

Recherches sur l'écophysiologie de *Pinus halepensis* Mill

Scarascia Mugnozza G.T.

Le pin d'Alep et le pin brutia dans la sylviculture méditerranéenne

Paris : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série Etudes; n. 1986-I

1986

pages 89-97

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI010855>

To cite this article / Pour citer cet article

Scarascia Mugnozza G.T. **Recherches sur l'écophysiologie de *Pinus halepensis* Mill.** *Le pin d'Alep et le pin brutia dans la sylviculture méditerranéenne.* Paris : CIHEAM, 1986. p. 89-97 (Options Méditerranéennes : Série Etudes; n. 1986-I)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Recherches sur l'écophysologie de *Pinus* *Halepensis* Mill.

G. Scarascia Mugnozza

*Institut de Biologie Forestière
Università de la Tuscia
Viterbo (ITALIA)*

Mots-clés : Amandier. Autocompatibilité.

RESUME

On a étudié l'évolution journalière du potentiel de sève, de la résistance foliaire et de la transpiration sur de jeunes plantes de *Pin d'Alep* dans deux pinèdes du promontoire du Gargano, en Italie du Sud, pendant la période végétative 1981-82.

En hiver et au printemps le potentiel de sève de base et la transpiration étaient élevés tandis que la résistance foliaire était réduite, dans les deux placettes expérimentales.

Au contraire, la situation se renverse en été et cette saison paraît comme la période de repos pour les semis de *Pin d'Alep*.

Les différences entre les deux localités, situées respectivement sur la côte septentrionale et sur celle méridionale du promontoire étaient élevées en été.

L'évolution journalière de l'activité stomatique a montré, en hiver et au printemps, une réduction de l'ouverture stomatique vers 13 heures, dans les deux localités ; en été le comportement était tout à fait différent surtout dans la placette de la côte méridionale du Gargano parce que, avec un potentiel de sève de base de -26 ± 1.59 bars, les stomates restaient fermés pendant toute la journée.

On conclut en soulignant l'importance de ces études pour la détermination des potentialités hydriques des stations en milieu méditerranéen.

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL INFLUENCES ON WATER RELATIONS
OF ALEPPO PINE SEEDLINGS

Daytime variations in xylem pressure potential, diffusion resistance and transpiration of naturally regenerated *Aleppo pine* seedlings were determined at various times through the 1981-82 growing season in two different sites on the Gargano promontory, Southern Italy.

In winter and spring pre-dawn xylem pressure potential and transpiration were high and diffusion resistance low, in both the experimental sites. On the contrary, the data collected in summer were significantly different from the previous ones and this season seems to be the rest period for *Aleppo pine* seedlings.

The differences between the two sites, one located on the north site of the promontory and the other on the southern one, were very high in summer.

As far as stomatal activity is concerned, a midday stomatal closure starting at 1 p.m. was observed in winter and spring, in both sites. However, in summer, on the southern experimental site the predawn xylem pressure potential was -26 ± 1.59 bars and stomata didn't open at all through the all day.

The usefulness of such researches to evaluate the site potentialities in the mediterranean environment has been underlined.

INTRODUCTION

La régénération naturelle des pinèdes et le reboisement des sols dégradés et dépourvus de couverture forestière sont les problèmes le plus souvent rencontrés par les forestiers des Pays méditerranéens qui s'occupent de cette précieuse essence.

Pour la solution de ces difficultés il est avantageux de recourir aussi aux recherches écophysiologiques en relation avec des facteurs de l'environnement tels que l'eau et la radiation solaire.

Ceux-ci sont, en effet, les facteurs qui plus que les autres influencent la régénération naturelle du *Pin d'Alep* et le succès des nouvelles plantations.

Dans le domaine des recherches visant à évaluer les potentialités de la régénération naturelle dans des pinèdes à *Pin d'Alep* des Pouilles en Italie, on a entamé des études sur les relations hydriques de cette espèce, en ambiance contrôlée et naturelle.

RESISTANCE A LA SECHERESSE

D'abord on a essayé d'évaluer la résistance au déficit hydrique dans des semis de *Pin d'Alep* de deux ans élevés en conditions contrôlées, et d'établir la réponse de la transpiration à la sécheresse.

Trois-cents semis de provenance italienne, élevés en motte ont été préparés de façon à éliminer l'évaporation par le sol et ont été soumis à deux régimes hydriques différents.

Dans le premier cas l'irrigation était effectuée deux fois par semaine pour maintenir le sol à la capacité de rétention qui avait été estimée par la courbe hydrologique.

Le deuxième groupe, par contre, avait été privé de l'irrigation après un large arrosage.

L'évaluation des conditions hydriques des semis a été effectuée par le potentiel de sève mesuré avec une chambre à pression (Scholander et al., 1965) tandis que les valeurs de transpiration ont été obtenues par la méthode gravimétrique.

L'effet du déficit hydrique sur la transpiration des semis a été soudain et rapide ; elle a décliné au 15% de la valeur initiale dans six jours, tandis que le potentiel de sève approchait $-20, -25$ bars.

La liaison entre la transpiration et le potentiel hydrique du sol a montré un coefficient de corrélation de 0.94.

Dans les semis maintenus à la capacité de rétention la transpiration, par contre, restait 5-10 fois plus large que celle des plantes soumises à la sécheresse.

La capacité de résistance au stress hydrique par les semis a été élevée en correspondance d'une valeur d'humidité du sol du 11.5% du poids sec, beaucoup plus bas du point de flétrissement, estimé autour du 15%.

Le point critique en correspondance duquel la mortalité des plantes était supérieure au 50% est atteint par une humidité du sol du 11.2% et pour des potentiels de sève inférieurs, en moyenne, à -49 bars.

Ces valeurs sont tout à fait comparables avec celles observées par Scholander et al. (1965) dans des plantes arbustives et forestières caractérisant les environnements qui présentent des stress hydriques très élevés comme les littoraux et les déserts.

De plus, c'est important de souligner la variabilité individuelle de la réponse au stress par les semis : quelques-uns en effet, sont encore vitaux après quelques jours à potentiel de sève inférieur à -67 bars ; cette haute variabilité individuelle pourrait être mieux étudiée pour en tirer un avantage dans des programmes de sélection et d'amélioration génétique.

INFLUENCE DES CONDITIONS HYDRIQUES ET DU CLIMAT SUR DES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES

Méthodologie expérimentale

Après avoir étudié le comportement hydrique des semis en milieu contrôlé, on a essayé de le vérifier en pinède, dans l'environnement naturel ; à cette fin on a choisi deux stations situées sur les versants nord et sud-est du promontoire du Gargano dans les Pouilles (Italie). Tous les deux sont couverts par des pinèdes à *Pin d'Alep* où une régénération plus ou moins abondante s'est établie après le passage du feu, il y a à peu près dix ans.

On a suivi l'évolution journalière de la résistance foliaire à la diffusion de la vapeur d'eau (R_f), de la transpiration (Tr) et du potentiel de sève (P) avec des mesures effectuées toutes les 2-3 heures dès l'aube jusqu'au coucher du soleil, en trois différentes saisons de l'année.

La valeur de P mesuré en fin de nuit, dit potentiel de base (BP), représente le niveau hydrique le plus haut atteint par la plante, pendant la journée, et une estimation de l'humidité du sol (Ritchie et Hinckley, 1975).

Le potentiel hydrique passe par un minimum (P_{min}) qui se produit durant les heures les plus ensoleillées de la journée.

L'écart DP entre ces deux valeurs extrêmes décroît avec la sécheresse en relation avec la réduction des échanges gazeux des semis.

P , R_f et Tr ont été mesurés sur des rameaux de l'année dans la partie supérieure et ensoleillée des cimes de cinq différents semis et on a relevé le diamètre des aiguilles utilisées, pour normaliser les mesures de résistance foliaire et de transpiration.

Les conditions climatiques qui règnent lors des mesures température et humidité de l'air, radiation solaire ainsi que vitesse du vent ont été systématiquement relevées. Les deux premiers paramètres ont été utilisés aussi pour calculer le déficit de pression de va-

peur (VPD) qui représente un important indice du pouvoir évaporant de l'air.

Enfin, pour évaluer quelques composantes du potentiel hydrique des semis et, en particulier, le potentiel osmotique à saturation et le potentiel hydrique à la perte de la turgescence, on a établi des courbes pression-volume selon la méthodologie suivante (Hinckley et al., 1980) : avec une chambre à pression on mesure le potentiel de sève sur un rameau qui a été préalablement saturé en conditions hydriques optimales ayant soin de mesurer le poids humide avant et après chaque lecture du potentiel de sève.

On a répété ces mesures plusieurs fois sur le même échantillon, en le laissant transpirer, entre une lecture de potentiel et la suivante, au-dehors de la chambre à pression.

La montée et la réduction de la pression à l'intérieur de l'instrument se réalisent à des vitesses très basses, inférieures à 0.001 bars/sec.

Enfin, lorsqu'on atteint une valeur très basse du potentiel de sève, -30 , -40 bars l'échantillon est mis en étuve pour la détermination du poids sec.

RESULTATS

1. Variations du potentiel de sève.

L'analyse de la variance, effectuée sur les données de BP , P_{min} et DP montre que l'interaction parmi les stations expérimentales et les périodes de mesure ont un effet hautement significatif sur la variabilité totale des données ; l'effet des périodes de mesure, au contraire, est significatif seulement pour le potentiel minimum.

Dans la station septentrionale aux mois d'août et d'avril, BP était plus haute, c'est-à-dire moins négative, que dans celle sud-orientale ; seulement dans le mois de février on a constaté un comportement différent avec le potentiel de base plus haut dans l'autre versant.

Les valeurs du potentiel minimum ont été, au contraire, peu différentes entre les deux stations. Les écarts journaliers du potentiel de sève ont été, pour chaque période de mesure, supérieurs dans la station septentrionale.

Ici en février, avril et août, DP résulte égal, respectivement, à 107.5%, 161.3% et 85% des valeurs relatives du potentiel de base.

Dans la station sud-orientale les valeurs de l'écart journalier ont été en février, avril et août du 101.5%, 125% et 24.6% des valeurs relatives de BP ; de plus, dans la période estivale les différences parmi les deux localités ont été statistiquement significatives.

En ce qui concerne les variations du potentiel de sève

parmi les périodes de mesure on peut observer des différences élevées pour BP, P min et DP parmi les mois d'août et ceux de février et d'avril, pour les deux stations ; pour le potentiel minimum les différences sont statistiquement significatives.

La variation de P pendant les journées dans lesquelles ont été effectués les relevés expérimentaux montre une progressive augmentation du déficit hydrique jusqu'à une valeur maximum qui est atteinte vers 12-14 heures ; ensuite les semis de Pin d'Alep semblent capables de réabsorber, au moins en partie, l'humidité perdue pendant la matinée.

Le mois d'août fait exception : en effet dans le versant septentrional, en été, P se maintient autour de valeurs très négatives et aussi pendant l'après-midi tandis que dans l'autre station l'évolution journalière du potentiel de sève est négligeable.

2. Variations de la résistance foliaire et de la transpiration.

Dans ce cas aussi il semble convenable de distinguer parmi les différents facteurs qui ont une influence sur la variabilité observée dans les données de résistance foliaire et de transpiration.

Tout d'abord, les stations jouent un rôle significatif parce que Rf résulte, dans toutes les périodes de mesure, inférieur au versant nord et au sud-est et Tr toujours supérieur.

De plus, dans les différentes périodes de mesure Rf est passée de valeurs très élevées au mois d'août, supérieures à 20 sec/cm et 100 sec/cm respectivement au nord et au sud-est, jusqu'à la valeur de 4 sec/cm en février et avril, dans les deux localités. Tr, d'autre part est passée de valeurs très basses dans la période de l'été, autour de $0.8 - 0.08 \mu \text{ g/cm}^2 \text{ sec}$, à environ $2 \mu \text{ g/cm}^2 \text{ sec}$ dans les deux stations en février et avril. En ce qui concerne l'évolution journalière de la résistance foliaire et de la transpiration dans le versant nord, au mois de février et d'avril, Rf a montré une augmentation dans les premières heures du matin jusqu'à 14 heures, quand elle atteignait la valeur de 5 sec/cm ; après elle descendait jusqu'à des valeurs très basses pour pousser enfin vers le soir. Tr, au contraire, augmentait continuellement pendant la journée jusqu'à 13 heures ($2 \text{ g/cm}^2 \text{ sec}$) ; après elle descendait de nouveau en correspondance avec l'augmentation de Rf.

Dans la même station au mois d'août, Tr a suivi un comportement pareil aux autres mois mais la valeur la plus haute a été inférieure à $1 \mu \text{ g/cm}^2 \text{ sec}$; Rf, au contraire, a augmenté continuellement jusqu'à une valeur de 98 sec/cm ; on n'a pas observé en été la réduction de Rf qui se vérifiait en hiver et au printemps vers 11 heures.

Dans la station sud-orientale, en février, Rf a montré

un comportement indiquant des conditions hydriques favorables tandis qu'en avril on n'a observé aucune réduction de Rf vers 11 heures et le maximum a été de 7.93 sec/cm à 13 heures ; cette évolution peut être causée par un épuisement progressif des réserves en eau.

A son tour Tr a présenté au printemps une valeur maximum de $2.322 \mu \text{ g/cm}^2 \text{ sec}$ très tôt, à 10 heures, et après est descendu.

Enfin dans le mois d'août, au sud, Rf a montré des valeurs très élevées au dessus de la capacité de mesure de l'instrument ; c'est-à-dire qu'on n'a observé aucune variation journalière de Rf.

3. Effet des paramètres physiques sur les paramètres physiologiques.

Le déficit de pression de vapeur est un indice du pouvoir évaporant de l'atmosphère et représente un important facteur de l'environnement qui influe sur la transpiration et sur l'état hydrique des semis, en conditions d'alimentation hydrique satisfaisantes et de radiation solaire non-limitante.

Les corrélations de VPD avec la transpiration et avec le potentiel de sève expliquent, respectivement, le 50% et le 70% de la variabilité des données de Tr et de P aux mois de février et d'avril et sont, toutes les deux, hautement significatives.

La radiation solaire est un facteur limitant la transpiration pour des valeurs très basses d'énergie radiante, inférieures à 70 W/m^2 .

Dans cette recherche la résistance foliaire a été mesurée, de temps en temps, vers le matin et le soir ainsi lorsque la radiation solaire était inférieure à 70 W/m^2 Rf n'a pas montré de valeurs très élevées mais comprises entre 5 et 10 sec/cm.

Le comportement journalier de la température n'est pas de grande aide dans l'interprétation des variations journalières des paramètres physiologiques, parce que son effet est déjà compris dans le déficit de vapeur.

4. Influence du potentiel de sève sur la résistance foliaire et la transpiration.

Lorsque le potentiel de base est très négatif, comme il se vérifie dans la station sud-orientale au mois d'août (BP = -26 bars), on n'observe pas de réaction des semis à l'augmentation du pouvoir évaporant de l'air et de la radiation solaire durant les journées des mesures ; les stomates, en effet, restent fermés et ce comportement se reflète sur le faible écart journalier du potentiel de sève.

Tandis que le potentiel de base atteint les valeurs les plus hautes, autour de -8 bars, en février et en avril, dans les deux stations, les semis reprennent leur ac-

tivité physiologique plus ou moins normale caractérisée par de larges évolutions journalières de P, Rf et Tr.

On peut aussi voir que lorsque le potentiel de base approche environ -16 bars, comme dans la station septentrionale au mois d'août, Rf est 10 fois supérieure aux valeurs minimum mesurées pendant les autres saisons.

Enfin, aux mois de février et d'avril, lorsque P descend pendant les journées de mesure jusqu'à -16 bars, Rf commence à augmenter mais ne dépasse jamais 8 sec/cm.

CONCLUSIONS

Les recherches entreprises ont permis, d'abord, de préciser et de quantifier la résistance à la sécheresse et les relations hydriques dans le *Pin d'Alep*.

Les semis de cette essence ont montré une importante résistance à la sécheresse, comme on connaissait déjà d'autre part, mais aussi une large variabilité individuelle qui nous suggère de la vérifier aussi au niveau des provenances.

En conditions naturelles, dans les pinèdes que nous avons étudiées, le potentiel de sève est presque toujours supérieur aux valeurs critiques de dessèchement ; c'est pour ça qu'on pense que l'eau ne représente pas le facteur limitant la régénération.

En effet dans les pinèdes adultes l'éclaircissement semble jouer un rôle plus important pour le succès de la régénération.

D'autre part les échanges de vapeur d'eau des semis vers l'atmosphère sont considérablement influencés par les disponibilités hydriques du sol et, le même effet se reflète sur les autres processus physiologiques comme la photosynthèse et l'accroissement.

C'est-à-dire que l'été représente la véritable saison de repos pour la végétation méditerranéenne comme on a observé sur le Gargano, bien qu'il existe des différences très fortes entre les stations.

Plusieurs auteurs pensent que la capacité des arbres de résister à la sécheresse dépend du degré de contrôle de l'activité des stomates.

En effet, tandis que dans les différentes espèces du genre *Pinus* les stomates bloquent la transpiration à des valeurs de potentiel de sève comprises entre -14 et -17 bars, dans le sapin (p.ex. *Abies grandis*) ou encore dans les chênes, les stomates restent ouverts jusqu'à des valeurs très basses autour de -25, -30 bars.

Le *Pin d'Alep* a montré un fort contrôle de l'activité stomatique avec une sensible augmentation de la résistance foliaire (10 fois) à partir de -16 bars de potentiel de base.

En tout cas la transpiration ne devient presque nulle qu'à des potentiels de base de -20, -25 bars ; en effet, en correspondance de ces valeurs, l'écart journalier est réduit, autour de 6 bars, et approche la valeur critique de 4 bars estimée comme l'indice de transpiration nulle par Aussenac et Valette (1982).

Il est intéressant de remarquer que les courbes pression-volume donnent des valeurs de perte de la turgescence à -22 bars, qui sont très proches aux potentiels de base correspondants aux stomates fermés.

Les données montrent, enfin, que dans la station septentrionale du Gargano, pendant l'été, le potentiel de base est plus haut du point à turgescence nulle ; le contraire se vérifie dans le versant sud-oriental et ça a beaucoup de conséquences sur l'activité photosynthétique et d'accroissement des semis.

Tableau 1

Potentiels de base, potentiels minimum et écart entre les deux pour les stations forestières étudiées. Le test de Duncan et le t de Student employés sont au 5% de probabilités.

	Août		Février		Avril	
	S. Nord	S. Sud-Est	S. Nord	S. Sud-Est	S. Nord	S. Sud-Est
BP (bar)	-16.3±2.12ab	-26 ±1.59b	- 8 ±1.02a	- 6.6±1 a	- 7.5±1.35a	- 8.4±1.3 a
P min (bar)	-30.1±0.86c	-32.4±1.25c	-16.6±1.46ab	-13.3±1.59a	-19.6±1,68b	-18.9±3.13ab
DP (bar)	13.8±2.1 b	6.4±0.98a	8.6±1.38ab	6.7±1.72a	12.1±1.77ab	10.5±2.95ab

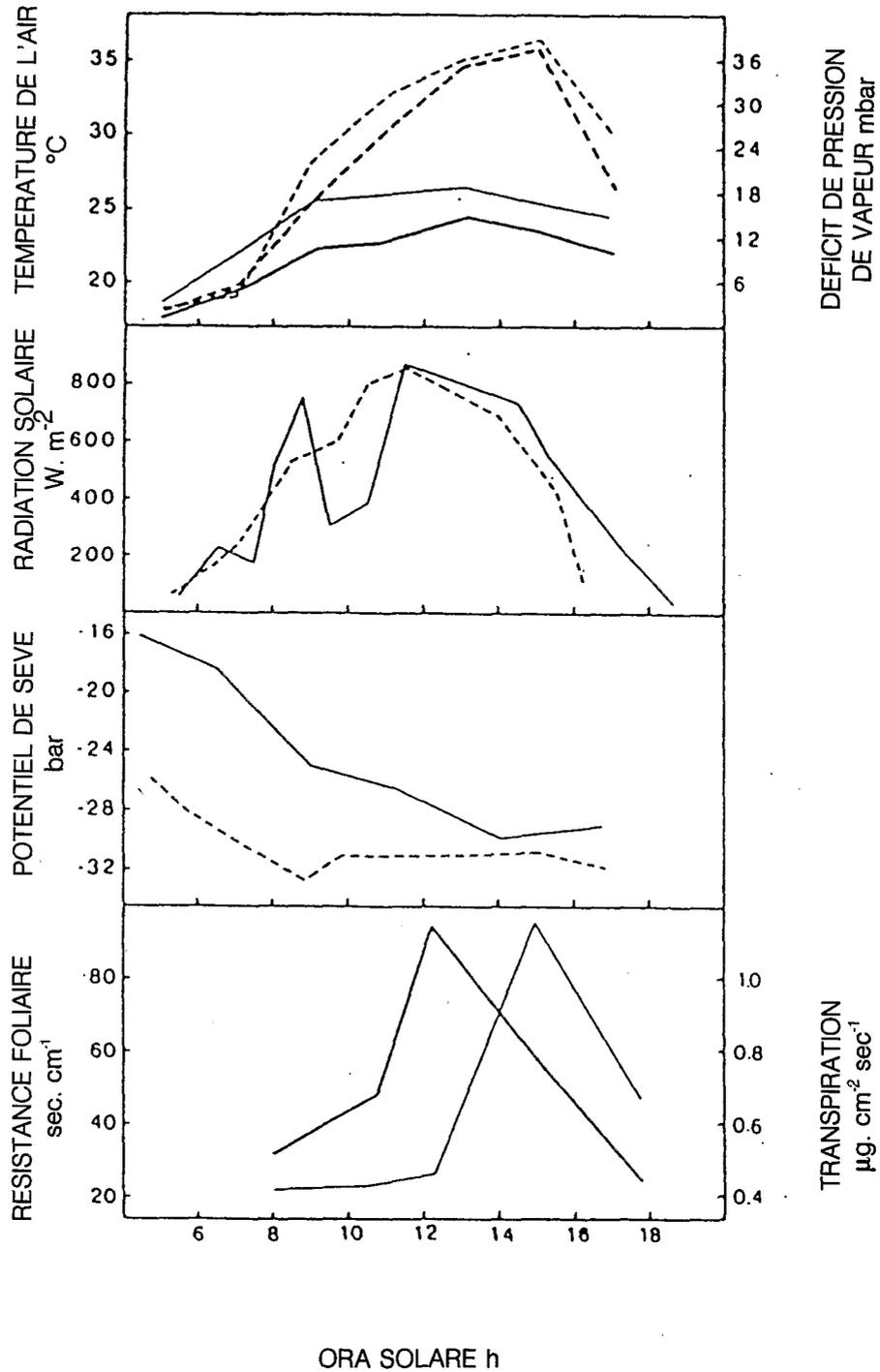


Figure 1. Evolution journalière du potentiel de sève, de la transpiration, de la résistance foliaire et d'autres facteurs climatiques, au mois d'août. Les lignes droites correspondent à la station septentrionale et celles brisées à la station méridionale. Les traits fins sont relatifs aux paramètres de gauche.

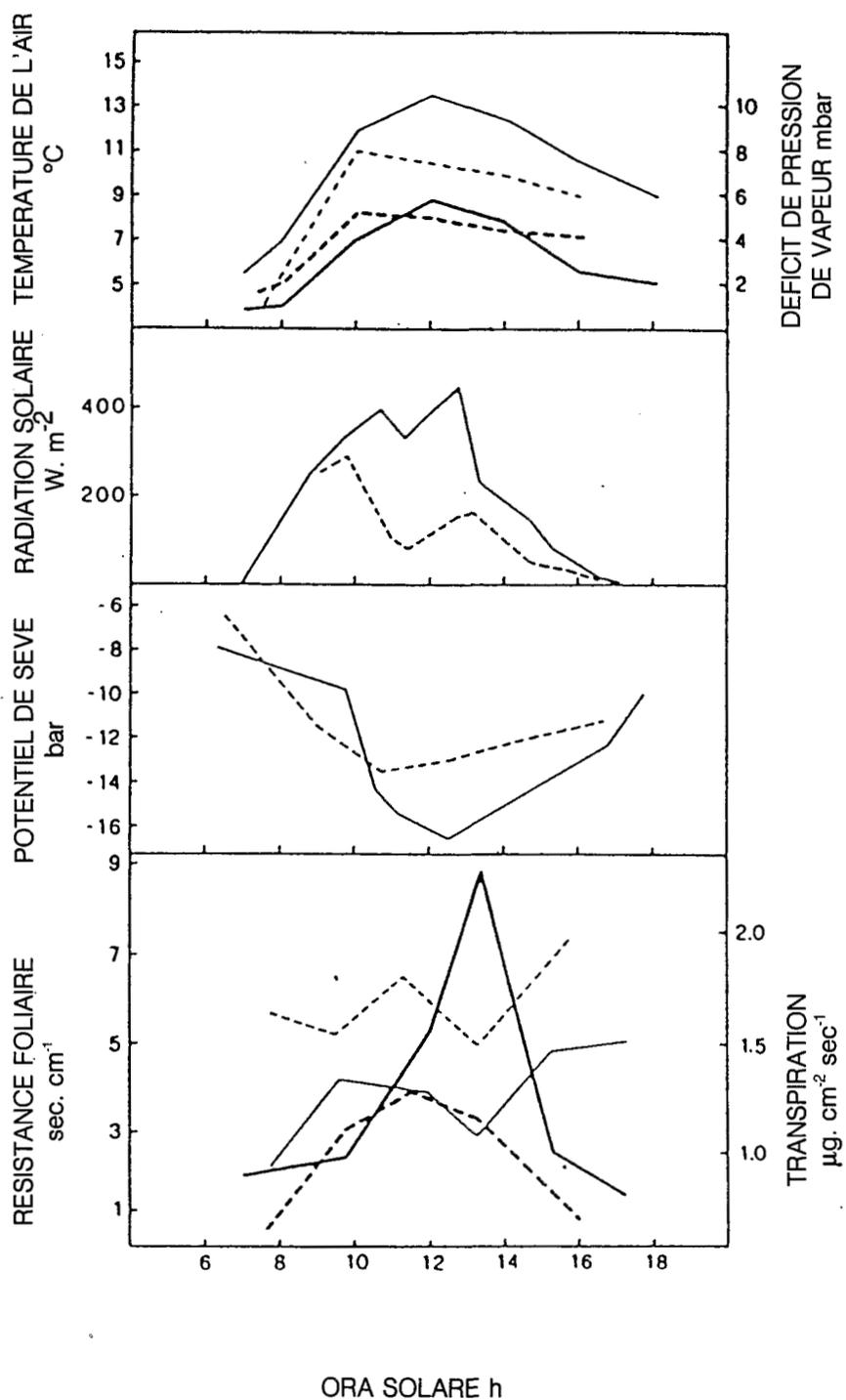


Figure 2. Evolution journalière du potentiel de sève, de la transpiration, de la résistance foliaire et d'autres facteurs climatiques, au mois de février. Les lignes droites correspondent à la station septentrionale et celles brisées à la station méridionale. Les traits fins sont relatifs aux paramètres de gauche.

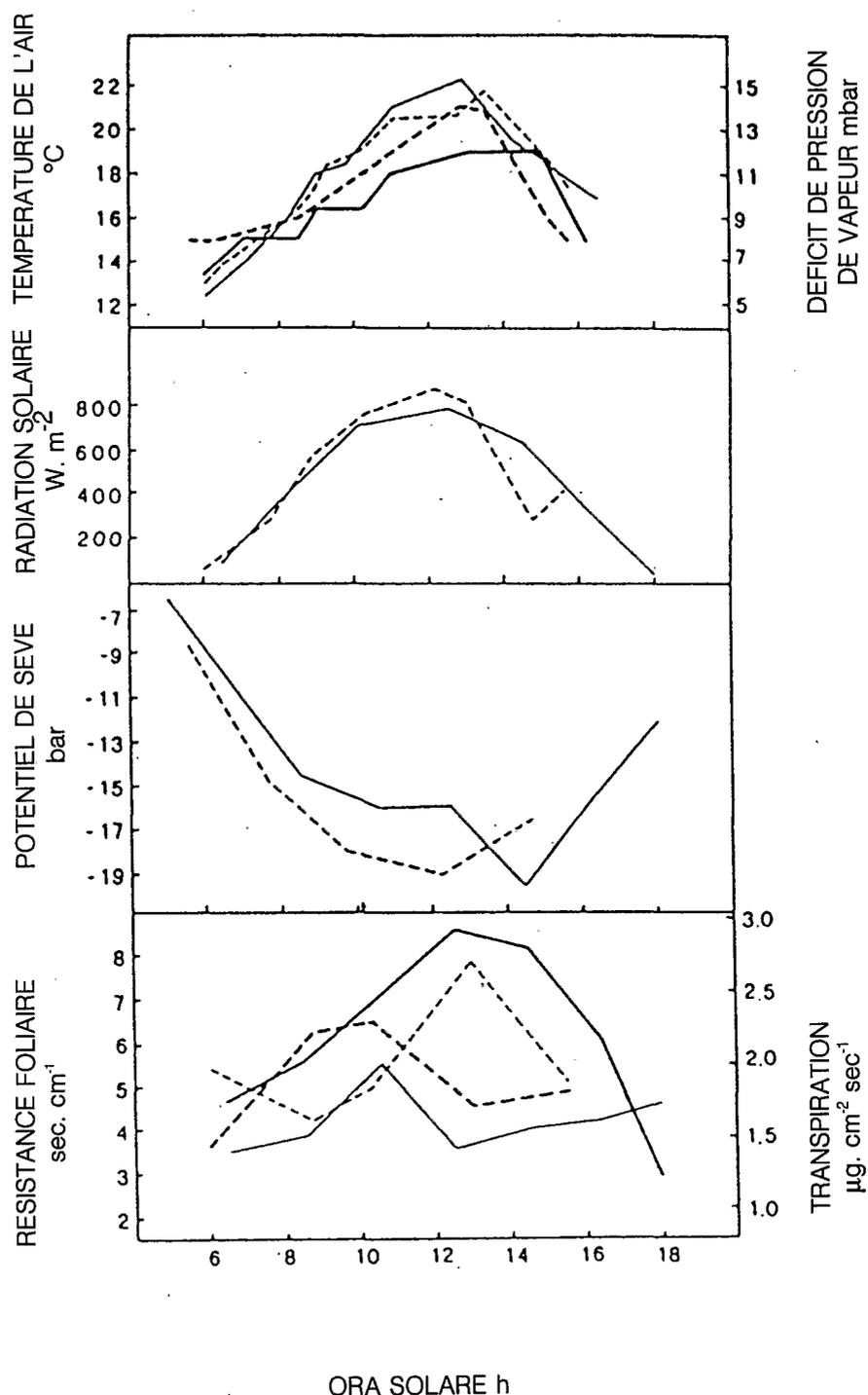


Figure 3. Evolution journalière du potentiel de sève, de la transpiration, de la résistance foliaire et d'autres facteurs climatiques, au mois d'avril. Les lignes droites correspondent à la station septentrionale et celles brisées à la station méridionale. Les traits fins sont relatifs aux paramètres de gauche.

BIBLIOGRAPHIE

- RITCHIE et HINCKLEY, 1975 ; *The pressure chamber as an instrument for ecological research*. *Adv. Ecol. Res.*, 9 : 165-254.
- HINCKLEY et al., 1980 ; *Water relations of drought hardy shrubs : osmopotential and stomatal reactivity*. *Plant, Cell Environ*, 3 : 131-140.
- SCHOLANDER et al., 1965 ; *Sap pressure in vascular plants*. *Science*, 148 : 339-346.
- AUSSENAC et VALETTE, 1982 ; *Comportement hydrique estival de Cedrus atlantica Manetti, Quercus ilex L. et Quercus pubescens Wild. et de divers pins dans le Mont Ventoux*. *Ann. Sci. For.*, 39 : 41-62.