

This article was downloaded by: [INIST DPSI Aire Geographique 1]  
On: 22 May 2015, At: 03:58  
Publisher: Taylor & Francis  
Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954  
Registered office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH,  
UK

## Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques

Publication details, including instructions for authors  
and subscription information:

<http://www.tandfonline.com/loi/tabg18>

### Sécheresse réelle et sécheresse calculée

Serge Rambal<sup>a</sup>

<sup>a</sup> C.E.P.E.—C.N.R.S., B.P. 5051 34033 Montpellier  
Cédex France

Published online: 10 Jul 2014.

To cite this article: Serge Rambal (1984) Sécheresse réelle et sécheresse calculée,  
Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques, 131:2-4, 295-301,  
DOI: [10.1080/01811789.1984.10826669](https://doi.org/10.1080/01811789.1984.10826669)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/01811789.1984.10826669>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Taylor & Francis makes every effort to ensure the accuracy of all the information (the "Content") contained in the publications on our platform. However, Taylor & Francis, our agents, and our licensors make no representations or warranties whatsoever as to the accuracy, completeness, or suitability for any purpose of the Content. Any opinions and views expressed in this publication are the opinions and views of the authors, and are not the views of or endorsed by Taylor & Francis. The accuracy of the Content should not be relied upon and should be independently verified with primary sources of information. Taylor and Francis shall not be liable for any losses, actions, claims, proceedings, demands, costs, expenses, damages, and other liabilities whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with, in relation to or arising out of the use of the Content.

This article may be used for research, teaching, and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, redistribution, reselling, loan, sub-licensing, systematic supply, or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. Terms & Conditions of access and use can be found at <http://www.tandfonline.com/page/terms-and-conditions>

## Sécheresse réelle et sécheresse calculée

par Serge RAMBAL

C.E.P.E. - C.N.R.S., B.P. 5051 34033 Montpellier Cédex France

**Résumé.**— A partir d'observations d'ordre climatique, édaphique et physiologique, effectuées entre 1975 et 1981, sur une garrigue de *Quercus coccifera*, nous reconstituons par simulation la série chronologique du potentiel foliaire moyen journalier. A l'aide de l'analyse de sensibilité du modèle mis en œuvre, nous discutons de la notion de sécheresse réelle. Cette dernière est définie comme le nombre de jours, de la période de mise en place des jeunes feuilles, pendant lesquels la valeur absolue du potentiel foliaire dépasse un seuil. Les méthodes classiques d'évaluation de la sécheresse, à partir de données climatique, permettent de caractériser la sécheresse totale ; elles sont mal adaptées à l'estimation de la sécheresse réelle.

**Summary.**— From climatic, edaphic and physiologic measurements carried out between 1975 and 1981, on a *Quercus coccifera* evergreen scrub (garrigue), we rebuilt the time serie of the daily leaf potential by simulation. With the aid of the sensibility analysis of the proposed model, we discuss the concept of the actual drought. This latter represents the number of days of the young leaf development period during which the absolute value of the leaf potential remains above a fixed threshold. The usual methods to assess the drought, from climatic data, only allow for characterizing the total drought ; they do not fit well with the actual drought.

\*  
\*\*

La multiplicité des méthodes d'évaluation de la sécheresse à partir de données climatiques est révélatrice de la difficulté d'une telle entreprise. A travers ces méthodes, nous comparons l'apport d'eau des précipitations et une estimation plus ou moins pertinente de la demande évaporative de l'atmosphère. C'est-à-dire que nous cherchons à estimer l'état hydrique d'un hypothétique réservoir-sol. Un état sec est défini lorsque le niveau de ce réservoir descend au-dessous d'un seuil arbitraire.

Il apparaît, à la lumière des travaux de nombreux auteurs à la suite de ceux de Philip (1957) et de Gardner (1960), que les relations mises en jeu dans le transfert de l'eau dans le système sol-plante sont de nature dynamique. L'état hydrique de la végétation ne dépend pas seulement de l'état hydrique du sol mais aussi de la demande évaporative de son environnement. Il faut donc chercher directement au niveau de la plante un paramètre permettant de caractériser l'état sec. Le potentiel hydrique foliaire, de par ses implications évidentes au niveau des transferts hydriques, mais aussi de par son rôle déterminant dans la fixation du carbone, semble adéquat (Waring et Cleary, 1967 ; Hickman, 1970 ; Ritchie et Hinckley, 1975). Un tel choix n'est pas sans inconvénients, car seules des observations périodiques du potentiel hydrique foliaire sont techniquement réalisables. De ce fait, il est nécessaire, dans un premier temps, de reconstituer son évolution à partir des données climatiques. Ensuite, sur cette série chronologique de

discuter de la notion de sécheresse réelle. Et enfin, de tester la compatibilité de ces résultats avec ceux des approches classiques.

### SIMULATION DU POTENTIEL HYDRIQUE FOLIAIRE

Nous avons utilisé les informations acquises, pendant la période 1975 - 1981, sur une garrigue dense de *Quercus coccifera*. Le choix de cette formation végétale, indépendamment des superficies qu'elle couvre dans le Sud de la France, a été dicté par l'importance des données disponibles. Ces données sont d'ordre :

- climatique : précipitation et évapotranspiration potentielle journalière ;
- édaphique : stock en eau du sol ;
- physiologique : quelques cinétiques journalières du potentiel hydrique foliaire, en 1980 et 1981.

Le modèle utilisé pour simuler l'évolution du potentiel hydrique foliaire a été décrit dans Rambal (1981). Son diagramme de flux est présenté figure 1. Dans ce modèle, nous ne prenons en compte qu'une strate de sol dont la profondeur est celle du système racinaire. Son état hydrique est caractérisé par la teneur en eau. Cette variable est reliée au potentiel matriciel et à la conductivité hydraulique en faisant l'hypothèse que le milieu poreux peut être représenté par un assemblage de capillaires. Les transferts d'eau dans le système sol- plante sont tels que la quantité d'eau extraite du sol est égale à celle qui est évapotranspirée par le couvert végétal. La conductance du couvert est fonction du potentiel hydrique foliaire moyen journalier (figure 2). A chaque pas de temps, la plante ajuste ce potentiel de manière à égaliser évapotranspiration et extraction racinaire.

Lorsque ce potentiel s'annule, l'évapotranspiration réelle tend vers sa valeur maximale. Cette dernière est définie à partir de l'évapotranspiration potentielle et de l'indice foliaire du couvert végétal, en accord avec les résultats de la bibliographie (voir par exemple Anderson, 1981). Le modèle fonctionne sur un pas de temps journalier qui correspond à celui des 2 variables d'entrées : les précipitations et l'évapotranspiration potentielle. La figure 3 compare le potentiel hydrique foliaire moyen journalier simulé et les observations de potentiel maximal, effectuées à la chambre à pression en 1980 et 1981. La capacité du modèle à simuler l'état hydrique du sol (Rambal, 1981) se vérifie également au niveau de l'état hydrique du couvert végétal.

### A PROPOS DE LA SÉCHERESSE RÉELLE

Dans un premier temps, nous retiendrons, comme critère d'évaluation de la sécheresse, le nombre de jours pendant lequel le potentiel hydrique foliaire moyen journalier dépasse, en valeur absolue, 9 bars. Ce seuil correspond à un potentiel maximal d'environ 35 bars. Cette dernière valeur est voisine du potentiel foliaire moyen pour lequel Duhme (1974) observe le début de la fermeture hydroactive des stomates du Chêne kermès. Le nombre de jours secs est de respectivement 8, 46, 0, 89, 98, 16 et 26 jours de 1975 à 1981. Les précipitations annuelles correspondantes atteignent 713, 1437, 1013, 812, 1050, 632 et 686 mm. Observons au passage que le module pluviométrique annuel est indépendant du nombre de jours secs. Il est illusoire de l'utiliser comme indice de sécheresse. L'analyse de sensibilité du modèle nous permet de situer le rôle respectif de l'indice foliaire et de la conductance du couvert dans la réalisation de la sécheresse. Nous avons tout d'abord envisagé une diminution de l'indice foliaire. Ce dernier passe de sa

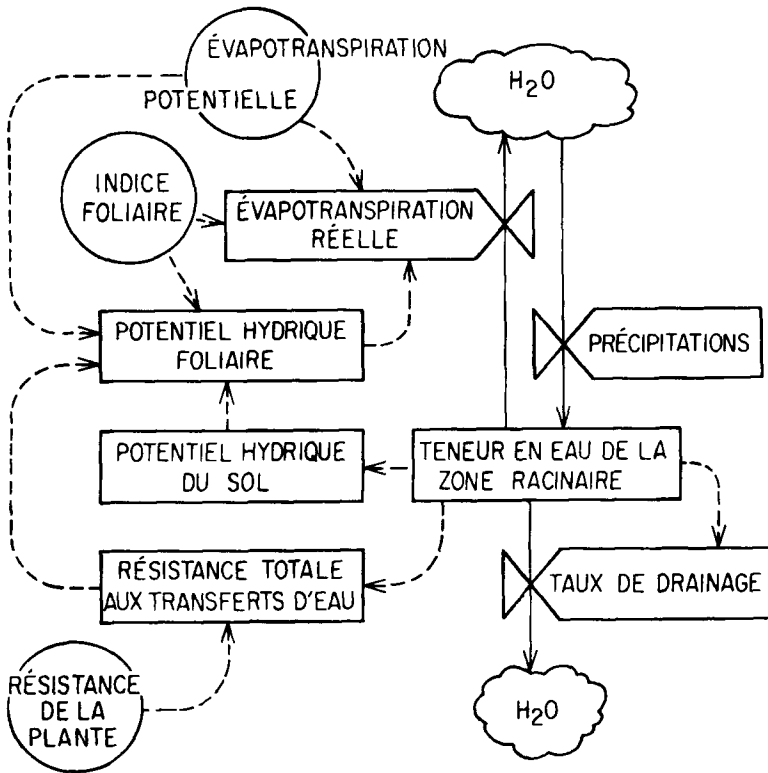


Fig. 1.— Diagramme de flux du modèle utilisé pour reconstituer la série chronologique du potentiel foliaire moyen journalier.

valeur initiale  $2,5 \text{ m}^2 \text{ feuille/m}^2 \text{ sol}$ , observée pour la formation végétale considérée, à 2 puis à 1,5. Lorsque l'indice foliaire est égal à 2, les années 1976, 1978 et 1979 restent des années sèches. Avec un indice foliaire de 1,5, seule l'année 1979, avec 19 jours de sécheresse, est une année sèche (figure 4a). Cette réduction de l'indice foliaire, tout en diminuant les risques de sécheresse, conduit à une ouverture de la végétation qui libère l'espace nécessaire à l'installation de nouvelles espèces. Une telle réduction ne va pas dans le sens des travaux de Miller (1981). Pour ce dernier, l'indice foliaire se maintient à sa valeur optimale dans une large plage de précipitation. Sa borne inférieure correspond approximativement au module annuel de précipitation pour lequel le drainage, au delà de la zone racinaire, est nul. Dans notre étude, elle se situe entre 500 et 600 mm (Rambal, 1984). Lorsque l'on modifie la conductance du couvert, en utilisant les relations présentées dans la figure 2, une augmentation de la conductance accroît les risques de sécheresse, une diminution permet d'annuler ces risques (figure 4 b). Dans ce dernier cas, le Chêne kermès perd sa compétitivité hydrique en consommant l'eau du sol moins rapidement que d'autres espèces. Plutôt que de s'interroger sur une stratégie qui conduit à un déficit hydrique 6 années sur 7, il semble nécessaire de revoir notre critère d'évaluation de la sécheresse. Des observations phénologiques de Le Floch (1981) et Shobani-Nejad (1982) situent, en avril, le débourrement du Chêne kermès. La croissance

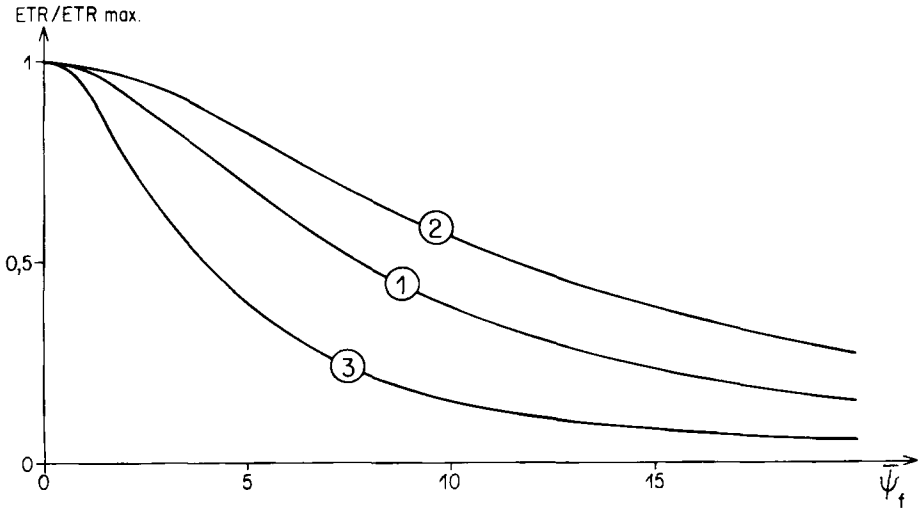


Fig. 2.— Exemples de relations entre la conductance du couvert, exprimée en pourcentage de sa conductance maximale, et la valeur absolue du potentiel foliaire moyen journalier. La relation 1 est utilisée pour la simulation, les relations 2 et 3 sont utilisées pour l'analyse de sensibilité.

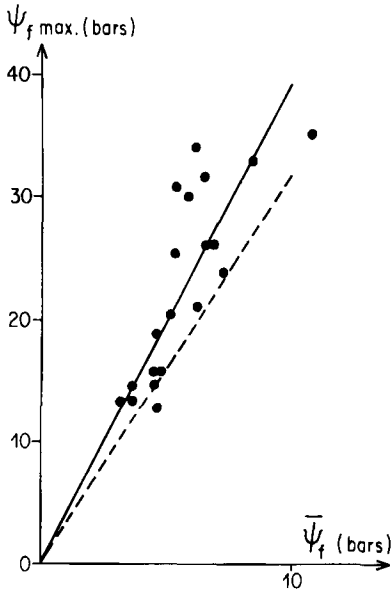


Fig. 3.— Relation entre le potentiel foliaire moyen journalier simulé par le modèle et des valeurs expérimentales du potentiel maximal. La droite en tirets est la droite théorique que l'on obtient en faisant l'hypothèse que les cinétiques journalières du potentiel foliaire sont sinusoïdales et de durée 0,5 j.

des jeunes feuilles se termine en juillet. Cette période est une période de plus grande sensibilité aux stress hydriques. Le nombre de jours secs correspondant n'est plus que de 0,3, 0, 0, 30, 2 et 0 de 1975 à 1981. Ces valeurs sont fortement dépendantes de la hauteur des précipitations de la période mai-juillet. Ces dernières sont respectivement de 178, 97, 317, 149, 67, 99 et 184 mm. Elles appartiennent à une distribution log-normale de médiane 133 mm et de mode 106 mm. Si nous considérons que 10 jours de

sécheresse est une défaillance admissible. Ce nombre de jour correspond à une hauteur de précipitation, d'environ 80 mm, dont la probabilité de non-dépassement est de 0,14 et la période de retour de 7 ans.

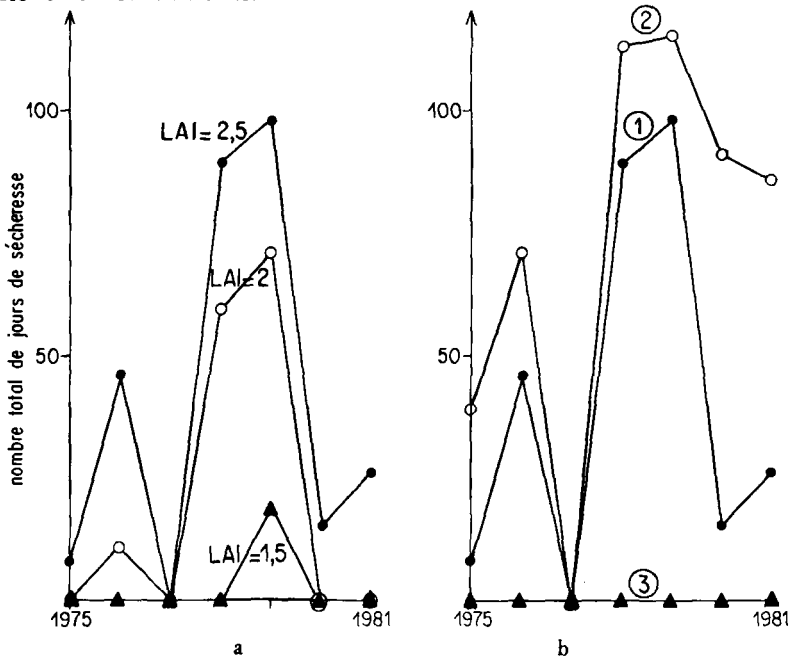


Fig. 4.— Analyse de sensibilité du modèle : (a) rôle de l'indice foliaire (LAI= «Leaf Area Index») sur la sécheresse totale, (b) rôle de la conductance du couvert (voir Fig. 2).

### LA SÉCHERESSE CALCULÉE

Nous calculons le bilan hydrique mensuel à l'aide d'un schéma numérique assez proche dans sa conception de celui de Thorthwaite. Deux modifications importantes sont à noter. L'une concerne l'évaluation de l'évapotranspiration potentielle. L'autre, celle de la réserve maximale en eau du sol. Nous utilisons l'ETP Penman car l'ETP calculée, à partir de la température de l'air, selon la formule de Thorthwaite est mal adaptée au climat méditerranéen. Elle sous-estime l'ETP de 40% de novembre à mai et de 25% pendant les mois d'été (Seguin, 1975). La réserve théorique maximale est fixée à 250 mm à partir des observations de stock en eau (Rambal, 1984). L'évapotranspiration réelle varie linéairement entre sa valeur maximale ETP, atteinte lorsque la réserve est maximale, et une valeur nulle atteinte lorsque la réserve est épuisée. La formulation du modèle se réduit à l'équation de récurrence suivante :

$$R(i+1) = \text{Min}(1 - \text{ETP}/250) R(i) + P, 250) \quad (i = 1, 12)$$

$i$  est le numéro du mois,  $R$  la réserve théorique en mm, ETP et  $P$  sont respectivement l'évapotranspiration potentielle mensuelle et les précipitations mensuelles, en mm. La simulation de ce modèle trivial conduit à l'évolution de la réserve théorique de la figure 5. Au niveau de la sécheresse totale, nous avons reporté dans le tableau 1, les mois dont la réserve descend en-dessous de 55 mm. Nous obtenons une classification des années identique à celle obtenue à partir du potentiel foliaire.

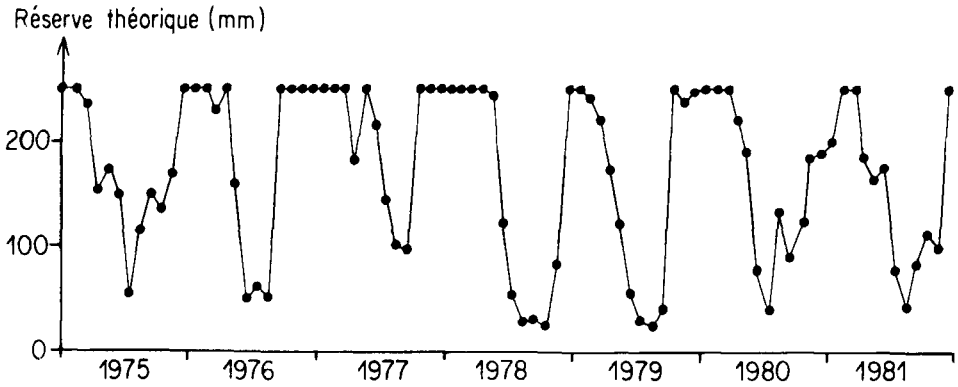


Fig. 5. — Evolution mensuelle de la réserve théorique

Tableau 1. — Mois dont la réserve théorique est inférieure à 55 mm

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Juin		X					
Juillet	X				X	X	
Août		X		X	X		X
Septembre				X	X		
Octobre				X			

Au niveau de la sécheresse réelle, c'est-à-dire de celle des mois de la période mai-juillet, seule les 2 premières lignes du tableau 1 sont à considérer. Les mois de juin 1976 et juillet 1975, 1979 et 1980 apparaissent comme des mois secs. Les réserves théoriques correspondantes sont de : 53, 54, 31 et 42 mm. Ces valeurs ne permettent pas de rendre compte avec exactitude de l'intensité de la sécheresse.

### CONCLUSIONS

Le nombre de jour pendant lequel le potentiel hydrique foliaire dépasse un seuil a été choisi comme estimateur de la sécheresse totale. Les estimations obtenues par cette approche sont assez voisines de celles que donnent les méthodes climatiques classiques, compte tenu d'une amélioration de la connaissance de la demande évaporative de l'atmosphère et de celle de la réserve théorique maximale du sol. Si l'on s'attache à apprécier la sécheresse réelle, cette dernière ne peut être définie que par rapport à la biologie de l'espèce considérée. Quel que soit le but poursuivi : évaluer la sécheresse totale ou bien la sécheresse réelle, les résultats obtenus reposent sur l'arbitraire du choix de seuils. Cet arbitraire ne peut être réduit que par un calibrage des méthodes sur des données expérimentales.



## BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON M.C., 1981.— The geometry of leaf distribution in some south-eastern australian forest. *Agric. Meteorol.*, 25 : 195 - 205.
- DUHME F., 1974.— Die Kennzeichnung der ökologischen Konstitution von Gehölzen im Hinblick auf den Wasserhaushalt. *Dissertationes botanicae* 28. 1 - 143.
- GARDNER W.R., 1960.— Dynamic aspects of water availability to plants. *Soil Sci.*, 89 : 63 - 73.
- HICKMAN J.C., 1970.— Seasonal course of xylem sap tension. *Ecology* 51 : 1052 - 1056.
- LE FLOCH E., 1981.— Etude des principales caractéristiques symphénologiques de la garrigue à *Quercus coccifera*. In *Recherches expérimentales sur un système écologique complexe : la garrigue de Quercus coccifera L.*, C.E.P.E.-C.N.R.S., Montpellier : 83 - 91.
- MILLER P.C., 1981.— Similarities and limitations of resources utilization in Mediterranean type ecosystems. In : *resource use by Chaparral and Matorral : A comparison of vegetation function in two Mediterranean type ecosystem*. Miller P.C. (ed.) New York : Springer Verlag, 369 - 407.
- PHILIP J.R., 1957.— The physical principles of soil water movement during the irrigation cycle. *Proc. Intern. Cong. Irrig. Drainage*, 8 : 125 - 128, 154.
- RAMBAL S., 1982.— Réflexions sur la prise en compte de la végétation et des caractéristiques hydrodynamiques du sol dans les modèles hydrologiques : Le cas de bassins versants karstiques de la région nord-montpelliéraine. In *Modélisation Mathématique et Simulation des Systèmes de l'Environnement*. C.N.R.S. éd., Paris : 85 - 105.
- RAMBAL S., 1984.— Water balance and pattern of root water uptake by a *Quercus coccifera* evergreen scrub. *Oecologia (Berl.)* 62 : 18 - 25.
- RITCHIE G.A. et T.M. HINCKLEY, 1975.— The pressure chamber as an instrument for ecological research. In *Advances in Ecological Research* 9 : 165 - 254.
- SEGUIN B., 1975.— Etude comparée des méthodes d'estimation d'ETP en climat méditerranéen du sud de la France (région d'Avignon). *Ann. agron.*, 26 (6) : 671 - 691.
- SHOBANI-NEJAD S., 1982.— Bilan hydrique d'une garrigue de Chêne kermès (*Quercus coccifera L.*) : Efficience de l'eau pour la production végétale. Thèse Docteur-Ingénieur, U.S.T.L., Montpellier : 192 p.
- WARING R.M. et B.D. CLEARY, 1967.— Plant moisture stress : evaluation by pressure bomb. *Sciences* 155 : 1248 - 1250.