

Henri Poupon¹



**PREMIERES ETUDES
DES CARACTERISTIQUES HYDRIQUES
DES FEUILLES D'EUCALYPTUS CAMALDULENSIS
EN TUNISIE**



	Pages
INTRODUCTION	3
I. — ANALYSE STATISTIQUE DES NORMES MORPHO- HYDRIQUES DES FEUILLES SELON LEUR POSITION LE LONG D'UN RAMEAU	5
II. — RELATIONS ENTRE DIFFERENTES GRANDEURS PHYSIQUES DU LIMBE FOLIAIRE	7
III. — EVOLUTION DU DEFICIT HYDRIQUE	11
IV. — EXPERIENCES DE TRANSPIRATION	13
CONCLUSIONS	19
RESUMES	19
BIBLIOGRAPHIE	21

(1) — Chargé de Recherches, stagiaire à l'O.R.S.T.O.M.

11 JUIL. 1969

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n°/3269

INTRODUCTION

Un gros effort de reboisement se poursuit actuellement en Tunisie. A cet effet, des espèces nouvelles sont introduites, telles les eucalyptus. Plusieurs arboretums ont été créés pour étudier le développement et l'adaptation de ces arbres qui se trouvent dans des conditions climatiques et écologiques souvent originales. Le problème posé aux forestiers et aux physio-écologistes était de savoir comment ces eucalyptus supporteraient leur introduction dans un habitat neuf, et surtout comment ils résisteraient à la sécheresse qui sévit pendant les mois d'été.

Un de ces arboretums est situé à Zerniza, station bioclimatologique installée au Nord-Est du pays, dans le massif montagneux des Mogods, à trois kilomètres de la mer, à 150 kilomètres de Tunis, par 9° de longitude, 37° de latitude Nord, à une altitude voisine de 100 mètres.

Selon Bortoli dans son étude de « Climatologie et Bioclimatologie de la Tunisie septentrionale », la région se caractérise par :

— une pluviométrie annuelle de 800 à 1000 mm se répartissant comme suit :

- 200 à 300 mm de pluies automnales.
- 400 à 500 mm de pluies hivernales.
- 160 à 200 mm de pluies printanières.
- 20 à 60 mm de pluies estivales.

— une température moyenne annuelle de 18°5 avec 15°C d'amplitude thermique annuelle. Pendant 50 jours environ, la moyenne des minima est inférieure à 7°C.

Selon les « diagrammes de bioclimats méditerranéens » d'Emberger, on se trouve dans « l'humide inférieur, variante à hiver chaud », et le quotient pluviothermique s'élève à 163.

Il était important dans de telles conditions climatiques de chercher à évaluer le bilan hydrique d'une première espèce : l'*Eucalyptus camaldulensis*, qui est le plus répandu à l'heure actuelle en Tunisie. Des mesures physiques, en particulier sur l'humidité du sol et de l'atmosphère, la hauteur des précipitations, permettent de connaître qualitativement et quantitativement l'eau dont la plante dispose.

Des mesures physiologiques de transpiration sont nécessaires pour déterminer la consommation en eau de la plante.

Dans une première partie, des relations ont été recherchées qui permettraient de suivre l'accroissement de la surface et du poids de matière sèche des feuilles à partir de grandeurs simples telles la longueur et la largeur du limbe. Ainsi la croissance pourrait-elle être suivie sur des feuilles en place.

Dans un second temps, des expériences préliminaires se sont avérées indispensables afin de préciser dans le cas de l'*Eucalyptus camaldulensis*, l'évolution du déficit hydrique en conditions contrôlées.

Cet arbre garde ses feuilles trois années, et celles-ci réagissent différemment selon leur âge aux conditions extérieures. Il fallait donc définir avant toute autre mesure un échantillonnage représentatif sur lequel les mesures de transpiration seront effectuées. Ceci fait l'objet de la troisième partie de ce travail.

I. ANALYSE STATISTIQUE
DES NORMES MORPHO-HYDRIQUES
DES FEUILLES SELON LEUR POSITION
LE LONG D'UN RAMEAU

Quand on effectue des mesures de transpiration, celles-ci portent sur des feuilles prélevées au hasard. Or, l'*Eucalyptus camaldulensis* garde ses feuilles pendant trois années, il a donc fallu chercher dans un premier temps si sur un même arbre, pour des rameaux de la même année, les feuilles d'une même position étaient homogènes.

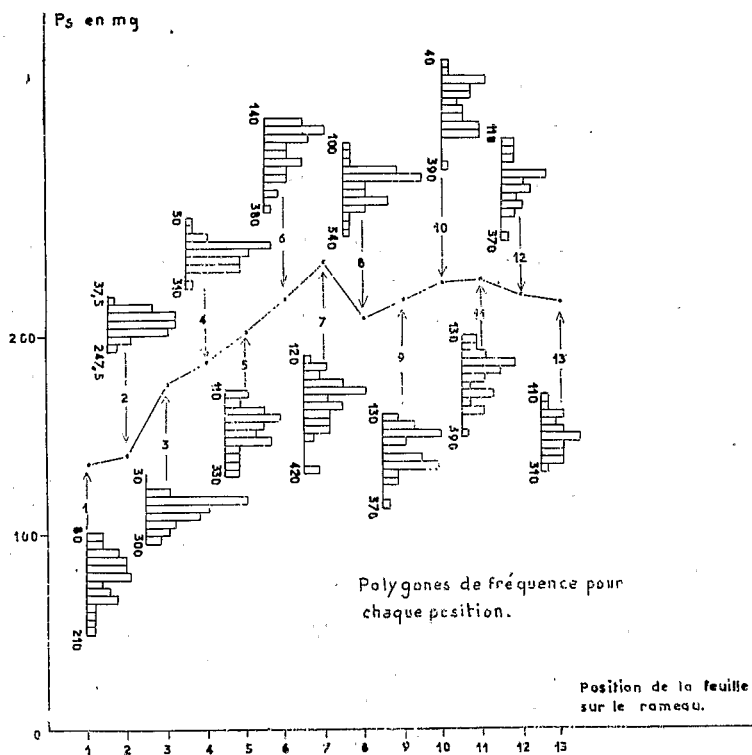
Pour cela, une quarantaine de rameaux sont cueillis sur lesquels sont repérées les feuilles de 1966. Puis à partir du sommet de ces rameaux sont regroupées toutes les premières feuilles (position 1), puis toutes les secondes (position 2)... Les rameaux portent de 12 à 19 feuilles. Sur celles-ci sont mesurés longueur et largeur (à l'aide d'une règle graduée à 0,5 mm près), surface (à l'aide d'un planimètre) et poids de matière sèche (après passage de 24 heures dans une étuve portée à 105°C).

Le tableau ci-contre montre l'analyse des surfaces et des poids de matière sèche pour chaque position. On s'est arrêté à la position 13 car au-dessus l'échantillonnage n'était plus assez grand. On donne les valeurs moyennes des poids de matière sèche et des surfaces ainsi que l'écart type (graphique 1).

Un test de χ^2 appliqué à ces deux grandeurs permet d'avoir la certitude d'une bonne homogénéité pour toutes les positions en ce qui concerne les surfaces. Quant au poids de matière sèche, seules les positions 1, 2, 3, 4 et 10, 11, 12, 13 sont homogènes. Mais, en ce qui concerne les poids de matière sèche, le test dénote une grande hétérogénéité pour les positions 6, 7, 8 et 9. Pour chacune de ces positions existent deux ou plusieurs populations distinctes. Les feuilles 6 et 7 ont bénéficié d'une croissance très favorable, ce qui n'est pas le cas pour les feuilles 8 et 9. Il semble que ces dernières soient apparues à la fin du printemps, à un moment où la croissance est très fortement ralentie, alors que les feuilles 6 et 7 seraient les premières pousses de la croissance automnale.

Position de la feuille sur le rameau	Nombre d'obser- vations	Poids sec			Surface		
		Moyenne en mg	Ecart type	P (X ²)	Moyenne en cm ²	Ecart type	P (X ²)
1	37	134,2	± 29	0,20<P<0,30	8,68	± 1,50	0,10<P<0,20
2	38	139,5	± 54	0,30<P<0,50	10,32	± 2,96	0,10<P<0,20
3	40	174,5	± 48	P<0,05	11,40	± 2,65	P 2 0,10
4	39	185,6	± 48	0,50<P<0,70	12,34	± 3,16	0,10<P<0,20
5	38	200,5	± 52	0,80<P<0,90	13,39	± 2,77	0,10<P<0,20
6	39	218,6	± 50	P>0,05	14,80	± 3,21	P=0,05
7	39	237,2	± 62	P>0,001	15,75	± 3,39	0,30<P<0,50
8	38	208,6	± 48	0,05<P<0,02	13,97	± 2,60	0,30<P<0,50
9	36	218,4	± 52	P>0,01	15,02	± 2,84	0,05<P<0,10
10	35	227,4	± 62	0,10<P<0,20	13,94	± 3,11	0,70<P<0,80
11	32	228,8	± 60	0,05<P<0,10	13,97	± 3,07	P=0,20
12	28	220,0	± 62	0,30<P<0,50	14,33	± 3,11	0,20<P<0,30
13	25	217,6	± 48	P=0,50	14,20	± 2,53	0,10<P<0,2C

Dans les conditions de cette expérience, on peut donc conclure que pour un même arbre pour des rameaux de 1966, les feuilles 1, 2, 3, 4, 5 et 10, 11, 12, 13 présentent une grande homogénéité



Graphique 1 : Evolution du poids sec des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* le long d'un rameau

morphologique, quelles que soient l'orientation et la hauteur des rameaux. En première approximation on peut donc admettre une analogie physiologique. Sur le terrain, lors des expériences de transpiration foliaire, en milieu naturel, on choisira au cours d'une journée, sur un même arbre des feuilles de un an indifféremment prises parmi les cinq plus jeunes du rameau.

II. RELATIONS ENTRE DIFFERENTES GRANDEURS PHYSIQUES DU LIMBE FOLIAIRE

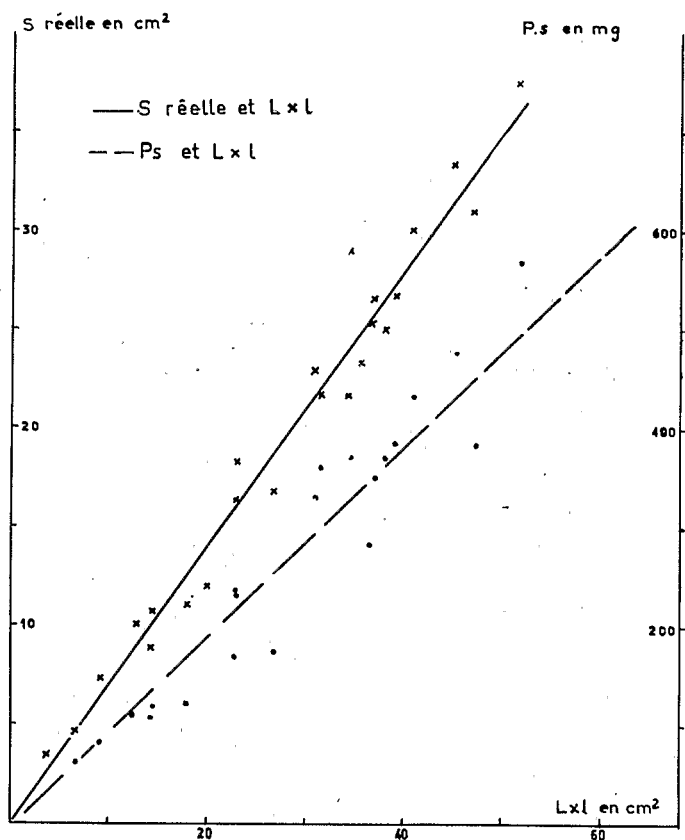
Parallèlement à la transpiration, la croissance de *Eucalyptus camaldulensis* sera suivie afin d'établir la relation existant entre cette croissance et l'état hydrique de la plante à chaque instant.

Afin de suivre l'augmentation du poids de matière sèche et l'accroissement en surface des feuilles, on a cherché si une relation existait entre ces grandeurs et deux autres plus aisément mesurables : la longueur et la largeur du limbe.

Pour cela, quarante feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* sont cueillies et sur chacune sont mesurées à l'aide d'une règle graduée à 0,5 mm près la longueur et la largeur. La surface est connue après planimétrage, et le poids de matière sèche par pesée après passage de 24 heures à l'étuve portée à 105°C.

1. — Relation entre surface planimétrée et produit longueur x largeur.

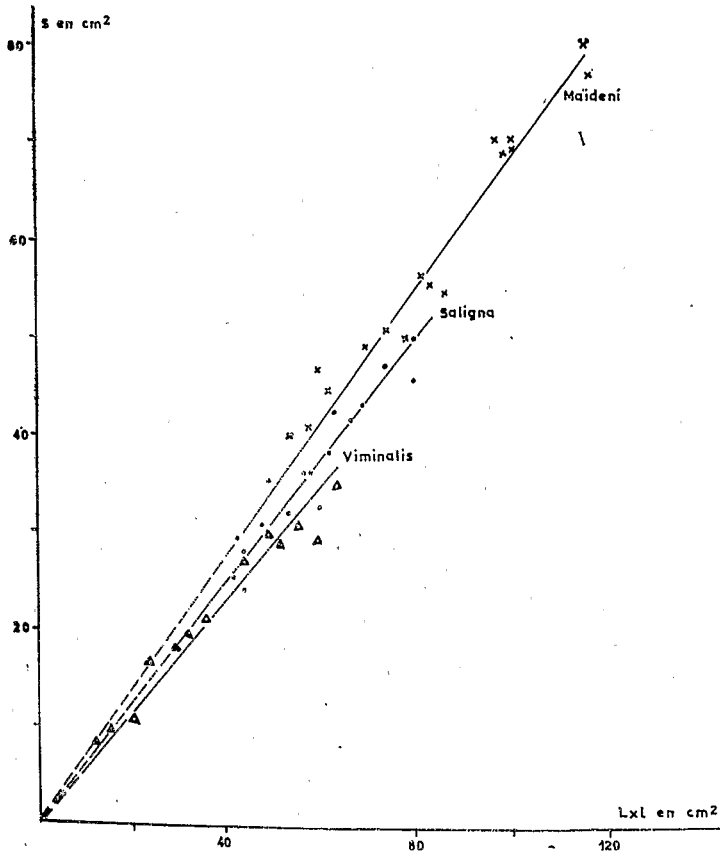
Sur le graphique 2, les points semblent s'aligner sur une droite de pente égale à 0,73. Il existe donc une relation entre le produit de la longueur (L) et de la largeur (l) et la surface planimétrée.



Graphique 2 : Relation entre la surface réelle, la surface planimétrée et le produit longueur x largeur. *Eucalyptus camaldulensis*, Zerniza 25-7-67

$$S = 0,73 \times L \times l$$

A titre de comparaison, cette relation a été recherchée sur trois autres espèces d'eucalyptus : *E. viminalis*, *E. maideni* et *E. saligna*. On a obtenu des droites dont la pente diffère légèrement en fonction des espèces. La relation caractérise la forme des feuilles. (Graph. 3).

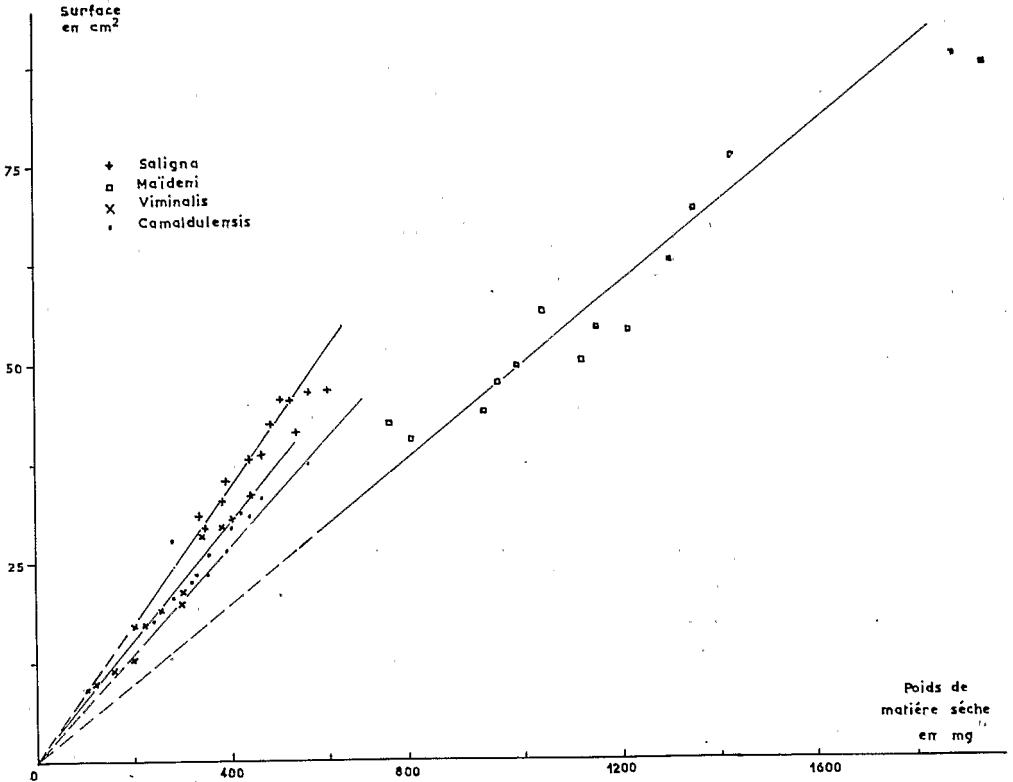


Graphique 3 : Relation entre surface réelle et longueur pour trois espèces d'eucalyptus

Ces relations simples permettront donc de connaître à chaque instant, en fonction de deux grandeurs faciles à mesurer, la surface des feuilles, sans pour cela devoir chaque fois les sacrifier.

	$\frac{S}{L \times l}$
E. camaldulensis.....	0,73 ± 0,05
E. maideni.....	0,70 ± 0,06
E. saligna.....	0,64 ± 0,04
E. viminalis.....	0,64 ± 0,04

2. — Relation entre surface et poids de matière sèche.
(Graph. 4)



Graphique 4 : Relation entre le Ps et la surface planimétrée des feuilles d'eucalyptus. Zerniza 27-7-67

Une relation simple relie aussi ces deux paramètres du limbe foliaire : poids de matière sèche et surface planimétrée puisque graphiquement les points obtenus s'alignent selon une droite. Cette expérience a été effectuée sur les quatre espèces d'eucalyptus précitées et a conduit à quatre droites de pente différente.

	$\frac{S}{Ps}$
E. saligna.....	0,084 ± 0,007
E. viminalis.....	0,076 ± 0,008
E. camaldulensis.....	0,073 ± 0,007
E. maïdeni.....	0,050 ± 0,007

Ces relations permettront donc de connaître le poids de matière sèche des feuilles d'eucalyptus ainsi que leur surface à partir de mesures simples, rapides et suffisamment précises. Il résulte de ces deux expériences qu'une nouvelle relation linéaire simple relie le produit longueur x largeur et le poids de matière sèche.

III. EVOLUTION DU DEFICIT HYDRIQUE

1. — Appréciation du poids à saturation.

Le déficit hydrique est connu, à chaque instant, au moyen de la formule de Stocker :

$$\text{D.H. en \%} = \frac{\text{Poids à saturation} - \text{Poids de matière fraîche}}{\text{Poids à saturation} - \text{Poids de matière sèche}} \times 100$$

— le poids de matière fraîche est celui de la feuille au moment où celle-ci est prélevée.

— le poids de matière sèche est obtenu après passage à l'étuve à 105°C durant 24 heures. Dans le cas de l'eucalyptus, une erreur systématique est faite sur cette mesure par suite de la volatilisation des essences que contient la feuille.

— le poids à saturation est connu, d'après Stocker, en plaçant la feuille après resection du pétiole, dans un bécber contenant de l'eau distillée, le tout placé à l'obscurité dans une enceinte saturée en vapeur d'eau. Il s'agit de déterminer le temps minimum pendant lequel les feuilles doivent rester dans cette enceinte pour arriver à saturation.

Slatyer (1965) procède d'une manière différente pour connaître ce poids à saturation de la feuille. Il recueille deux échantillons dont l'un est aussitôt mis à sécher à l'étuve. Il fait flotter le second sur l'eau pendant vingt-quatre heures, puis il le retire, le sèche et le pèse. Mais cette technique est sujette à quelques erreurs : le poids de matière sèche du matériel étudié se modifie lorsque l'échantillon flotte sur l'eau, et il peut pénétrer de l'eau dans les surfaces coupées du tissu flottant.

Pour ces raisons, nous avons employé la méthode préconisée par Stocker qui utilise des feuilles entières. Celles-ci mises dans l'enceinte à saturation sont pesées toutes les quinze minutes. L'expérience débutant à 8 heures du matin, il s'avère que quelque soit le déficit hydrique initial, un palier est obtenu vers 18 heures, soit au bout de dix heures. Une nouvelle pesée effectuée 14 heures plus tard, confirme, dans tous les cas, la valeur de ce palier. Pour estimer le poids à saturation des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis*, celles-ci doivent être laissées environ douze heures dans les conditions décrites précédemment.

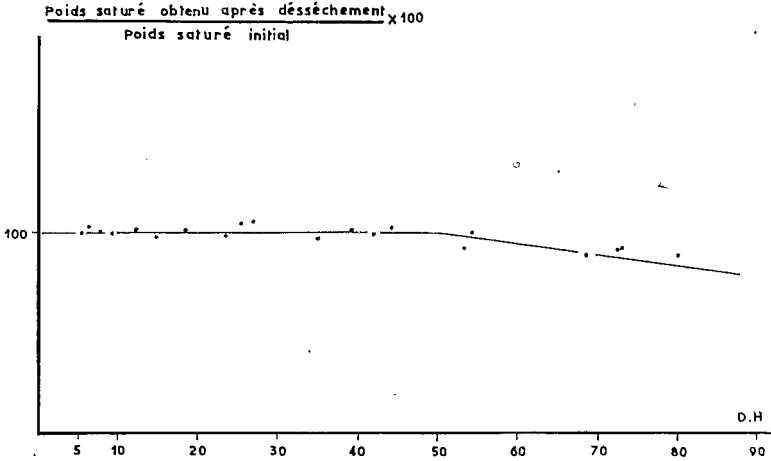
2. — Expérience de re-saturation.

Dans les expériences de transpiration sur le terrain, les feuilles sont cueillies à différents moments de la journée, pesées puis mises à saturer. Le déficit hydrique d'une feuille évoluant dans le temps, il faut savoir si le poids à saturation est indépendant du déficit hydrique de la feuille au moment du prélèvement.

On place plusieurs feuilles dans une enceinte à saturation pendant douze heures. Puis on les place sous des lampes à incandescence de 150 watts afin qu'elles transpirent, et ce pendant des temps croissants. Ces feuilles reçoivent ainsi une énergie voisine de $0,50 \text{ cal. cm}^{-2} \cdot \text{mn}^{-1}$. Selon la durée du temps de passage de ces feuilles sous les lampes à incandescence, on obtient des déficits hydriques croissants. Dès que les feuilles sont ôtées de la lumière, elles sont remises à saturer et elles sont pesées toutes les quinze minutes. Au bout de seize heures environ, un nouveau palier est atteint. Un coefficient dit « re-saturation » est alors calculé :

$$\text{« Coefficient de re-saturation » en \%} = \frac{\text{Poids à saturation après passage sous les lampes}}{\text{Poids à saturation initial.}} \times 100$$

Le graphique 5 montre comment ce coefficient évolue en fonction du déficit hydrique.



Graphique 5 : *Eucalyptus camaldulensis*, feuilles de 1 an. Relation entre le déficit hydrique et le pourcentage de re-saturation

On constate que :

— pour un déficit hydrique inférieur à 55 %, le coefficient de re-saturation n'excède pas 102 à 103 %. Aux erreurs expérimentales près, on peut donc admettre que le poids à saturation est indépendant du déficit hydrique initial de la feuille.

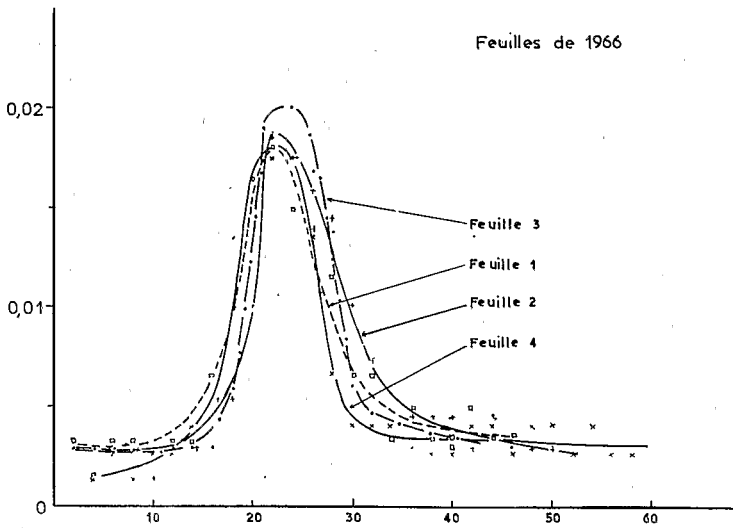
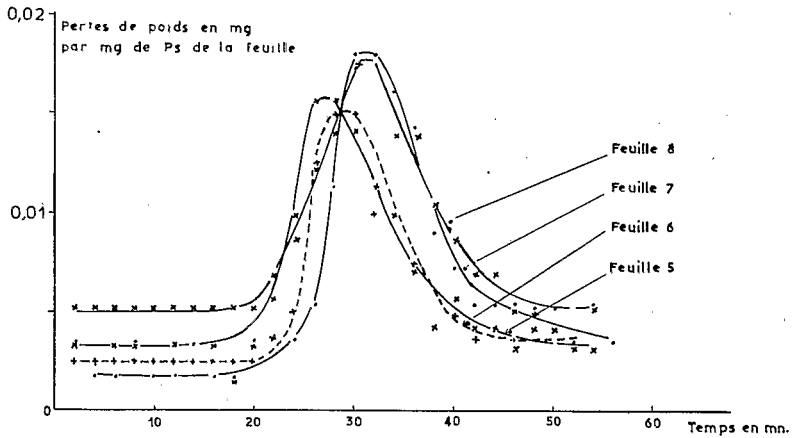
— pour un déficit hydrique supérieur à 55 %, les feuilles ne retrouvent plus leur poids à saturation initial.

Ceci implique donc que la connaissance du poids à saturation n'est valable que si les feuilles n'atteignent pas un déficit hydrique supérieur à 55%. Or, il s'avère que dans la nature, des valeurs égales ou supérieures n'ont jamais été obtenues, même en pleine sécheresse estivale.

IV. EXPERIENCES DE TRANSPIRATION

Un rameau d'*Eucalyptus camaldulensis* est cueilli; sur celui-ci sont différenciées les feuilles de 1967 (notées en partant de la plus jeune A₁, A₂, A₃...), celles de 1966 (notées 1, 2, 3, 4...) et celles de 1965.

Toutes les feuilles sont mises à saturer 16 heures. Puis elles sont fixées les unes après les autres sur une balance à torsion (type Sauter) et éclairées à l'aide d'une lampe à incandescence. La feuille reçoit ainsi une énergie voisine de $0,50 \text{ cal. cm}^{-2} \cdot \text{mn}^{-1}$. Elle est pesée toutes les deux minutes : sa transpiration est ainsi suivie au cours du temps. Le rameau choisi porte treize feuilles de 1967, et neuf feuilles de 1966. Tout au long de l'expérience la température du laboratoire avoisine 25°C et l'humidité relative 50 %.



Graphique 6 : *Eucalyptus camaldulensis*, transpiration exprimée en mg, par mg de poids sec et par mn, INRAT mai 1967

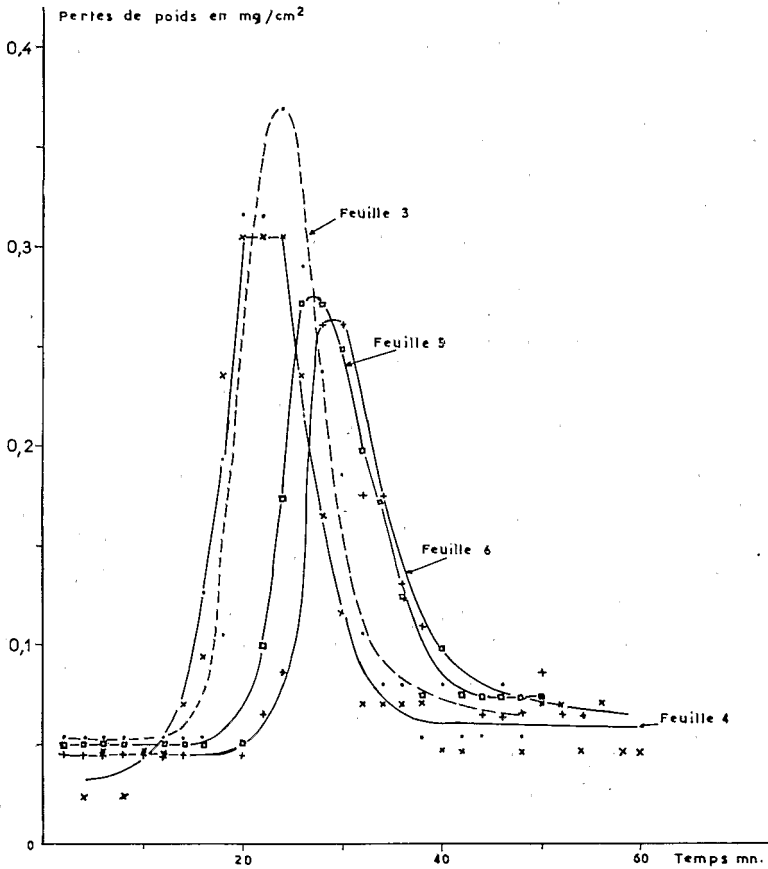
La transpiration est exprimée de deux manières différentes :

— par perte d'eau en mg par mg de poids de matière sèche de feuille et par minute.

— par perte d'eau en mg par cm² de feuille et par minute.

RESULTATS

Les graphiques 6 et 7 montrent trois stades dans l'évolution de la transpiration foliaire :



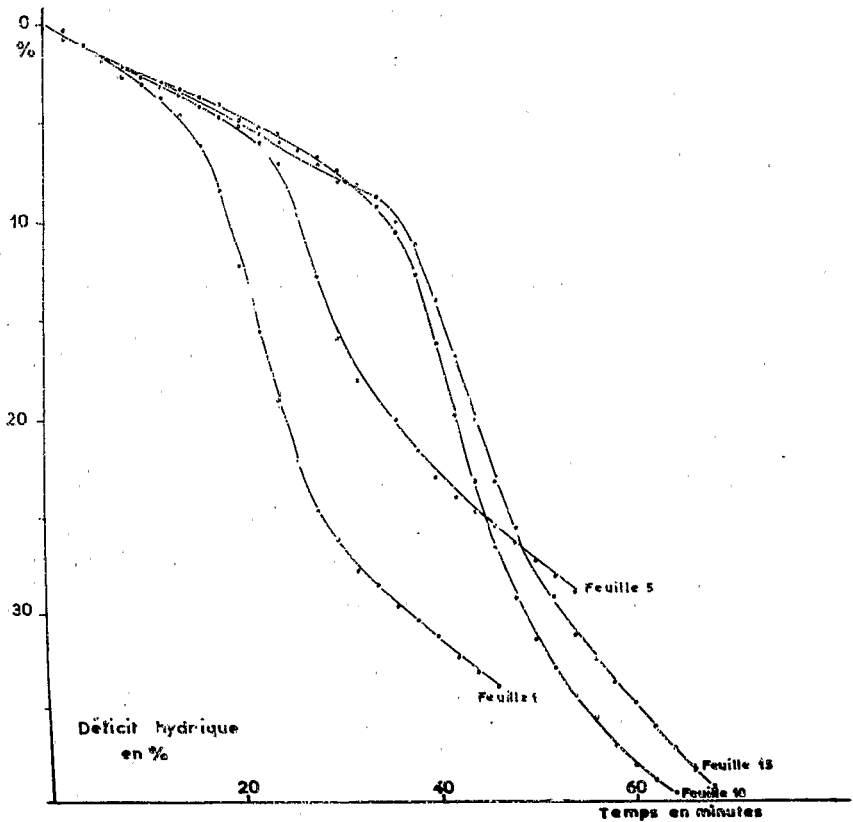
Graphique 7 : *Eucalyptus camaldulensis*, perte de poids/cm² de feuille/mn. INRAT 10-5-67, feuilles de 1966

— après un bref palier, une augmentation rapide de la transpiration sous l'effet de l'énergie reçue, correspondant à l'ouverture des stomates.

— une diminution de la perte en eau indiquant la fermeture stomatique généralement plus lente que l'ouverture.

— un palier apparaît après cette fermeture : il correspond à la transpiration cuticulaire.

Les résultats ci-dessus sont obtenus alors que les feuilles sont placées sur la balance de torsion dès leur sortie de l'enceinte de saturation placée à l'obscurité. L'expérience précédente a été renouvelée mais l'enceinte de saturation est cette fois placée quelques minutes à la lumière avant que les feuilles soient mises à transpirer. Dans ce cas, le palier initial est considérablement réduit : l'ouverture stomatique a lieu beaucoup plus tôt, le déficit hydrique optimum est lui atteint plus rapidement mais sa valeur reste inchangée.



Graphique 8 : Evolution du déficit hydrique au cours de la transpiration pour les feuilles 1, 5, 10, 15

En ce qui concerne les feuilles de 1967, l'expérience montre :

— aucun mouvement stomatique pour les huit plus jeunes feuilles qui sont en pleine croissance (ce sont des feuilles ayant de huit jours à deux mois). Il semble que l'énergie reçue soit trop forte pour ces feuilles dont la cuticule est encore très fine. Dans la nature, ces feuilles se comportent différemment car elles sont constamment alimentées en eau et elles se placent dans une position parallèle aux rayons solaires.

— pour les feuilles suivantes : A₉ à A₁₃, l'ouverture stomatique est tardive : elle n'a pas lieu qu'au bout de 36, 48, 52, et 66 minutes d'éclairement.

Pour les six premières feuilles de 1966, les graphiques 6 et 7 montrent que les réponses de l'ouverture et de la fermeture stomatiques sont en première approximation, identiques. Sur le terrain, lors de l'étude de la transpiration foliaire, on pourra, sans commettre de grosse erreur, travailler indifféremment sur ces six premières feuilles.

Le graphique 8 montre l'évolution du déficit hydrique en fonction du temps pour quatre feuilles de cette même année 1966. On constate que dans leur partie médiane ces courbes sont pratiquement parallèles. Les flux de transpiration est identique d'une feuille à l'autre.

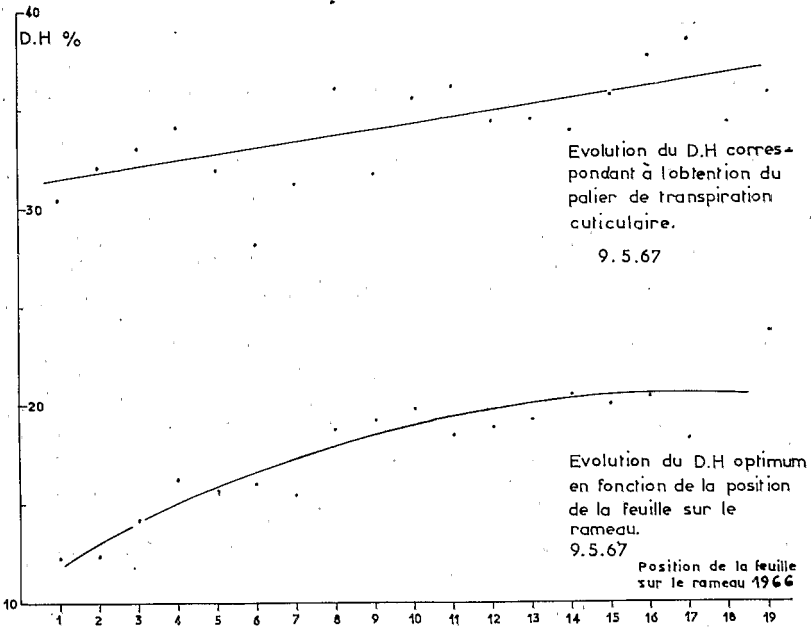
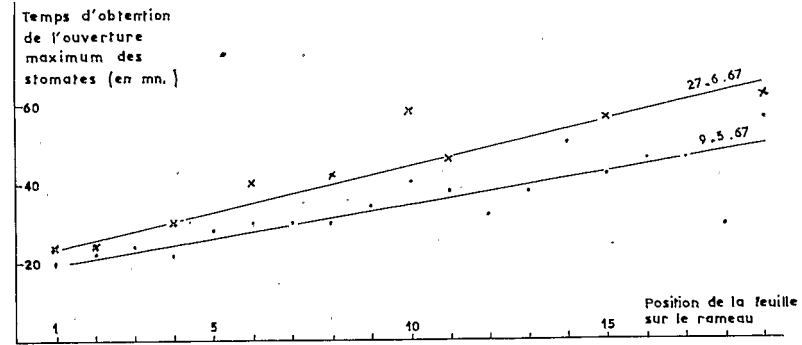
Les résultats précédents ont été obtenus au laboratoire au début du mois de mai 1967. Ils ont été confirmés par une seconde expérience identique effectuée le 27 juin 1967 : les mouvements stomatiques sont seulement retardés dans le temps (Graph. 9).

Le graphique 9 montre que les déficits hydriques correspondants à l'apparition du palier après fermeture stomatique sont d'autant plus grands que les feuilles sont plus âgées. Pour les cinq premières feuilles ce palier est relativement constant et est obtenu pour des pertes de poids de 0,095 à 0,125 mg. cm⁻². mn⁻¹. Pour les dernières feuilles, il atteint des valeurs plus élevées : 0,156 à 0,180 mg. cm⁻². mn⁻¹. On peut penser soit que la transpiration cuticulaire augmente avec l'âge des feuilles, soit que les stomates perdent de leur efficacité et dans ce cas le palier correspond à la transpiration cuticulaire à laquelle s'ajouterait une transpiration stomatique réduite par suite d'une fermeture incomplète des stomates.

Pour les feuilles de 1965, les mouvements stomatiques sont très faibles et souvent même inexistantes.

Il semble donc que la réponse des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* aux conditions climatiques externes diffère selon l'âge de

celles-ci. Pour les feuilles apparues la même année, il faut nécessairement différencier la croissance de printemps de celle d'automne. Les mouvements stomatiques, au fur et à mesure que les feuilles vieillissent, perdent de leur efficacité.



Graphique 9

CONCLUSIONS

Les rameaux d'*Eucalyptus camaldulensis* ne présentant pas d'arrêt de croissance qu'en conditions extérieures défavorables, cette espèce forme en Tunisie du Nord des feuilles du printemps à l'automne, avec ralentissement plus ou moins marqué en période sèche estivale. Ces feuilles persistent jusqu'à la troisième année. Cette double diversité de la période de croissance et de l'âge nous a conduit à rechercher son influence sur la morphologie et la résistance à la transpiration.

Tandis que les dimensions des feuilles de même âge peuvent varier lorsqu'elles se sont développées en conditions extérieures défavorables, les rapports morphométriques étudiés (rapports longueur — largeur et surface — matière sèche, demeurent constants. Les réactions de transpiration des feuilles coupées en conditions expérimentales contrôlées subissent par contre une évolution importante avec l'âge : les feuilles en croissance ont une déshydratation rapide sans régulation stomatique apparente; les feuilles adultes voient leur vitesse maximale de transpiration se réaliser pour des déficits internes de plus en plus élevés, de même que l'établissement de la transpiration uniforme, de nature essentiellement cuticulaire, qui est plus élevée pour les feuilles âgées de deux ou trois ans. Il s'en suit que la marche de la déshydratation diffère sensiblement selon l'âge des feuilles, celle-ci étant d'abord plus rapide chez les jeunes feuilles de l'année, puis chez les feuilles âgées. Ainsi, en conditions de faible déficit hydrique interne, qui paraît se maintenir dans les conditions in situ des plantations d'*Eucalyptus camaldulensis*, les feuilles jeunes seraient les principales consommatrices d'eau.

RESUME

En Tunisie, l'introduction récente des eucalyptus pose de nombreux problèmes aux écologistes et aux forestiers. Pays caractérisé par une saison sèche s'étalant sur plusieurs mois, l'adaptation des espèces introduites y dépend largement de leur résistance à la sécheresse. Le facteur hydrique détermine dans une grande mesure leurs possibilités de croissance et de développement.

Avant d'étudier sur le terrain, dans un arboretum situé au Nord-Est du pays, le cycle de l'eau chez l'*Eucalyptus camaldulensis*, des études préliminaires se sont avérées nécessaires afin de déterminer l'échantillonnage foliaire sur lequel porteront les mesures de transpiration et de déficit hydrique. Le présent travail montre l'homogénéité, du point de vue morphologique, des feuilles ayant une position déterminée sur des rameaux de la même année, ainsi que l'ho-

mogénéité des réponses stomatiques pour les six premières feuilles des rameaux, d'un an. Pour les suivantes, un phénomène de vieillissement retarde d'abord ces réponses, puis atténue de plus en plus les mouvements stomatiques qui n'existent pratiquement plus chez les feuilles de deux ans.

Des relations linéaires simples permettent, à partir des seules mesures de la longueur et de la largeur du limbe, de déterminer à chaque instant la surface et le poids de matière sèche, facilitant ainsi grandement toute mesure de la croissance.

SUMMARY

The late introduction of eucalyptus in Tunisia raises many ecological problems. On account of a very long and hot summer, without rainfall, the resistance toward drough is largely contributing to the adaptation of imported species. The hydric factor is of great importance for growth and development.

Before studying in the field the water cycle on *Eucalyptus camaldulensis*, the sampling method to obtain data on leaves transpiration and water deficit was to be first improved. It is pointed out that leaves of same rank are morphologically homogeneous and also that stomata's acting is identical for the the six first leaves in the one-year twigs. The older leaves are showing a senescence behaviour delaying and diminishing stomata's motions.

The growth measurement is made easier by using linear correlations between the leaves length and width and their surface and dry weight.

BIBLIOGRAPHIE

- BARRS H.D. and WEATHERLEY P.E. (1962). — A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water déficit in leaves. *Aust. J. Biol. Sci.* vol 15.
- CATSKY J. (1959). — The role played by growth in the determination of water deficit in plants. *Biol. Plant.* vol 1. pp 277-286.
- ECKARDT F.E. (1960). — Ecophysiological mesuring techniques applied to research on water relations in plants in arid and semi-arid regions. *Recherche sur la zone aride.* UNESCO (15) pp 139-165.
- EHLER W.L.; VAN BAVEL CH. M. and NAKAYANA F.S. (1966). — Transpiration, water absorption and internal water balance of cotton plants as affected by light and changes in saturation deficit. *Plant. physiology.* vol 41 (1) pp 71-4
- FRANCO C.M. y INFORZATO R. (1967). — Transpiração de *Eucalyptus saligna* Sm. em condições de cultura. *ytion* 24 (1) pp 35-41.
- HEATH O.V.S. (1956). — The water relation and mechanisms of stomata. *Plant. physiology. A treatise*, II, pp 193-250. Acad. Press, New York.
- JACOBS M.R. (1955). — Growth habits of the eucalyptus. Forestry and timber bureau. Departement of interior. Canberra.
- KRAMER P.J. and KOZLOWSKI T.T. (1960). — *Physiology of trees.* Mc Graw Hill Book Company Inc. New York London.
- LARCHER W. (1960). — Transpiration and photosynthesis of detached leaves and shoot of *quercus pubescens* and *quercus ilex* during dessication under standard conditions. *Bull. Res. Counc. of Israel. D. Bot.* 8 pp 213-223.
- LEBRUN J. (1962). — Sur quelques paramètres foliaires par rapport à leurs propriétés hydriques chez diverses espèces du genre *Coffea* L. *Bull. Ac. Roy. de Belgique.* vol 10.
- LEMEE G. (1956). — Aspects écologiques de la régulation stomatique de la transpiration. *Bull. Soc. Franç. Physiol. vég.* vol 2 pp 29-37.
- MILTHORPE F.L. (1959). — Plants factors involved in transpiration. Symposium UNESCO Madrid.
- DE PARCEVAUX S. (1964). — Transpiration et production de matière sèche. L'eau et la production végétale. *Inst. Nat. Rech. Agro.*
- PARKER J. (1957). — The cut leaf method and estimation of diurnal trends in transpiration from different heights and sides of an oak and a pine. *Bot. Gaz.* 119 pp 93-101.
- PENOLDF A.R. and WILLIS J.L. (1961). *The Eucalyptus, botany, chemistry, cultivation and utilization.* Leonard Hill (book) ltd London.
- REYNDERS M. (1963). — Contribution à l'étude de l'eucalyptus au Rwanda et Burundi. *Bull. I.N.E.A.C.* vol 69.

- RINGOET A. (1952). — Recherches sur la transpiration et le bilan d'eau de quelques plantes tropicales. Publ. I.N.E.A.C. Série scientifique vol 56.
- RINGOET A.; MOLLE A.L. et MYTTENAERE C.O. (1963). — L'évapotranspiration et la croissance des végétaux dans le cadre du bilan énergétique. Bull. I.N.E.A.C. vol 92.
- SLATYER R.O. (1962). — Internal water relations of higher plants. Annu. Rev. Pl. Physiol. vol 13.
- SLATYER R.O. and BARRS H.D. (1965). — Modifications to the relative turgidity technique with notes on its significance as an index of the internal water status of leaves. Méthodologie de l'écophysiologie végétale. Actes du Colloque de Montpellier. UNESCO. pp 331-342.
- DE SLOOVER J.; LEBRUN J. et MARYNEN T. (1965). — Quelques paramètres foliaires liés au bilan d'eau des strates ligneuses de trois types de forêts belges. Bull. Ac. Roy. de Belgique. vol 6.
- STALFELT M.G. (1956). — Morphologie und Anatomie des Blattes als transpirationsorgan. Handbuch der Pflanzenphysiologie. III pp 324-340
- STALFELT M.G. (1956). — Die Kutikulare transpiration. Handbuch der Pflanzenphysiologie. III pp 341-350.
- STALFELT M.G. (1956). — Transpiration stomatique et physiologie des stomates. Handbuch der Pflanzenphysiologie III pp 351-426.
- STALFELT M.G. (1965). — The stomata as a hydrophotic regulation of the water deficit of the plant. Physiol. Plant. vol 8 pp 572-593.
- Station de recherches forestières (République Tunisienne) 1960. Fiches de détermination des Eucalyptus.
- STOCKER O. (1956). — Messmethoden der transpiration. Handbuch der Pflanzenphysiologie. III pp 293-311.
- WEATHERLEY P.E. (1950). — Studies in the water relations of the cotton plant. I. The field measurements of water deficit in leaves. New Phytol. Vol 49 pp 81-97.
-

Bst.

**ANNALES
DE L'INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHES FORESTIERES
DE TUNISIE**

—•—
Henri Poupon
—•—

**Premières études
des caractéristiques hydriques
des feuilles d'Eucalyptus camaldulensis
en Tunisie**

 Vol 1, Fasc. 3  1968 

I.N.R.F.T. — ARIANA (Tunisie)

BB
/ 3 2 6 9