

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Forstverein
<b>Band:</b>	106 (1955)
<b>Heft:</b>	2-3
<b>Artikel:</b>	La sécheresse, les hautes températures et la technique du reboisement des pays méditerranéens
<b>Autor:</b>	Moulopoulos, Christos
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-764527">https://doi.org/10.5169/seals-764527</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **La sécheresse, les hautes températures et la technique du reboisement des pays méditerranéens**

(Contribution à la rationalisation de la technique du reboisement des pays méditerranéens)

Par le

Dr Christos Moulopoulos, professeur de sylviculture à l'Université de Salonique (Grèce)

Note présentée à la 4<sup>e</sup> session de la sous-commission des questions forestières méditerranéennes (FAO), tenue à Athènes, du 1<sup>er</sup> au 5 juin 1954

(23.38)  
(Oxf. 233)

Les facteurs écologiques qui influent d'une manière fondamentale la technique du reboisement dans le domaine méditerranéen sont, d'une part, la sécheresse excessive et, d'autre part, la haute température estivale. L'eau du sol est, en effet, le facteur qui se trouve bien souvent pour nos plants au minimum, tandis que la température, pendant l'été, de l'air proche du sol et de sa surface peut limiter la vie de nos plants par son maximum très prononcé.

Ainsi par exemple nous avons pu constater à la suite de recherches, poursuivies en collaboration avec Bassiotis, sur le reboisement des environs de Salonique que l'humidité d'un sol sablolinomeux de *Quercetum cocciferae terebinthosum* fort dégradé (climat méditerranéen tempéré semi-aride, d'après les propositions de M. de Philipps [8]) est descendue au point de flétrissement permanent à une profondeur de 0,55 m et plus pendant 45 jours de l'été. Presque tous les plants de *Pinus brutia* et *P. Halepensis*, obtenus par semis en place ou par plantation, l'automne et le printemps précédent, se sont desséchés, car leurs racines ne s'enfonçaient pas plus profondément que le niveau du point de flétrissement (6). (Pourcentage de la survie définitive: Plants plantés sans préparation 29 %, plants plantés avec préparation d'après une méthode recommandée par Bassiotis [1] 44 %, plants plantés suivant la méthode de Puto [9] 17 % et plants de semis en banquette 54 %.)

Dans les régions plus arides et plus chaudes, comme par exemple au *Pistacetum lentisci* de la Grèce du Sud (climat chaud et aride) le point de flétrissement descend, selon la constitution du sol, encore plus profondément. Ces conditions expliquent les grandes pertes de plants dans les reboisements, pertes qui s'élèvent parfois à 70 % et plus et s'observent particulièrement pendant la période estivale.

Ainsi, planter ou semer des essences ligneuses dans les régions où la racine des plants ne pénètre pas plus profondément que le niveau du point de flétrissement permanent du sol, paraît être un travail inutile et dispendieux, provoquant une perte de temps et des déceptions.

Il est possible que, bien que leurs racines se trouvent dans un sol ayant une humidité quelque peu inférieure à celle du point de flétrissement

permanent, quelques plants puissent survivre un certain temps dans la période estivale en tombant dans un état de vie latente (léthargie de sécheresse, drought dormancy). Mais je crois qu'il n'est pas indiqué de fonder la réussite d'un reboisement sur cet état de vie latente, d'autant plus que nos plants sont exposés à une atmosphère chaude et soumise au vent, dans laquelle la transpiration cuticulaire est encore assez considérable, bien que les stomates aient été fermés. D'ailleurs, on a observé des cas où certains plants se sont desséchés, même si la partie inférieure de leurs racines, spécialement celle de la racine pivotante, se trouvait dans une humidité supérieure à celle du point de flétrissement. La cause en était un accroissement plus ou moins soudain de l'évaporation.

De l'eau du sol ne dépend pas seulement la survie des plants, mais encore le choix des essences, la technique de pépinière, la préparation du sol à reboiser, le choix entre le semis ou la plantation, la qualité des plants et encore plusieurs soins à donner aux plants après leur installation.

L'importance de l'eau du sol est primordiale pour la réussite du reboisement des pays méditerranéens. Pourtant, je crois que nous ne la considérons pas suffisamment. Bien souvent, nous nous contentons de connaître les précipitations, l'humidité, le déficit de saturation et la température de l'air, etc., et nous donnons des formules variées, fondées sur quelques-uns de ces facteurs, choisis d'après une estimation plus ou moins personnelle. Ces éléments sont indispensables pour une estimation générale du climat. Mais ils ne donnent pas des résultats satisfaisants pour un reboisement rationnel (bien que l'humidité du sol dépende de ces facteurs climatiques). Ils ne prennent pas en considération la condensation de vapeur d'eau à l'intérieur du sol, la quantité d'eau absorbée et retenue par les différents sols, selon leur constitution et leur configuration, le niveau phréatique et surtout l'eau du sol à disposition des plants, etc. Pourtant, ces facteurs jouent un assez grand rôle pour la réussite du reboisement.

D'autre part, les simples caractéristiques empiriques du sol, «très sec, sec, frais, humide, très humide», qu'on applique bien souvent dans la pratique, sont nettement insuffisantes. Même la détermination de l'eau du sol en pour-cent de son volume ou de son poids ne suffit pas. En effet, comme nous le savons, un sol argilolimoneux contenant par exemple 20 % d'eau, mais où nos plants se fanent, peut être considéré comme étant sec, tandis qu'un autre sol sablolimoneux ne contenant que 15 % peut être assez humide pour que nos plants puissent non seulement y vivre, mais encore s'accroître (le point de flétrissement de ce sol étant par exemple égal à 8 %).

Or, vu que les différentes méthodes de reboisement ne considèrent pas suffisamment, à notre connaissance, l'humidité du sol, facteur pri-

mordial pour la réussite du reboisement, j'ai été amené, à la suite de quelques recherches aux environs de Salonique, à la conclusion suivante:

Pour assurer, autant que possible, la réussite du reboisement des terrains du domaine méditerranéen, terrains fort dégradés et couverts plus ou moins de groupements végétaux paraclimatiques, eux aussi fort dégradés, on doit, pendant la préparation du reboisement d'un périmètre étendu, faire une étude très détaillée de l'humidité du sol. Dans cette étude, on aura à déterminer jusqu'à quelle profondeur l'eau est suffisante pour la survie de nos plants, pendant la période estivale critique, dans les différents endroits du périmètre. En d'autres termes, on aura à déterminer la profondeur jusqu'où l'humidité atteint le point de flétrissement permanent; cette profondeur peut varier sous les mêmes conditions de précipitations et d'humidité de l'air; elle diffère aussi suivant les modes de labour du sol ou suivant la densité de peuplement d'une seule espèce végétale. Bien entendu, on étudiera en même temps les autres propriétés de l'ambiance climatoédaphique et biotique.

Deux méthodes, bien connues, peuvent nous renseigner. La méthode phytosociologique et la méthode pédologique, qui, d'ailleurs, se complètent mutuellement.

Certains groupements végétaux révèlent entre autres l'humidité du sol; l'ordre d'après lequel certaines de leurs espèces se fanent et se dessèchent, révèle le dessèchement progressif du sol. La profondeur maximum de leurs racines indique les niveaux successifs où l'humidité descend progressivement jusqu'au point de flétrissement, en admettant que le point de flétrissement permanent de quelques-unes d'entre elles ne diffère pas sensiblement de celui de nos plants ligneux. La méthode demande des recherches synécologiques, du temps et des dépenses assez considérables, d'autant plus que les espèces caractéristiques du point de flétrissement peuvent présenter des biotypes variés avec des racines s'enfonçant plus ou moins profondément. De plus, elle ne peut pas être appliquée facilement aux terrains très dégradés (où les quelques espèces y existant encore, peuvent se dessécher ou tomber en état de vie latente avant la période la plus sèche); elle ne permet pas non plus la comparaison du point de flétrissement des sols ayant déjà subi différents modes de labours (labours sur toute la surface ou en bandes ou en banquettes, etc.) et où les végétaux ont été extraits.

Avec la méthode pédologique de Bouyoucos et Mick<sup>1</sup> (2 à 5), que nous avons déjà employée avec profit dans nos recherches sus-mentionnées, on peut mesurer l'humidité du sol *in situ* continuellement, pendant toute la période xéothermique, sans troubler la constitution du

<sup>1</sup> Nous employons déjà la même méthode pour fixer les besoins en eau des plants dans la pépinière du laboratoire de sylviculture, en utilisant l'hydromètre de Bouyoucos (5).

sol et les racines de la flore, comme c'est le cas en employant la méthode de prélèvement d'échantillons.

Dans tous les points caractéristiques du périmètre de reboisement on exécute, à titre d'essai, des labours en différentes modes et on plante et sème les essences choisies. Quelque temps avant l'exécution de la plantation et du semis on installe en certaines placettes en tous ces endroits à différentes profondeurs (par exemple 10, 20, 35, 50, 70 cm) de petits blocs de gypse. En mesurant la résistance électrique pendant la période sèche des deux ou trois premières années, on obtient des renseignements détaillés sur la quantité d'eau utilisable par les plants et dont la résistance électrique varie entre 450—650 et 60 000—75 000 ohms (2) et sur le point de flétrissement permanent correspondant à 60 000—75 000 ohms (3) (point où l'eau est retenue par le sol avec une force de 15—16 atmosphères environ). En comparant l'humidité du sol ainsi mesurée à la survie des plants, qu'on observe pendant la période sèche des deux ou trois années ci-dessus mentionnées, on peut encore déterminer dans les conditions naturelles, si le point de flétrissement ou l'humidité de survie varient, comme certains auteurs le prétendent, et entre quelles limites pour chaque essence ligneuse choisie.

L'humidité du sol et le point de flétrissement varient moins d'une année à l'autre que les précipitations, etc. Cependant, leurs variations sont telles qu'il est indispensable de continuer les mesures les deux premières années après la plantation ou le semis. Toutes ces mesures renseigneront sur les besoins en eau de nos plants et, par conséquent, sur les soins qu'ils demandent (arrosage, etc.).

D'autre part, elles seront très précieuses pour une étude phytosociologique, destinée à reconnaître encore la relation entre certains groupements végétaux et l'état hydrologique du sol et ainsi à déterminer les groupements végétaux ou les plants indicateurs de l'humidité du sol dans une région.

Mais il ne suffit pas de connaître plus ou moins exactement cette humidité du sol. Il est nécessaire de connaître parallèlement à quelle profondeur les racines de nos plants pénètrent dans la région donnée. Une bonne méthode consiste à mesurer, au moment où ils présentent des signes clairs de flétrissement permanent, les racines d'un certain nombre de plants, semés ou plantés d'après toutes les méthodes adaptées aux conditions variables de la région. Il faut naturellement tenir compte du fait que les plants peuvent survivre en tombant dans un état de vie latente même lorsque peu de leurs racines atteignent de l'eau utilisable.

De cette manière, on pourrait, déjà dans la première année, avoir une idée d'une part, de la profondeur où pénètrent les racines de nos plants pendant la période sèche, et d'autre part, de la profondeur où l'humidité

du sol descend au point de flétrissement permanent ou à celui de survie dans les conditions données de labour du sol, de flore, etc.

On aurait ainsi acquis des bases plus sûres que celles utilisées jusqu'à ce jour pour rationaliser autant que possible le reboisement et préparer des plans adaptés aux microambiances souvent très variées d'un territoire.

On serait alors en mesure:

1. De choisir le semis, la plantation et le mode de labour garantissant une pénétration progressive des racines au moins jusqu'à la profondeur du point de flétrissement permanent.
2. D'adapter aux différents endroits la longueur de la racine et la profondeur des trous de plantation, de telle sorte que les racines des plants atteignent le niveau du point de flétrissement permanent avant l'époque critique de l'été.
3. De préciser la méthode de plantation, plantation basse ou plantation à niveau du sol, de manière à assurer la pénétration de la racine des plants au moins jusqu'au niveau du point de flétrissement.
4. De distribuer sur le terrain à reboiser les essences choisies suivant la longueur de leurs racines en été et la profondeur de flétrissement.
5. Enfin, d'indiquer les mesures spéciales pour sauver les plants, telles que extraction de la flore antagoniste, binages ou encore arrosage, s'il est possible. Dans ce dernier cas on pourra aussi en déterminer la quantité.

Les dépenses pour l'étude proposée se montent à peu près à 5—10 % des frais de reboisement, selon le degré d'uniformité de la surface à reboiser. Mais elles sont plus que compensées par les économies réalisées grâce à la rationalisation de la technique de reboisement, qui permet en particulier d'augmenter rapidement le pourcentage de survie de plants. On pourrait ainsi reboiser à moindre frais une surface avec des microambiances très variées. D'autre part, on aurait une autre économie assez considérable, puisque:

1. On appliquera des méthodes de reboisement moins coûteuses choisissant, suivant les conditions données, le semis en potet au lieu du semis en bandes, le semis en bandes au lieu du semis en banquette, la plantation au lieu du semis en banquette ou en bandes, ou la plantation à niveau du sol au lieu de la plantation basse, etc.
2. On ne plantera pas partout des plants de la même grandeur et on n'ouvrira pas partout les mêmes trous; au contraire, dans certains endroits on pourra planter des plants plus petits avec des trous moins profonds, d'où économie.
3. On ne donnera aux plants après le semis ou la plantation que les soins nécessaires et pas plus.

La technique du reboisement n'est pas suffisante même avec l'amélioration précédente. On doit aussi prendre soin que les racines des plants atteignent la profondeur la plus grande possible. On peut l'obtenir dans une certaine mesure, en faisant abstraction des phytohormones, qui ne sont encore qu'au stade expérimental, par le «sectionnement préparatoire des racines». D'après cette méthode, étudiée par Bassiotis (1) dans la pépinière du laboratoire de sylviculture, on sectionne en pépinière *in situ* la racine des plants de pin d'Alep et de pin brutia, quelques semaines avant leur plantation à la longueur qu'elle doit avoir à la plantation (soit 25 cm). On extrait et on met à demeure ces plants sectionnés, lorsque les racines commencent à émettre des racines secondaires (extrémités blanches) au bout sectionné. L'enracinement de ces plants a lieu immédiatement après la plantation et en tout cas à peu près 25—90 jours avant l'enracinement des plants non traités, dont les racines se brisent ou sont coupées à l'extraction (car leur longueur, se montant à 50—70 cm et plus, n'est pas désirable pour la plantation). Ainsi les plants «préparés» gagnent aux environs de Salonique une avance de 25 à 90 jours sur les plants non préparés, et produisent jusqu'à l'époque critique une racine de 20 cm plus longue.

En outre, *ceteris paribus*, les plants «préparés» garantissent une plus grande reprise que les «plants non préparés»; d'une part, ils s'enracinent, comme il a été dit, immédiatement après la plantation et d'autre part, parce que ces plants deviennent de bonne heure plus xéromorphes. Les plants de P u t o d (9) gagnent aussi une certaine avance sur les plants de semis.

Quant à la température à la surface du sol, l'autre facteur écologique essentiel prépondérant dans les pays méditerranéens, citons qu'à Kaisariané (aux environs d'Athènes) elle peut s'élever, d'après mes mesures (7), jusqu'à 74° C, pour une température de l'air de 41,9° C. Dans d'autres régions, elle peut être plus élevée (Larissa). Dans ces conditions, la température de l'air entre la surface du sol et une hauteur de 20—30 cm est plus haute que la température critique de 54—55° C que supportent les tissus végétaux. Nos plants, qui se trouvent entièrement dans cette ambiance extrême pendant l'été, peuvent être tués par une température excessive, soit de la surface, soit de l'air proche du sol.

C'est pour cette raison qu'on ne doit pas entreprendre un reboisement dans ces pays chauds, sans avoir acquis au préalable quelques données sur cette température. On pourrait la mesurer avec des thermocouples et des potentiomètres en même temps que l'on mesure, comme il a été dit, l'humidité du sol. L'ordre de grandeur de ces températures indiquera la méthode de reboisement la plus propre à en éviter les dangers: semis plus ou moins dense; plantations de plants normaux, souffrant moins que les plants issus de semis en place; plantation de plants

d'une qualité spéciale, par exemple d'une plus grande hauteur, d'un diamètre de la cime et de la tige plus gros, pour ombrager le collet des plants. On pourra encore prendre d'autres précautions, dont quelques-unes ont été indiquées dans une autre étude (7).

Les forestiers méditerranéens qui s'occupent du reboisement de ces pays d'ancienne civilisation, ont à lutter essentiellement et perpétuellement contre la sécheresse — l'évaporation du sol et les hautes températures. Mais pour lutter victorieusement contre un ennemi, il faut bien le connaître. C'est pourquoi, je propose dans cet exposé que la technique d'un reboisement rationnel des pays méditerranéens doit être fondée sur des études approfondies sur l'eau du sol à la disposition de nos plants, pendant la période critique de l'été. En outre, il faut qu'on tienne compte des températures maxima du sol.

### Zusammenfassung

#### Die Trockenheit, die hohen Temperaturen und die Aufforstungstechnik in den Mittelmeerländern

Während des Sommers sinkt der Wassergehalt des Bodens an vielen Orten unter den permanenten Welkepunkt, und zwar in eine beträchtliche Tiefe unter die Bodenoberfläche. Alle Aufforstungspflanzen, die während dieser Zeit nicht tief eingewurzelt sind, sterben gewöhnlich ab. Anderseits steigen die sommerlichen Temperaturen der Bodenoberfläche an manchen Orten so hoch, daß sie den Hitzetod der Pflänzchen verursachen. Will man daher eine rationale Aufforstungstechnik in diesen Gebieten anwenden, so muß man vorher an charakteristischen Örtlichkeiten und nach den vorgeschlagenen Methoden bestimmen: 1. die Tiefe, bei der der Wassergehalt des Bodens unter den Welkepunkt sinkt und die Temperaturen der Bodenoberfläche, und 2. die Einwurzelungstiefe der Pflanzen der für die Aufforstung gewählten Holzarten. Vergleicht man diese Resultate miteinander, so läßt sich für jede Örtlichkeit die entsprechende Bodenbearbeitung (volle, Streifen-, Terrassen-Bearbeitung usw.), die Aufforstungsmethode, die Beschaffenheit des Pflanzgutes usw. mit genügender Sicherheit wählen. Als besonders geeignet erwies sich die Verwendung von Pflanzen mit Wurzeln, die in den Pflanzbeeten vorgeschnitten sind.

#### Bibliographie la plus intéressante

1. Bassiotis, C., 1949. Method of natural preparation of planting stock (in Greek with a summary in English).
2. Bouyoucos and Mick, 1940. An electrical resistance method for the continuous measurement of soil moisture under field conditions. Mich. State Coll., Agr. Exper. Stat., Techn. Bull., Nr. 172.
3. — 1947. Improvements in the pflaster of Paris absorption block electrical resistance method for measuring soil moisture under field conditions. Soil Science, **63**, 455—465.
4. — 1948. A comparison of electric resistance units for making a continuous measurement of soil moisture under field conditions. Plant Physiology, **23**, 532—543.

5. Bouyoucos and Mick, 1950. A practical soil moisture meter as a scientific guide to irrigation practices. *Agronomy Journal*, Vol. 42, February.
6. Briggs and Shantz, 1912. The wilting coefficient for different plants and its indirect determination. *Government printing office*, Washington.
7. Moulopoulos, Ch., 1947. High summer temperatures and a reforestation technique in hot and dry countries. *Journal of Forestry*, Vol. 45, No. 12, December.
8. De Philippis, A., 1948. Les bases écologiques de la sylviculture méditerranéenne. *Commun. à la 1<sup>re</sup> session de la sous-commission des questions méditerranéennes. Comm. Europ. des forêts et produits forestiers*.
9. Putod, R., 1948. Les reboisements en pays méditerranéens. *Revue des eaux et forêts*.

**MITTEILUNGEN · COMMUNICATIONS**

**Erfahrungen im Bewirtschaften von Bergwäldern  
mit dem Seilkran<sup>1</sup>**

Von Th. Frey

Jahrzehnte vergehen, bis Jungholz zu schlagreifem Wald herangewachsen ist. Bei keiner andern Kultur vergeht so viel Zeit, bis sie genutzt werden kann. Keine andere ist so mannigfachen Gefahren ausgesetzt: verheerende Stürme, Lawinen- und Murgänge bedrohen vor allem den Bergwald. Die Natur tut wirklich alles, damit «die Bäume nicht in den Himmel wachsen». Zur generationenlangen Zeit, die dem Wald gelassen werden muß, bis er Nutzen abwirft, kommen also noch Risiken aller Art, die immer wieder die aufgewendete Mühe in Frage stellen. Aber während z. B. auf die Obsternte alle Sorgfalt verwendet wird, damit schöne, makellose Früchte die aufgewendete Mühe lohnen, vollzieht sich die «Ernte» im Bergwald, wo ungleich wertvolleres Gut herausgeholt wird, oft sehr unbekümmert. In wenigen Stunden wird kostbares Nutzholz großenteils zu halbwertigem Brennholz degradiert, bloß weil man an hergebrachten Methoden der Holzgewinnung festhält, statt sie durch moderne, das Holz schonende zu ersetzen. Kompetente Forstwirkschafter schätzen den Anfall an Brennholz, der zum großen Teil dem unzweckmäßigen Reisten und der damit verbundenen Schädigung des Holzes zuzuschreiben ist, auf gegen 50 % der gesamten Menge. Dazu kommt als Nebenerscheinung die Schädigung der lebenden Bäume. Während alles getan werden sollte, in unseren Wäldern die Erzeugung von industriell nutzbarem Holz zu erhöhen, bewirken die genannten

<sup>1</sup> Vgl. Aufsatz Steinlin, S. 122 (Red.).