUX  
(valeurs moyennes et coefficient de dispersion)

	Longueur en cm				Largeur en cm			
	cime		base		cime		base	
	$\bar{m}$	$\sigma/\bar{m}$	$\bar{m}$	$\sigma/\bar{m}$	$\bar{m}$	$\sigma/\bar{m}$	$\bar{m}$	$\sigma/\bar{m}$
Feuilles de un an	12,9	0,16	13,7	0,13	1,3	0,13	1,4	0,11
Fesuille de deux ans	12,3	0,20	13,9	0,13	1,4	0,14	1,5	0,16

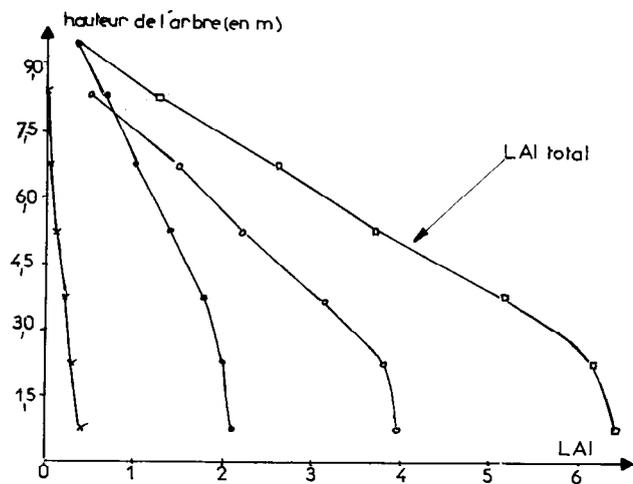


Fig. 5. — Répartition du LAI en fonction de l'âge des feuilles et la hauteur de l'arbre.

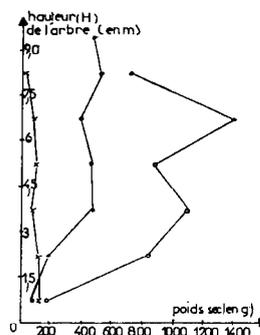


Fig. 6. — Répartition du poids sec des feuilles en fonction de leur âge et la hauteur de l'arbre.

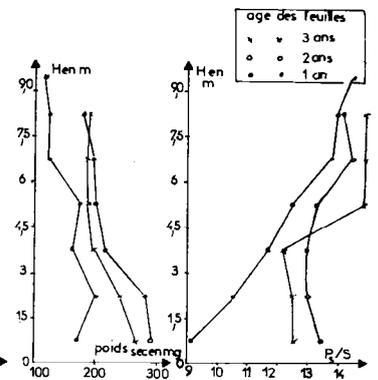


Fig. 7. — Répartition du poids sec d'une feuille en fonction de son âge et de la hauteur de l'arbre.

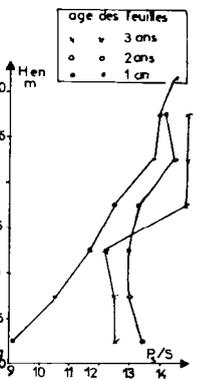


Fig. 8. — Répartition du rapport P sec/S en fonction de l'âge des feuilles et de la hauteur de l'arbre.

de la physiologie générale de l'arbre. Le microclimat semble avoir une influence morphogène importante. Il serait intéressant d'étudier le rôle de facteurs comme la lumière, la température ou le pouvoir évaporant de l'air sur la morphologie externe de la feuille, en liaison avec les variations en fonction de l'année de croissance et la situation dans le peuplement.

On pourrait également suivre l'évolution de l'indice de surface foliaire (L.A.I. = rapport entre la surface des feuilles à un niveau donné et la projection de la couronne sur le sol) en fonction de la hauteur. Le L.A.I. total s'élève à 6,4 ; JACOBS (1955) étudiant *E. gigantea*, haut de 40 m mentionne que la superficie foliaire de l'arbre équivaut à six fois la projection verticale de la couronne sur le sol. Il est intéressant de remarquer (fig. 5) qu'à 4,5 m du sol, ce L.A.I. est encore faible (3,7) : la lumière peut donc pénétrer assez profondément à l'intérieur du peuplement, pénétration favorisée encore par la position verticale des feuilles.

### 2.1.3. Poids de matière sèche des feuilles.

Le poids de matière sèche de l'appareil foliaire évolue en fonction de la hauteur parallèlement à la surface foliaire (fig. 6). Pour l'ensemble de l'arbre, il s'élève à 8,3 kg ; les feuilles de 2 ans représentent 62% de ce poids et celles de 3 ans 6%.

Les feuilles des niveaux les plus bas qui présentent les plus grandes surfaces, sont aussi les plus lourdes (fig. 7). Par contre, si on se réfère au poids sec par unité de surface foliaire (fig. 8) on remarque, qu'à surface égale, les feuilles d'un an formant le bouquet terminal ont des poids de matière sèche beaucoup plus élevés que celles du même âge situées à la base du tronc.

Les trois derniers niveaux (6-7,5 m, 7,5-9 m et bouquet terminal) constituent approximativement les pousses des trois dernières années. On peut alors avec JACOBS (1955) suivre l'évolution de la construction de la couronne (fig. 9) :

— **Zone 1** : Bouquet terminal. Région d'expansion verticale rapide où plusieurs rameaux sont en compétition pour former la flèche. Les entre-nœuds sont longs, les feuilles de faible superficie. Beaucoup tombent sous l'effet des vents et les rameaux apparaissent très dénudés. L'année suivante, cette partie formera la zone 5.

— **Zones 2 et 3** : La zone 2 correspond donc à la première année d'extension latérale des rameaux formés l'année précédente, alors que la zone 3 représente la seconde année d'expansion horizontale. Les feuilles de ces régions ont une surface et un poids de matière sèche plus élevés que celles de la zone 1.

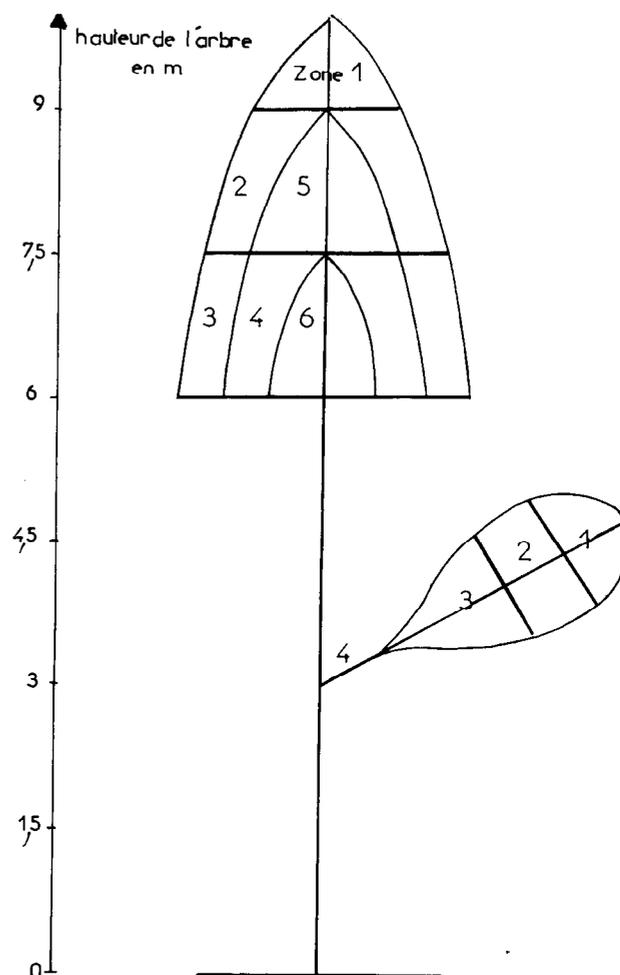


Fig. 9. -- Evolution de la construction de la couronne d'*Eucalyptus camaldulensis*

C'est à ce niveau que la production foliaire est maximale.

— **Zone 4** : C'est la première année d'extension latérale des branches qui ont maintenant 3 ans. L'année précédente, elle correspondait à la zone 2. Beaucoup de feuilles commencent à tomber.

— **Zones 5 et 6** : Elles représentent les zones qui formaient le bouquet terminal les années précédentes. La zone 6 ne comporte plus que quelques feuilles ne

semblant plus jouer un grand rôle dans l'économie en eau de la couronne. Dans ces deux zones, la tige principale est nettement définie. Les rameaux qui auraient pu former la flèche constituent les branches maîtresses des zones 2, 3 et 4.

En ce qui concerne les niveaux inférieurs (4,5-6 m, par exemple), une même branche peut être divisée en quatre parties : une zone portant des feuilles d'un an, une seconde des feuilles de 2 ans, une troisième avec quelques feuilles de 3 ans et enfin, une dernière zone complètement dénudée.

## 2.2. INFLUENCE DE L'ORIENTATION SUR L'ASPECT EXTÉRIEUR DU SYSTÈME FOLIAIRE.

Pour connaître l'influence de l'orientation sur le poids de matière sèche et la surface des feuilles, on a, en juillet 1967, divisé la couronne en quatre secteurs : N.-O., N.-E., S.-O. et S.-E. A 6 m de hauteur, on a cueilli dans chaque secteur, une cinquantaine de feuilles de 2 ans, en prélevant sur chaque rameau les cinquième et sixième feuilles à partir du sommet de la pousse de 2 ans. Le tableau II donne les résultats obtenus.

TABLEAU II

LONGUEUR (en cm), LARGEUR (en cm), SURFACE (en cm<sup>2</sup>), POIDS DE MATIÈRE SÈCHE (en mg)  
ET RAPPORTS POIDS DE MATIÈRE SÈCHE/SURFACE (en mg/cm<sup>2</sup>)  
ET LONGUEUR/LARGEUR, EN FONCTION DE L'ORIENTATION.  
(Valeurs moyennes et coefficient de dispersion)

	N.-O.		N.-E.		S.-E.		S.-O.	
	$\bar{m}$	$\sigma/\bar{m}$	$\bar{m}$	$\sigma/\bar{m}$	$\bar{m}$	$\sigma/\bar{m}$	$\bar{m}$	$\sigma/\bar{m}$
Surface	21,9	0,15	22,8	0,17	25,0	0,20	24,1	0,14
Poids sec	223,7	0,17	236,4	0,18	274,8	0,21	260,5	0,19
$\frac{\text{Poids sec}}{\text{Surface}}$	10,2		10,4		11,0		10,8	
Longueur	13,4	0,14	14,0	0,10	14,7	0,11	13,7	0,13
Largeur	2,4	0,12	2,4	0,15	2,6	0,13	2,7	0,13
$\frac{\text{Longueur}}{\text{Largeur}}$	5,6		5,8		5,6		5,1	

— Les feuilles situées dans la moitié sud ont des surfaces et des poids de matière sèche identiques (les différences ne sont pas significatives) ; il en est de même pour celles de la partie nord.

— Par contre, les feuilles de cette dernière zone ont une surface et un poids de matière sèche significativement plus faibles que celles situées au sud. Ceci semble en contradiction avec nos remarques précédentes, montrant que les feuilles d'ombre sont de plus grande taille et plus lourdes que celles de lumière (fig. 4). On a déjà indiqué que dans cette jeune plantation, les cimes des couronnes n'étaient pas jointives. Aux niveaux supérieurs le vent circule aisément à l'intérieur du peuplement. A Zerniza, les vents dominants les plus violents sont ceux du nord-ouest ; or,

ce sont les feuilles de ce secteur qui sont les plus petites. Celles du secteur opposé, donc plus protégées se développent mieux. A la base de l'arbre, les couronnes sont très proches les unes des autres, le vent pénètre plus difficilement, et les feuilles sont plus abritées. Aussi, si on prélève à 2 m de hauteur, dans les secteurs N.-O. et S.-E., des feuilles d'un an, leur longueur et leur largeur ne diffèrent pas significativement en fonction de l'orientation. Il en est de même pour celles de 2 et 3 ans.

Le vent pourrait donc exercer une influence considérable sur la croissance de l'appareil foliaire en retardant la croissance des feuilles, soit par son action mécanique destructrice, soit en abaissant la température dans la zone peu abritée.

### 2.3. EVOLUTION DE LA SURFACE ET DU POIDS DE MATIÈRE SÈCHE DES FEUILLES LE LONG D'UN RAMEAU.

Dans le secteur orienté au sud, à 6 m de hauteur, on a coupé une cinquantaine de rameaux sur lesquels ont été repérées les feuilles de 2 ans. A partir de la base, on a noté leur position de 1 à 16, puis regroupé toutes celles du même rang. Pour chaque feuille, surface et poids de matière sèche ont été mesurés. La figure 10 indique les résultats obtenus :

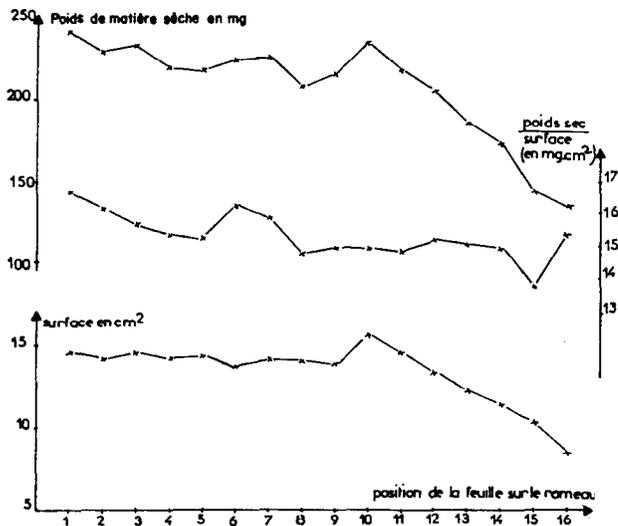


Fig. 10. — Répartition de la surface, du poids sec et du rapport poids sec/surface en fonction de la position de la feuille sur le rameau (feuilles de deux ans prélevées à 6 m de haut).

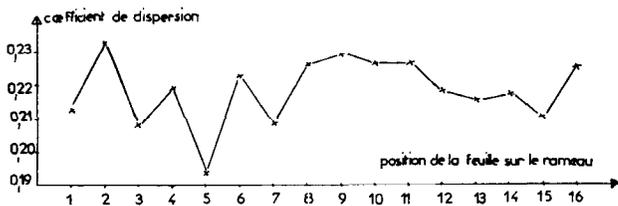


Fig. 11. — Répartition du coefficient de dispersion relatif au poids de matière sèche en fonction de la position de la feuille sur le rameau.

— Les neuf premières feuilles (donc les plus âgées) ont une surface relativement constante. Leur poids de matière sèche diminue faiblement de la base vers le sommet.

— Pour les feuilles suivantes (à l'exception de la dixième), la surface décroît fortement, parallèlement au poids sec.

— Le rapport poids sec sur surface reste constant tout au long du rameau. Il augmente faiblement pour les feuilles anciennes.

Des repères fixes placés à la base des rameaux ont permis de constater que les neuf ou dix premières feuilles sont celles de la pousse de printemps ; les suivantes apparaissent à l'automne. Les huitième et neuvième feuilles sont donc les dernières formées au printemps, à une époque où les facteurs climatiques deviennent défavorables ; leur développement s'effectue dans de mauvaises conditions, ce qui peut expliquer la faiblesse de leur poids de matière sèche. Par contre, les dixième et onzième feuilles, qui se forment dès le début de l'automne, ont une croissance rapide.

Si on suit l'évolution des coefficients de dispersion relatifs à la surface ou au poids sec, en fonction du rang de la feuille, on s'aperçoit que pour une position donnée, ces deux caractéristiques sont très homogènes (fig. 11).

### 2.4. CONCLUSION.

L'appareil foliaire d'*E. camaldulensis* apparaît comme très complexe. Les caractères morphologiques des feuilles présentent tout d'abord à un niveau donné une double diversité en fonction de leur âge et de leur époque de croissance. Le nombre de feuilles, mais aussi leur surface foliaire et leur poids sec varient considérablement d'une année à l'autre. Au cours d'une même année, on constate également que les feuilles de printemps sont généralement de plus grande taille que celles apparaissant à l'automne. Il semble nécessaire, pour tenter d'expliquer cette double diversité, de préciser au niveau du peuplement les facteurs du milieu extérieur.

On a pu montrer également l'influence de la position de la feuille (hauteur, orientation) sur sa morphologie externe. Ainsi, la surface foliaire diminue de la base au sommet de l'arbre parallèlement au poids sec. Les feuilles situées au sud présentent des poids secs et des surfaces significativement supérieurs à ceux des feuilles orientées au nord.

Toutes ces différences mises en évidence sont à prendre en considération dès lors qu'on aborde les études relatives aux bilans hydrique et énergétique.

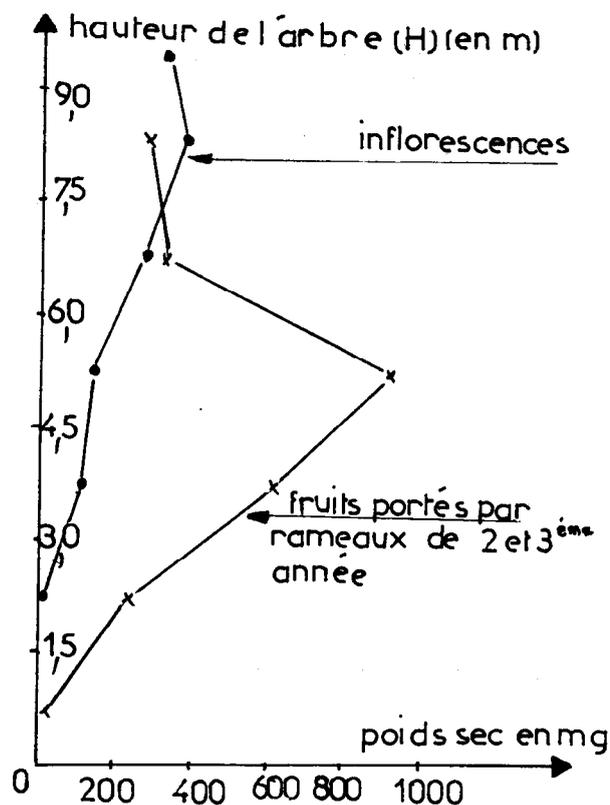


Fig. 12. — Répartition du poids sec des inflorescences et des fruits en fonction de la hauteur de l'arbre.

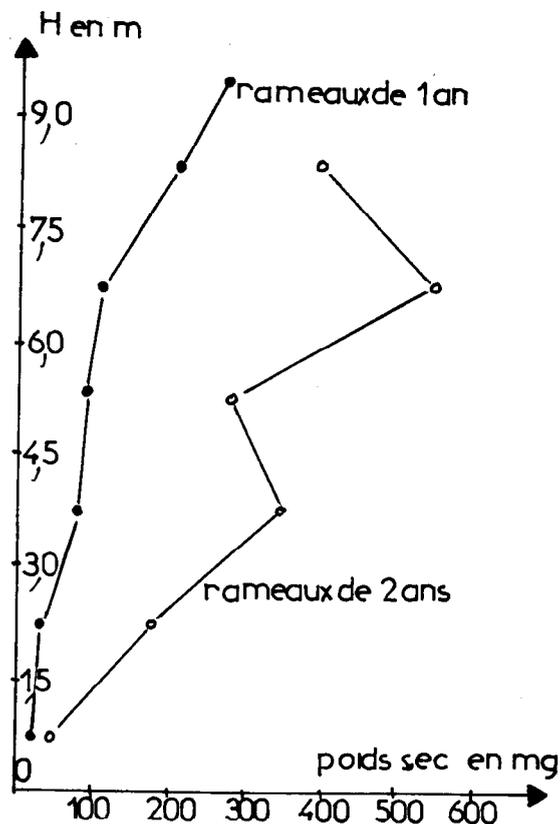


Fig. 13. — Répartition du poids sec des rameaux de un et de deux ans en fonction de la hauteur de l'arbre.

### 3. ETUDES DES INFLORESCENCES ET DES FRUITS.

A Zerniza, les inflorescences d'*E. camaldulensis* se forment du mois de juillet au mois de septembre. Elles se présentent sous forme d'ombelles portées par un pédoncule de 8 à 15 mm, formées de 4 à 9 boutons floraux. Ces derniers sont petits, légèrement sphériques et mesurent de 5 à 11 mm de haut, et de 3 à 4 mm de large. L'opercule ressemble à un rostre (pour cette raison, *E. camaldulensis* a longtemps été nommé *rostrata*). La pleine floraison a lieu au mois de juillet suivant, c'est-à-dire un an après l'apparition des inflorescences. L'arbre a porté pour la première fois des boutons floraux en 1965, soit cinq ans après la plantation.

A la base de la couronne, le nombre de rameaux est restreint car beaucoup se sont desséchés et sont tom-

bés ; par conséquent, la quantité de fruits s'avère très faible à ce niveau.

Jusqu'à 3 m de hauteur, on ne trouve que quelques rameaux de l'année et donc peu d'inflorescences. Le maximum se situe entre 7,5 et 9 m (fig. 12). Sur le bouquet terminal, la flèche et les branches qui étaient en compétition pour donner l'axe principal, ne portent pratiquement pas de boutons floraux ; sur les autres rameaux, leur nombre est réduit surtout sur ceux exposés au nord car les vents provoquent des chutes prématurées.

La quantité maximale de fruits se trouve entre 4,5 et 5 m. A ce niveau, la plupart des rameaux âgés de 3 ans ne portent plus de feuilles, mais gardent un grand nombre de fruits.

## 4. ÉTUDE DES RAMEAUX.

Les rameaux de 3 ans sont difficiles à repérer car ils ne portent souvent que quelques feuilles. Aussi seuls ceux de première et de seconde année ont été cueillis et pesés. La figure 13 montre l'évolution du poids sec de ces rameaux en fonction de la hauteur ; on remarque un maximum dans le bouquet terminal. Cependant, à la cime de l'arbre les rameaux sont dénudés car les feuilles tombent rapidement, soit au moment de leur formation sous l'effet du vent, soit en été à l'époque de la floraison. Au cours de l'hiver, beaucoup de rameaux se cassent, toujours sous l'action du vent, et les plus exposés, ceux situés au nord-ouest, sont brisés les premiers.

Les rameaux de 2 ans forment une masse plus importante de matériel végétal. Malgré l'absence de comptage précis, il semble que ce ne soit pas tant le nombre

de rameaux qui varie d'une année à l'autre que leur poids individuel.

A la base du tronc, par suite du vieillissement des grosses branches qui se dessèchent sur place avant de tomber, le nombre des rameaux de 1 à 2 ans est insignifiant (il pourrait y avoir élagage naturel par ombrage).

## 5. ÉTUDE DES LITIÈRES.

L'aspect extérieur de l'arbre va évoluer au cours du temps. Tout au long de l'année, il y a une chute continue de feuilles, rameaux, branches, écorces, inflorescences et fruits sur le sol.

Pour récolter ces litières, des placettes de 20 m<sup>2</sup> de surface avaient été installées ; chacune d'entre elles était placée de telle façon qu'elle puisse recevoir les chutes de deux arbres.

TABLEAU III

POIDS DE FEUILLES ET DES AUTRES ORGANES EN FONCTION DE L'ESPÈCE D'EUCALYPTUS CONSIDÉRÉE, ET DES CARACTÉRISTIQUES DE LA PLANTATION DANS DIFFÉRENTS PAYS

Auteurs	Espèce	Lieu	âge	Densité arbres (ha)	Poids de feuilles	Autres organes	Total
					(T/ha/an.)		
BRYNAERT <sup>1</sup>	<i>E. saligna</i>	Australie	22		8,3		
ASHTON <sup>1</sup>	<i>E. regnans</i>		200	47	4,2	3,9	8,1
	<i>E. regnans</i>	Australis	55	217	4,1	3,9	8,1
	<i>E. regnans</i>		25	1 031	3,6	3,3	6,9
WALLACE ET HATCH (1952)	<i>E. marginata</i>			Forêt naturelle	1,2	1,1	
	<i>E. marginata</i>	Australie	36		2,0	1,1	3,1
HATCH (1955)	<i>E. marginata</i>		25		1,6	1,0	2,6
STOATE (1958) <sup>1</sup>	<i>E. diversicolor.</i>	Australie		Forêt naturelle	2,8	2,9	5,7
CLAUDOT (1956) <sup>1</sup>	<i>E. camaldulensis</i>	Maroc					5,0
NAVARRO DE ANDRADE (1941)	Plantation brésilienne						14,0
JACOBS (1936)	<i>E. gigantea</i>	Australie					3,7-5,0
POUPON (1968)	<i>E. camaldulensis</i>	Tunisie	8	1 019	2,2	1,3	3,5

<sup>1</sup> Auteurs cités par PENFOLD et WILLIS (1961).

A Zerniza, les feuilles qui tombent représentent 63% des constituants de la litière, alors que les fruits et les boutons floraux forment 11% de celle-ci, l'écorce 7% et les rameaux 18%. Ces chiffres sont très voisins de ceux obtenus par HATCH (1955) dans une plantation d'*E. marginata*; il indique :

- Feuilles ..... 60%
- Fruits et boutons floraux ..... 15%
- Branches et écorces ..... 25%

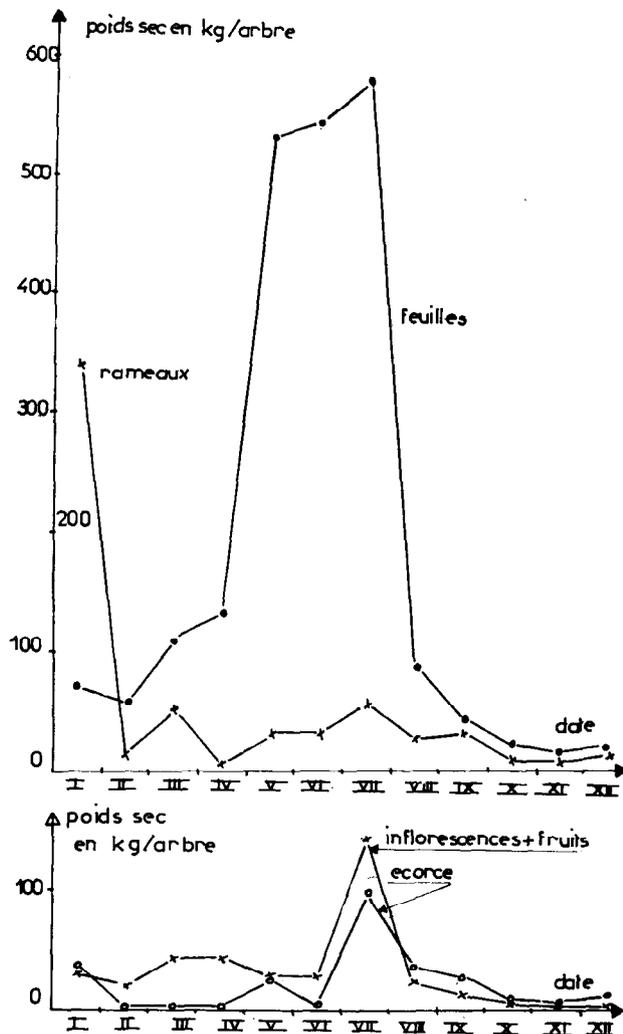


Fig. 14. — Répartition du poids sec de la litière au cours de l'année 1968

La figure 14 montre l'évolution mensuelle, au cours de l'année 1968, de la constitution de la litière :

— *Chute des feuilles* : Elle est très importante dès le mois de mars, mais elle est maximale à la fin du printemps (0,55 kg/arbre/mois, en mai, juin et juillet). HATCH (1955) trouve des résultats analogues.

Au mois de mars, les feuilles de 3 ans constituent pondéralement l'essentiel de la chute. Cependant sur les rameaux terminaux, un grand nombre de feuilles sont détruites dès leur apparition. A l'époque de la floraison (juillet-août), la chute reste abondante. JACOBS (1955) pense qu'il existe une liaison physiologique entre floraison et chute des feuilles ; il précise qu'au moment où l'arbre fleurit, les feuilles situées dans la partie de la couronne où vont se former les fruits tombent brutalement. On peut également penser à l'existence d'une liaison écologique : à la fin du printemps ou au début de l'été, l'assèchement du sol entraîne une chute des feuilles, ce qui a pour conséquence de réduire considérablement la surface foliaire totale de l'arbre dont les besoins en eau et les pertes par transpiration diminuent.

La chute des feuilles au printemps et en été (tabl. IV) est respectivement cinq et trois fois plus élevée qu'en hiver. On peut conclure qu'une feuille formée au printemps de l'année n, aura le maximum de chances de disparaître au printemps de l'année n + 2. ASHTON cité par JACOBS (1955) constate dans le cas d'*E. regnans* qu'il tombe neuf fois plus de feuilles sur le sol en été qu'en hiver. C'est en automne que la chute est minimale à Zerniza : elle ne représente que 2,4% du total annuel.

TABEAU IV

POIDS DE FEUILLES TOMBANT SUR LE SOL AU COURS DE CHAQUE SAISON EN 1968 (en kg et en % du total annuel)

	Hiver	Printemps	Été	Automne	Total
Poids de feuilles en kg/arbre	0,23	1,21	0,71	0,05	2,20
Pourcentage du total annuel	10,4	54,9	32,3	2,4	100

— *Chute des branches* : Elle a lieu sous l'effet des vents d'hiver. Les petits rameaux constituent le reste de la chute durant les autres mois.

— *Chute des fruits* : Elle n'a pas été dissociée quantitativement de celles des boutons floraux. Elle est importante en hiver (à cause du vent) et en été.

— *Chute de l'écorce*: Elle se détache du tronc en été (64%).

La litière se forme donc au cours du printemps et de l'été. En automne les chutes sont faibles. En hiver, ce sont les vieilles branches qui se détachent de l'arbre, ce qui constitue un élagage naturel.

Au mois d'octobre 1968 (époque de la présente expérimentation) alors que la croissance des feuilles et des rameaux était pratiquement arrêtée, et que les inflorescences étaient formées, on a pu établir le bilan de la production annuelle nette d'un individu (production nette = production totale — chutes) sans tenir compte cependant de la production en bois du tronc et des branches maîtresses.

— Feuilles .....	2 065 g
— Inflorescences .....	1 245 g
— Rameaux .....	785 g

Un tel bilan (fig. 15) sera, cependant, modifié au cours de l'hiver car, comme on l'a déjà souligné à plusieurs reprises, sous l'effet du vent, une partie du matériel végétal est détruite.

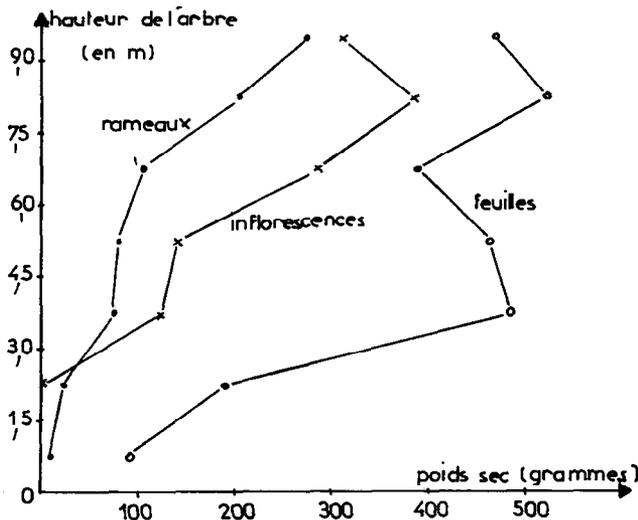


Fig. 15. — Production annuelle (en 1967) d'un *Eucalyptus camaldulensis* Dehn

## 6. ÉTUDE DE L'APPAREIL RACINAIRE.

La figure 16 donne une image de la disposition du système racinaire (on a seulement tenu compte des racines dont le diamètre était supérieur à 1 cm). Là encore, il sera difficile de généraliser les résultats obtenus.

Le système racinaire comprend deux parties :

— Un pivot central important s'enfonçant jusqu'à 2,20 m et mesurant, à 80 cm de profondeur, 35 cm de diamètre. A partir de ce niveau, il se divise en 6 grosses racines ayant de 6 à 12 cm de diamètre chacune, descendant parallèlement, et traversant la couche de pseudo-gley. GIORDANO (1968) signale, en sols sableux, et dans le cas d'*E. globulus* des pivots atteignant 4 m de profondeur.

— Une grande concentration de racines à la base du tronc d'où partent 8 racines latérales. Dans les 40 premiers centimètres du sol, se trouve un réseau latéral dense avec un maximum de racines en surface (fig. 16 et 17). Certaines atteignent plus de 3 m de longueur ; il y a de véritables enchevêtrements avec celles des arbres voisins, mais aucune greffe n'a été constatée, contrairement à ce que mentionnent BISSET et SHAW (1964) ou JACOBS (1955). La disposition de ce système racinaire rend malaisé, lors des travaux culturaux, l'emploi d'appareils mécaniques qui pourraient causer d'importants dommages aux racines superficielles et nuire au bon développement de la plantation.

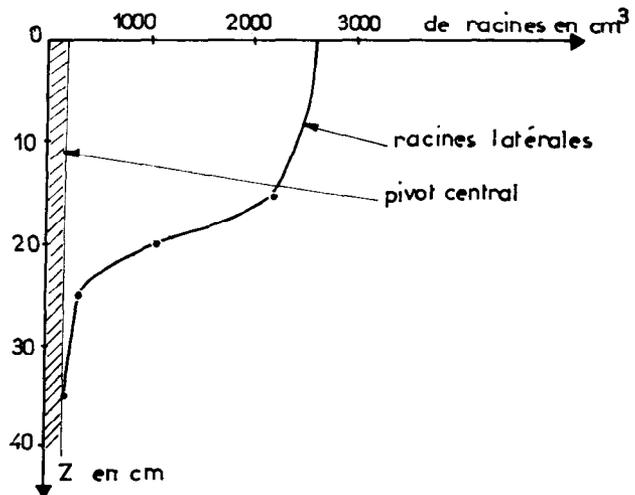


Fig. 16. — Volume des racines dans les 40 premiers centimètres de sol (secteur S.-E. - S.-O.).

## 7. CONCLUSIONS.

L'*E. camaldulensis* forme dès les premières années après sa plantation une importante couronne. Dans un peuplement de 2,5 × 4 m, cette couronne, au bout

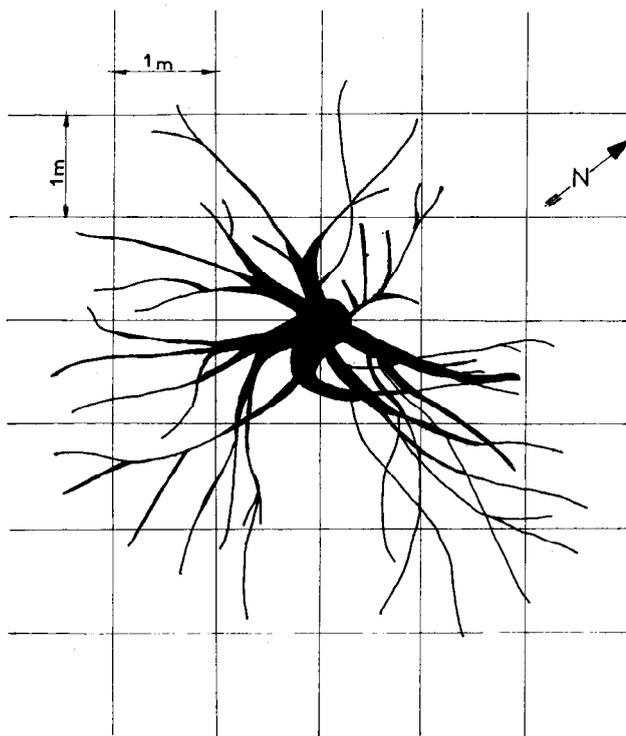


Fig. 17. — Disposition du système racinaire latéral.

de huit ans, ne rejoint pas encore celle des arbres voisins. Le vent peut s'engouffrer dans ces placeaux et provoquer de nombreux dégâts, essentiellement au niveau du bouquet terminal; le rayonnement peut pénétrer ainsi profondément à l'intérieur du couvert végétal. Le microclimat dans la plantation évolue en fonction de la hauteur de l'arbre, ce qui explique les variations constatées dans la morphologie de l'appareil foliaire. En effet, pour des feuilles d'âge déterminé, le poids de matière sèche et la surface foliaire diminuent de la base à la cime de l'arbre. Le rapport P/S varie également, traduisant des différences au niveau de la structure interne de la feuille. De même, à une hauteur donnée, la surface et le poids sec varient avec l'orientation. L'action des vents apparaît encore prépondérante puisque ce sont les feuilles les moins exposées et les plus éclairées qui croissent le mieux.

D'une année à l'autre les changements du milieu extérieur se traduisent à l'échelle de la morphologie externe par une grande diversité. Les feuilles diffèrent dans leurs caractéristiques selon leur âge ou leur

période de croissance. Tous ces phénomènes contribuent à la complexité de l'appareil foliaire des eucalyptus, et imposeraient pour les expérimentations futures des études précises du microclimat forestier dont le rôle semble primordial.

L'importance du milieu extérieur apparaît encore lors de l'évolution des litières: c'est en été, au moment où débute la sécheresse, et où le sol est complètement désaturé que l'on constate les chutes maximales de feuilles, entraînant une réduction élevée de la surface transpirante et diminuant les pertes d'eau au niveau du feuillage.

Le système racinaire s'adapte lui aussi aux conditions extérieures. Il comporte un pivot central profond et un réseau latéral dense s'étalant superficiellement. L'arbre peut ainsi résister aux vents violents d'hiver en étant solidement ancré dans le sol, mais aussi collecter sur de grandes surfaces toutes les eaux de pluie.

Cette étude permet d'envisager avec des connaissances accrues les problèmes plus spécialement relatifs au comportement écologique de l'eucalyptus en Tunisie du Nord, et, en particulier, ceux concernant la croissance en hauteur au cours de l'année. L'approche de ces derniers phénomènes physiologiques sera rendue d'autant plus facile que les caractéristiques morphologiques des feuilles en fonction de leur position dans la couronne ont pu être définies dans la présente étude.

Manuscrit reçu au S.C.D. le 7 septembre 1971.

## BIBLIOGRAPHIE

- BALDY (Ch.), DIMANCHE (P.), MARION (J.), POUPON (H.), SCHOENENBERGER (A.) — 1969 — Note préliminaire concernant la station expérimentale de bioclimatologie et de physiologie de la croissance installée à Zerniza (Mogods), dans le nord de la Tunisie. Inst. Reboisement de Tunisie. *Variétés scientifiques*, I.
- BISSET (W. J.), SHAW (N. H.) — 1954 — A comparison of D.C.P.A., T.C.P.A. and Arsenic for killing Eucalypt regrowth in subtropical native pastures. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, 20 : 177-181.
- FRANCO (C. M.), INFORZATO (R.) — 1967 — Transpiração de *Eucalyptus saligna* Sm. em condições de cultura. *Phyton*, 24, I : 35-41.
- GIORDANO (E.) — 1968 — Osservazioni sull'apparato radicale dell'*Eucalyptus globulus* Labill. *Publ. del Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale*. X, 2 : 135-148.

- HATCH (A. B.) - 1955 - The influence of plant litter on the Jarrah forest soils of the Dwellingup region. *Leaf. For. Bur.*, Canberra : 219-228.
- JACOBS (M. R.) - 1936 - The primary and secondary leaf bearing systems of the eucalyptus. *C.F. § T.B. Bull.*, 18.
- JACOBS (M. R.) - 1955 - Growth habits of the eucalyptus. Ed. by Forest and Timber Bureau. Dept of the Interior. Canberra. Australia.
- NAVARRO DE ANDRADE (E.) - 1941 - The Eucalyptus in Brazil. *J. Hered.*, 32 : 215-220.
- PENFOLD (A. R.), WILLIS (J. L.) - 1961 - The Eucalyptus. Botany, cultivation, chemistry and utilization. London Leonard Hill (Books) limited.
- STOATE (T. N.), WALLACE (W. R.) - 1938 - Jarrah sampling crown studies, 1928-1938. *Aust. For.*, III, 2 : 64-73.
- WALLACE (W. R.), HATCH (A. B.) - 1952 - The effect of the leaf litter on surface soil properties of the Jarrah forest. *Aust. For.*, 16, 1 : 35-42.