

**POSSIBILITES D'UTILISATION DE L'ARGANIER (ARGANIA SPINOSA)  
POUR LE REBOISEMENT EN REGION MEDITERRANEENNE SEMIARIDE.  
ESSAI PRELIMINAIRE DE CARACTERISATION ET D'HOMOLOGATION  
PHYTOCLIMATIQUE AVEC L'ESPAGNE PENINSULAIRE.**

**Javier GARCIA-LOPEZ; José Miguel MONTOYA & Carmen ALLUE**

**INTRODUCTION**

Les premières contributions espagnoles à la connaissance de l'arganier commencent au XVI siècle:

León El Africano, en 1513, faisait déjà référence à "l'abondance de certains arbres épineux qui donnent un fruit semblable aux olives et dont on extrait de l'huile"

Luis del Mármol, dans sa "Description Générale de l'Afrique", publiée à Grenade en 1573, citait déjà, lui aussi, cette essence.

En 1804, un voyageur espagnol, Domingo Badía (Ali-Bey-El-Abassi), qui parcourut une partie de l'Afrique et de l'Asie entre 1803 et 1807, décrivit les arganeraies des alentours d'Essaouira et, conscient de l'importance que l'introduction de cet arbre pourrait avoir pour son pays, se hâta d'envoyer des graines en Espagne, pour vérifier son degré d'adaptation et son utilité possible en ce qui concerne le reboisement et la production de fruits.

En 1804 on fit les premiers essais au Jardin Botanique de Madrid et en 1863 au Jardin Botanique de Sevilla.

En 1868, le forestier Boutelou publia la première étude complète de l'arganier, où il exposait: "sa propagation serait une grande acquisition pour l'Espagne, pouvant être utilisé pour le reboisement de nombreux terrains dénudés de l'Andalousie, Murcie et Valence, qui ne produisent actuellement que quelques maigres pâturages".

Ce même auteur fut chargé en 1870 de rédiger une "Instruction sur la culture de l'arganier" pour vulgariser parmi les propriétaires privés les possibilités d'utilisation de cette essence, notamment aux Iles Canaries, où fut finalement publiée cette mémoire. La Société Economique de Santa Cruz de Tenerife confirma les bonnes qualités de l'huile d'arganier pour l'éclairage et en conseilla son utilisation. L'Instruction fut rééditée l'année suivante à Seville pour propager l'essence sur les terrains semi-arides péninsulaires. Des lots de graines, probablement fournies par le consul espagnol à Mogador, furent distribuées gratuitement par la Direction Générale de l'Agriculture aux propriétaires intéressés.

Alvarez Perez (1877) plaida en faveur de l'introduction de l'arganier en Espagne à la Société d'Histoire Naturelle de Madrid, en s'appuyant sur les bons résultats obtenus dans certains essais à Malaga, Sevilla et aux Iles Canaries.

Plus récemment, Domenech (1944) et Montoya (1982) ont publié des monographies sur l'arganier et Montoya (1982) a traité plus spécialement la potentialité sylvopastorale et de reboisement en Espagne, et conseille d'effectuer des essais sur les terres semidésertiques des provinces d'Albacete, Almeria, Grenade, Murcie, Alicante et aux Iles Canaries orientales.

En fait, les Canaries orientales sont géographiquement très proches de l'aire naturelle de l'arganeraie du sud-ouest du Maroc (triangle formé par les versants sud du Haut Atlas, versants nord de l'Anti Atlas et côte atlantique entre Essaouira et Agadir), et, d'autre part, le littoral sud-est de la Péninsule Ibérique est aussi très proche des arganiers reliques du massif des Beni-Snassen, près de Melilla, décrits par Maire (1925). L'aire naturelle de l'arganier au Maroc, dont le centre géographique est la Vallée du Souss, et notamment les secteurs côtiers, sont traditionnellement connus comme "la macaronésie marocaine" et sont en effet très proches des conditions écologiques des Iles Canaries orientales et de leur flore.

L'expérimentation de l'arganier en Espagne pourrait donc démontrer l'utilité forestière et sylvopastorale de cette essence comme alternative aux échecs des reboisements avec pin d'Alep (*Pinus halepensis*) là où les précipitations annuelles n'atteignent pas 300 mm. La facilité de rejet de souche ainsi que la possibilité d'utilisation du feuillage comme nourriture du bétail pourraient améliorer les

problèmes actuels dérivés des longues périodes de mises en défens d'anciens terrains de parcours, qui entraînent la perte des ressources fourragères de la zone exclue du pâturage (opposition des populations locales aux reboisements avec pins, incendies provoqués pour récupérer des terrains de pâturage....) avec des techniques d'implantation spéciales (protections individuelles ou autres).

L'amplitude écologique de l'arganier en ce qui concerne le substrat permet de concentrer sur le phytoclimat les efforts vis à vis de la définition théorique des aires de viabilité de l'essence en Espagne. Bien qu'en exceptuant les dunes, qui refoulent vers le sud et vers l'est les arganiers des alentours d'Essaouira, Emberger écrivait déjà en 1925: "Les limites naturelles de l'arganier, comme de tout végétal, sont fixées par la nature du sol et le climat. Les nombreuses observations faites sur l'essence qui nous intéresse montrent que le facteur édaphique n'intervient pas.(...) C'est donc le climat seul qui limite son extension. Quels facteurs climatiques interviennent? "

Nous avons tenté une ébauche de réponse à cette question, posée depuis si longtemps, grâce aux récents progrès des techniques phytoclimatiques et des années d'observation des postes météorologiques du Souss.

## LE PHYTOCLIMAT DE L'ARGANIER. ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES

L'arganier peut être observé dans les zones semi-arides et sub-humides au sens de Emberger, mais la plupart de son aire naturelle est soumise au bioclimat aride, où cette essence reçoit entre 150 et 300 mm de pluie annuelle, mais ses meilleures formations apparaissent souvent avec 250 mm. Au semiaride il reçoit entre 300 et 400 mm, bien qu'en souffrant déjà d'une forte concurrence d'autres essences, comme Quercus ilex, Ceratonia siliqua, Olea europaea ou Tetraclinis articulata. Les arganeraies reliques du sud-ouest de l'Algérie, à une centaine de km de Tindouf, ne reçoivent que 20 mm de pluie par an et poussent donc exclusivement dans les lits de l'Oued El Ma et de ses affluents, profitant de la nappe phréatique.

En ce qui concerne les températures, l'arganier supporte des maximas absolus de 50 C à Taroudant. Il ne supporte que de très faibles gelées. Les minimas absolus supportés semblent être de -4 C (Taroudant). Le quotient pluviothermique d'Emberger varie entre 15,5 et 70.

Les minimas hivernaux et un excès de précipitation (par concurrence d'autres essences) semblent marquer les limites essentielles de son aire de répartition naturelle. A cet égard, on a donné comme chiffres 3,8 C pour la moyenne des minimas du mois le plus froid (Emberger, 1925) et 400 mm de précipitation moyenne annuelle, ce qui situe l'arganier à l'intérieur de l'enceinte du phytoclimat IV(III) défini

pour la Péninsule Ibérique par Allué-Andrade (1990).

Quant aux oscillations thermiques, elles sont inférieures à 15 C pour les arganeraies littorales (11 C à Agadir, 13,6 C à Tamanar...) et supérieures à 15 C pour les stations situées à l'intérieur du bassin versant de l'Oued Souss, moins exposées aux influences océaniques adoucissantes des contrastes thermiques (16,9 à Taroudant).

Du point de vue de l'étage bioclimatique, l'arganier occupe l'inframéditerranéen, défini par Rivas Martínez (1983) pour le sud-ouest du Maroc par un "Indice de Thermicité"  $It > 470$ . Cependant, les arganiers reliques de Beni Snassen se situeraient plutôt au thermoméditerranéen de ce même auteur ( $360 < It < 470$ ) ainsi que certaines arganeraies de montagne du sud-ouest du Maroc (notamment les versants méridionaux du Haut Atlas) et certaines formations mixtes avec Tetraclinis articulata, qui assurent la transition vers des écosystèmes plus forestiers. Les arganiers reliques signalés par Emberger (1924) dans le bassin supérieur de l'Oued Grou, près de Rabat, appartiendraient, eux aussi, au thermoméditerranéen.

A la suite de ces remarques générales, on essaiera de trouver des stations espagnoles phytoclimatiquement semblables à quatre stations classiques d'arganeraie: Agadir, Tamanar, Taroudant et Tiznit (figure 1), en utilisant le récent système d'homologation phytoclimatique de Allué-Andrade (1990). Cette homologation permettra de

mieux caractériser l'enceinte phytoclimatique de l'essence et d'établir une aire théorique de viabilité de reboisement en Espagne, où devraient être situées les placettes d'expérimentation. Ces quatre homologations peuvent être considérées comme un exemple ou une étape préalable pour une étude plus complète, qui tiendrait compte d'autres stations d'arganeraie comme Ademine, Aïn-Chaib, Argana, Goulimine, Tafraoute, Tindouf..... et pourrait être généralisé à l'importation-exportation de matériel végétal entre différents pays du bassin méditerranéen, ainsi qu'à la définition de l'aire potentielle de l'arganier au Maroc. Cette dernière question est particulièrement importante si on accepte que les 700.000 ha. actuelles d'arganeraie sont le résultat de la forte réduction, par des abus d'exploitation, d'une surface de 1.400.000 ha. au début de notre ère (Seigue, 1985).

#### **MATERIEL ET METHODES**

Le système phytoclimatique de Allué-Andrade (1990) utilise 14 facteurs phytoclimatiques (tableau I), par rapport à 17 groupes de stratégies phytologiques représentatives des principales formations végétales espagnoles (ici nous ne considérons que les 8 qui ont caractéristiques méditerranéennes prédominantes). Les intervalles des

valeurs adoptées par chacun des 14 facteurs pour une stratégie phytologique définissent une enceinte phytoclimatique (type phytoclimatique ou phytoclimat) pour chacune des stratégies dans un espace géométrique à 14 dimensions (tableau II).

L'importance d'un facteur vis à vis de la définition d'un phytoclimat (hiérarchie causale) est définie par le "pouvoir caractérisateur" de la valeur concrète du facteur face à ce phytoclimat. Le "pouvoir caractérisateur" (PC) est le quotient  $PC = 1/N$  où N est le nombre de phytoclimats où cette valeur concrète du facteur apparaît. Le pouvoir caractérisateur maximum est  $PC = 1/1 = 1$  (pour la valeur d'un facteur qui n'apparaît que dans un seul phytoclimat) et le minimum serait théoriquement  $PC = 1/17 = 0,06$  c'est à dire, 17 fois moins important pour la définition d'un phytoclimat que le premier, pour la valeur d'un facteur qui apparaîtrait dans les 17 phytoclimats à la fois. Ce dernier cas est très peu fréquent en Espagne, étant donné qu'uniquement des valeurs du facteur OSC comprises entre 8,0 et 8,6 ont un PC de 0,06. Par contre, des valeurs de K entre 7,50 et 25,83, de A entre 6,25 et 11,00 et de OSC entre 2,6 et 4,6 ne se trouvent guère qu'au IV(III) et ont donc un  $PC = 1$ .

L'outil de base pour l'homologation phytoclimatique est le "spectre phytoclimatique" (tableaux III, IV, V et VI), tableau numérique calculé par ordinateur, qui résume les caractéristiques d'adéquation d'une station météorologique

St (ici Agadir, Tamanar, Taroudant ou Tiznit) aux 17 phytoclimats préalablement définis pour l'Espagne Péninsulaire:

Les trois premières colonnes montrent les 14 facteurs utilisés, ainsi que leurs valeurs adoptées à la station St et les pouvoirs caractérisateurs (PC) de chacun des facteurs vis à vis de la définition d'un phytoclimat.

Le tableau montre ensuite une matrice à 14 lignes (les facteurs phytoclimatiques) et 8 colonnes (les phytoclimats). Chacun des phytoclimats est défini par une colonne à 14 lignes F1...F14 (une ligne par facteur).  $F_{i.j}$  est un scalaire d'adéquation de la valeur ponctuelle du facteur  $i$  adoptée par la station St par rapport au phytoclimat  $j$ . On a donc une matrice à 14 lignes (facteurs phytoclimatiques) et à 17 colonnes (phytoclimats) dont les éléments sont des scalaires d'adéquation en fonction des PC (par exemple F12.3 au tableau III est le scalaire 0,8 d'adéquation de la valeur 34 du TMMC pour le phytoclimat méditerranéen IV1).

L'ensemble des 14 scalaires pour un phytoclimat est réduit par une formule pondératrice (voir Allué-Andrade (1990) pour la justification mathématique) à un seul scalaire d'adéquation globale de la station St à ce phytoclimat espagnol (dernière ligne) du tableau, qui montre donc la diagnose finale de la station St, par un ensemble de 8 scalaires d'adéquation de la station aux 8 phytoclimats

espagnols considérés.

En fonction des scalaires de la dernière ligne on peut définir trois types d'adéquation globale d'une station St aux phytoclimats espagnols:

**1. TYPE VRAI:** Le point "St" défini par les valeurs des 14 facteurs dans l'espace à 14 dimensions est situé à l'intérieur de l'enceinte définie pour le phytoclimat espagnol. Dans ce cas, le scalaire d'adéquation globale est accompagné d'une lettre "G".

**2. TYPE ANALOGUE:** Le point "St" est situé à l'extérieur de l'enceinte, mais très proche de celle-ci. Dans ce cas, au lieu d'une lettre "G" apparaîtra une "A" accompagnant le scalaire d'adéquation globale.

**3. TYPE DISSEMBLABLE:** Le point "St" est situé à l'extérieur de l'enceinte est non proche de celle-ci. Dans ce cas, le scalaire d'adéquation globales sera accompagné d'un signe #. L'homologation existe ici uniquement si le signe du scalaire est positif et il s'agit d'une homologation plus faible que dans les deux cas précédents. Une étoile apparaît pour les phytoclimats pour lesquels le scalaire # est fortement négatif.

## RESULTATS

### 1. AGADIR

La dernière ligne du spectre (tableau III) montre qu'il n'existe pas des scalaires G ni A pour la station d'Agadir. L'homologation stricte avec les phytoclimats de la Péninsule Ibérique n'est donc pas possible.

Mais il existe un scalaire # positif (0,03#) à la colonne du phytoclimat IV(III) (méditerranéen non arboré subdésertique subtropical), ce qui permet de faire un homologation faible avec les stations espagnoles appartenant à ce phytoclimat.

L'impossibilité de faire des homologations strictes entre Agadir et la Péninsule Ibérique est causée uniquement par deux valeurs (TMF et TMC) qui sont légèrement différentes des valeurs trouvées pour l'Espagne. La valeur de TMC est la plus proche (scalaire -1,1#), suivie de la valeur de TMF (scalaire -2,0#). Des minimas trop élevés sont donc les principaux responsables de la faiblesse de l'homologation.

La station d'Agadir est globalement moins chaude que ses homologues espagnoles, puisque, d'après le tableau II, TMC est inférieure à la valeur minimale pour l'enceinte du IV(III) espagnol (22,5 C < 24,3 C). Elle est aussi moins fraîche, puisque TMF est supérieure à la valeur maximale pour l'enceinte du IV(III) espagnol (14 C > 12,8 C). Ceci

traduit, évidemment, l'effet de la latitude ainsi que l'influence océanique à laquelle est soumise Agadir. Le tableau II montre les caractéristiques numériques (intervalles des 14 facteurs) de l'enceinte du phytoclimat IV(III) en Espagne Péninsulaire.

Les facteurs climatiques critiques, c'est à dire, les plus importants en ce qui concerne la définition du phytoclimat des arganeraies d'Agadir, sont, d'après la troisième ligne du spectre K, A, P et TMF, pour lesquels PC = 1 (ligne B). Par contre, les facteurs moins importants semblent être OSC (PC = 0,06), TMC (PC = 0,08) et HS (PC = 0,08).

## **2. TIZNIT**

La dernière ligne du spectre (tableau IV) montre que, comme pour Agadir, il n'existe pas des scalaires G ni A pour la station de Tiznit. Mais il existe aussi un scalaire # positif (0,07#) à la colonne du IV(III). Ceci permet de faire une homologation faible avec les stations espagnoles appartenant à ce phytoclimat. Il faut noter que ce scalaire d'adéquation est supérieur à celui d'Agadir, ce qui impliquerait, en principe, des meilleures conditions de Tiznit comme provenance des graines pour les reboisements en Espagne (0,07# face à 0,03#).

Pour Tiznit, uniquement la valeur de TMF est extérieure à l'enceinte du IV(III), comme le montre le scalaire négatif -1,4# de la position F6.2. En effet, la valeur adoptée par

le facteur TMF est supérieure à la limite maximale de l'enceinte du IV(III): 13,7 face à 12,8 (tableau II). Les conditions de Tiznit face au IV(III) sont donc différentes de celles d'Agadir, puisque seul le facteur TMF est extérieur, face à TMF et TMC pour Agadir. Le scalaire d'adéquation de la valeur de TMF est aussi moins négatif à Tiznit (-1,4# face à -2,0#).

Les facteurs critiques qui définissent le phytoclimat des arganeraies des alentours de Tiznit sont, d'après la troisième ligne du spectre, K, A et TMF, pour lesquels PC = 1. Par contre, les facteurs qui semblent être moins importants sont OSC (PC = 0,07), HS (PC = 0,08), TMMC (PC = 0,09) et TMC (PC = 0,09).

### 3. TAMANAR

Ses conditions phytoclimatiques sont semblables à celles de Tiznit. En effet, la dernière ligne du spectre (tableau V) montre un scalaire # positif (0,09#) à la colonne du IV(III), ce qui permet aussi une homologation faible, mais plus sûre que celle de Tiznit, puisque  $0,09\# > 0,07\#$ . Comme pour Tiznit, uniquement la valeur de TMF est extérieure au IV(III), avec un scalaire -1,4# à la position F6.2

Les facteurs critiques sont, d'après le tableau III: A (PC = 1), TMF (PC = 1) et K (PC = 0,5). Par contre, les facteurs moins importants semblent être OSC (PC = 0,08), HS (PC = 0,08) et HP (PC = 0,11).

#### 4. TAROUDANT

Son spectre est différent de ceux des stations précédentes (tableau VI). Comme elles, Taroudant possède un scalaire # positif (0,09#) à la dernière ligne pour le IV(III). Ce scalaire est aussi élevé que celui de Tamanar, montrant donc des conditions de sûreté relativement hautes comme provenance de graines.

La différence principale apparaît au niveau des facteurs responsables du 0,09#. Tandis qu'à Agadir sont extérieures TMC, et à Tiznit et Tamanar uniquement TMC, à Taroudant sont extérieures TMC et C. La valeur de TMC à Taroudant est supérieure à la limite maximale de IV(III) (13,6 C > 12,8 C) comme le signale -1,2# à la position F6.2 et la valeur de C aussi (50,2 C > 49 C), comme le signale -0,3A à la position F13.2.

Les facteurs critiques sont, d'après le tableau IV: K, A et TMC, pour lesquels PC = 1. Par contre, les facteurs moins importants en ce qui concerne la définition des conditions phytoclimatiques des arganeraies des alentours de Taroudant semblent être HS (PC = 0,08), TMC (PC = 0,09) et F (PC = 0,1).

## DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les 4 stations d'arganeraie étudiées semblent avoir un certain nombre de caractéristiques communes. En effet, aucune d'elles n'a un correspondant phytoclimatique exact en Espagne. Mais les valeurs adoptées par les 14 facteurs tenus en compte démontrent que leurs conditions sont très proches du IV(III).

Bien que les 4 stations soient extérieures à l'enceinte définie en Espagne pour le phytoclimat IV(III) (tableau II), cette extériorité n'est due qu'à 3 facteurs (TMF, TMC et C). Uniquement le facteur TMF est extérieur pour les 4 stations. Le facteur C, par contre, n'est extérieur que pour Taroudant, et le facteur TMC que pour Agadir.

Le sens de l'extériorité de TMF est le même pour les 4 stations: Elles sont globalement moins fraîches que les stations du IV(III).

D'après les résultats obtenus, on peut observer au moins deux grands groupes de stations, celles de plaine littorale et celles de plaine intérieure à la vallée du Souss (figure 1):

La station de plaine littorale étudiée (Agadir) diffère du IV(III) par TMF et TMC, tandis que la station de plaine intérieure (Taroudant) diffère par TMF et C. En s'éloignant

de la côte vers l'intérieur de la vallée du Souss, les influences adoucissantes de la mer diminuent, ce qui implique des régimes thermiques plus contrastés par une augmentation générale des maximas. Au début, ce gradient provoque l'annulation de l'extériorité de TMC. C'est le cas des deux stations de transition entre le littoral et l'intérieur (figure 1), Tamanar (à 12 km de la mer) et Tiznit (à 21 km de la mer), qui ne diffèrent du IV(III) que par TMF. Plus à l'intérieur du Souss, le gradient d'augmentation des maximas peut rendre extérieur le facteur C, comme à Taroudant. Il faut noter qu'entre une extériorité due à TMC et une extériorité due à C, cette dernière serait en principe préférable du point de vue de l'exportation de matériel végétal pour l'Espagne, puisque l'importance du facteur TMC est supérieure à celle du facteur C, comme le montre la première colonne des spectres, où TMC est à la 8ème position et C à la 13ème (ces positions sont assignées en Espagne en fonction de la fréquence relative de hautes valeurs de PC pour chacun des facteurs). Des stations de plaine intérieure seraient donc plus adéquates comme sources des graines pour le reboisement en Espagne Péninsulaire que des stations de plaine littorale, qui seraient plus intéressantes pour l'étage thermocanarien inférieur et infracanarien des Iles Canaries.

En ce qui concerne les facteurs climatiques responsables de la distribution géographique de l'arganier au Maroc, les plus caractérisateurs semblent être, d'après les 4 stations

étudiées, K, A et TMF. Des climagrammes Walter-Gaussen où la courbe des températures surmonte largement celle des précipitations (figure 3), pour des climats doux à hautes valeurs de TMF semblent donc caractériser avant tout l'aire de distribution de l'arganier face à d'autres formations végétales.

Etant donné que les différences climatiques observées ne sont pas très importantes, on pourrait conseiller des essais de reboisement avec arganier dans les aires à phytoclimat IV(III) du sud-est de la Péninsule Ibérique (figure 2) coïncidentes avec l'étage thermoméditerranéen inférieur, en utilisant des provenances de graines de l'intérieur de la vallée du Souss (climat plus contrasté par la diminution de l'influence océanique) et une étude particulière des provenances de Beni Snassen, par sa proximité géographique. Les stations d'arganeraie de montagne des rebords intérieurs du bassin versant de l'Oued Souss (versants sud du Haut Atlas et versants nord de l'Anti Atlas) pourraient être meilleures que les stations de plaine comme provenances des graines. En effet, on devrait s'attendre à des gradients altitudinaux, au moyen desquels la minima TMF et les maximas TMC et C diminueraient jusqu'à atteindre probablement des valeurs comprises à l'intérieur de l'enceinte numérique du IV(III) péninsulaire. Des stations comme Argana, à 750 m (Haut Atlas) et Tafraoute, à 1050 m (Anti Atlas), devraient donc faire l'objet d'études d'homologation spécifiques.

Que l'homologation ne puisse être que faible n'implique pas l'impossibilité d'utilisation de l'arganier des stations étudiées comme essence de reboisement en Espagne Péninsulaire, mais conseille des essais préliminaires par précaution. Les conditions écologiques semblent moins agressives pour l'arganier en Espagne que dans les 4 stations étudiées (maximas plus bas), ce qui pourrait faciliter l'installation artificielle de cette essence, étant donné que des conditions phytoclimatiques favorables ne semblent pas exclure l'arganier directement, mais indirectement par concurrence d'autres essences arborées comme Quercus ilex, qui ne sont pas présentes au IV(III) espagnol.

Du point de vue biogéographique, l'aire d'expérimentation proposée coïncide sensiblement avec la province chorologique Murciano-Almeriense définie par Rivas Martínez et al. (1977). Cette province comprend une grande partie de Murcie et Valence, ainsi que le sud d'Alicante et une zone au sud-est de Albacete (figure 2). Les territoires péninsulaires à plus haute aridité sont situés dans le sud-est et cette aridité est accentuée par la nature marneuse du substrat et par le régime des vents de l'Est (levante), ce qui rend impossible l'existence d'une végétation arborée avec les essences actuellement présentes en Espagne. Une bonne partie des zones côtières reçoivent moins de 200 mm de précipitation par an (Cabo de Gata, Aguilas, Cabo Tiñoso), mais les brouillards sont très fréquents, ce qui augmente l'humidité relative de l'air et diminue

l'évapotranspiration. Il faut insister sur le fait qu'un facteur difficilement mesurable par les postes météorologiques actuels du Souss (et donc sans possibilité d'utilisation numérique): L'humidité relative de l'air, semble jouer un rôle déterminant pour l'écologie de l'arganier et devrait faire l'objet d'observations spécifiques pour compléter les 14 facteurs considérés.

On distingue à l'intérieur de la province Murciano-Almeriense 3 secteurs chorologiques (figure 2). Le secteur d'Almerie est formé par les territoires compris entre Adra et Cabo de Palos. Le secteur Murciano commence au Cabo de Palos et termine au Cabo de Santa Pola. Le secteur Alicantino commence au Cabo de Santa Pola et termine à Altea. Les deux premiers secteurs sont les plus riches en flores de souche ibéro-magréhbienne (Alcaraz et al., 1987) et seraient donc plus en accord avec les inventaires floristiques des arganeraies marocaines de l'intérieur.

La végétation potentielle se compose de 11 séries, mais la végétation actuelle est très dégradée par des abus d'exploitation et se compose surtout de garrigues appartenant à l'Ononido-Rosmarinetea (Peinado Lorca et al., 1988).

Les séries de végétation thermoméditerranéennes littorales seraient en principe plus adéquates que les mésoméditerranéennes de l'intérieur, notamment Chamaeropo humilis-Rhamneto lycioidis S. et Rhamno angustifoliae-

Mayteneto europaei S. Aucune des étapes de ces séries n'est arborée, leur potentiel pastoral est très faible et les extractions traditionnelles d'alfa ne sont plus pratiquées.

Les inventaires floristiques les plus proches du sud-est péninsulaire semblent être ceux des deux stations reliques du nord marocain. Emberger (1924) cita pour le bassin de l'Oued Grou Pistacia lentiscus, Phyllirea media et Tetraclinis articulata entre autres. Maire (1925) cita pour les Beni Snassen Periploca laevigata, Rhamnus oleoides et Chamaerops humilis. Toutes ces espèces appartiennent à la flore du sud-est péninsulaire, ce qui pourrait s'interpréter comme une confirmation des résultats obtenus précédemment à l'aide des méthodes phytoclimatiques théoriques.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALCARAZ, F. et al., 1987 .- El sudeste ibérico semiárido. In: La vegetación de España. Peinado & Rivas Martínez eds. Universidad de Alcalá de Henares. Colección Aula Abierta. 257-281. Madrid.
- ALLUE-ANDRADE, J.L., 1990 .- Atlas fitoclimático de España. Taxonomías. INIA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 223 pp. Madrid.
- ALVAREZ PEREZ, J., 1877 .- El argán de Mogador. An. Soc. Esp. Hist. Nat. 6(1):5-9. Madrid.
- ANONIMO, 1972 .- El argán. Revista Forestal Económica y Agrícola. 5: 310-312. Madrid.
- BOUTELOU, E., 1868 .- Del argán (*Argania sideroxylon* R. & T.). Revista Forestal Económica y Agrícola. 1:480-485. Madrid.
- BOUTELOU, E., 1870 .- Instrucción sobre el cultivo del argán (*Argania sideroxylon* R. & T.). Imprenta, librería y encuadernación de J. Benítez y Compañía. Santa Cruz de Tenerife. 19 pp.
- BOUTELOU, E., 1871 .- Instrucción sobre el cultivo del argán (*Argania sideroxylon* R. & T.). Imprenta de Gironés y Orduña. Sevilla. 14 pp.
- DOMENECH, 1944 .- Arboles de los Aït Ba Amram (Ifni). El argán. Revista de Africa, 28:4-10. Madrid.
- EMBERGER, L., 1924 .- A propos de la distribution géographique de l'arganier. Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc, 5:151-153.
- EMBERGER, L., 1925 .- Le domaine naturel de l'arganier. Bull. Soc. Bot. Fr., 72:770-774. Paris.
- EMBERGER, L., 1925 .- Les limites climatiques naturelles de l'arganier. Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc, 5:94-97.
- GARCIA-LOPEZ, J.M.; MONTOYA, J.M. & ALLUE, C., 1991 .- Possibilités d'utilisation d'*Argania spinos* (L.) Skeel. pour le reboisement de zones semiarides en Espagne. Essai préliminaire d'homologation phytoclimatique. Colloque International sur l'Arganier. Recherches et perspectives. Agadir (Maroc). 11-14 mars 1991.
- MAIRE, R., 1925 .- Communication sur les arganiers de Beni Snassen (Maroc oriental). Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 16:150-151.

MARMOL, L. del, 1573 .- Descripción general de Africa. Granada.

MONTOYA, J.M., 1982 .- El argán marroquí. Revista Vida Silvestre, 43:186-197. Madrid.

MONTOYA, J.M., 1984 .- El argán (*Argania spinosa* L. Skeel.). Potencial silvopastoral y de repoblación en España. Anales I.N.I.A. Serie Forestal, 8:141-152. Madrid.

PEINADO LORCA, M. et al., 1988 .- Consideraciones acerca de la provincia Murciano-Almeriense. Lazaroa, 10:47-63. Madrid.

RIVAS MARTINEZ, S. et al., 1977 .- Apuntes sobre las provincias corológicas de la Península Ibérica e Islas Canarias. Opuscula Botanica Pharmaciae Complutensis, 1:5-57. Madrid.

RIVAS MARTINEZ, S., 1983 .- Pisos bioclimáticos de España. Lazaroa, 5:33-43. Madrid.

SEIGUE, A., 1985 .- La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. G.P. Maisonneuve et Larose. 502 pp. Paris.

J.M. GARCIA-LOPEZ

Ingeniero de Montes  
Servicio Territorial de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio  
Junta de Castilla y León  
Santa Catalina 15  
40071-SEGOVIA (ESPAGNE)

J.M. MONTOYA

Doctor-Ingeniero de Montes  
Urbanización Las Mimbreras, bloque 9  
Majadahonda-MADRID (ESPAGNE)

C. ALLUE

Ingeniero de Montes  
Servicio Territorial de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio  
Junta de Castilla y León  
Santa Catalina 15  
40071-SEGOVIA (ESPAGNE)

## RESUME

On étudie le phytoclimat de 4 stations marocaines d'arganeraie (Agadir, Tamanar, Tiznit et Taroudant), et on établit leur homologation avec le semiaride espagnol, en vue d'une possible utilisation de l'arganier comme essence de reboisement dans ces zones. Il n'existe pas de phytoclimats strictement homologues des stations étudiées en Espagne péninsulaire, mais celles-ci sont très proches du IV(III) sudoriental. Les stations plus adéquates comme provenances de graines semblent être celles de montagne de l'intérieur de la vallée du Souss, pour lesquelles il serait possible, en principe, de trouver des homologues strictes dans le thermoméditerranéen du sud-est péninsulaire. Les stations littorales semblent meilleures pour les Iles Canaries orientales.

## RESUMEN

Se estudia el fitoclima de 4 estaciones marroquis de arganal (Agadir, Tamanar, Tiznit y Taroudant) y se homologan con el semiárido español, con vistas a una posible utilización del argán en la regeneración de la cubierta vegetal de estas zonas. No existen en la España peninsular fitoclimas estrictamente homologos de las estaciones estudiadas, pero todas ellas están muy próximas al IV(III) del sudeste peninsular. Las estaciones más adecuadas como origen de semilla parecen ser las de montaña interior del valle del Souss, para las cuales podría ser posible, en principio, encontrar homologos estrictos en el termomediterráneo suroriental peninsular. Las estaciones litorales parecen ser mejores para las Islas Canarias orientales.

## SUMMARY

The phytoclimate of four moroccan meteorological stations, representative of *Argania spinosa* forest sites (Agadir, Tamanar, Tiznit and Taroudant) is studied and compared with spanish semi-arid climates, in order to orientate the employment of this species for reafforestation purposes in Spain. None of these climates are strictly homologous of the spanish ones, although all of them are close to the subtype IV(III) which can be found in the south-eastern regions of the Iberian Peninsula. The most suitable seed transfer regions proved to be those located in the interior mountainous areas of the Souss basin, probably homologous of thermo-mediterranean climates occurring in south-eastern Spain. Coastal provenances seem to be more adequate for planting in the eastern Canary Islands.

## LEGENDES DES FIGURES ET DES TABLEAUX

**FIGURE 1:** Situation géographique des stations étudiées

**FIGURE 2:** Situation géographique du phytoclimat IV(III) et de la province Murciano-almeriense en Espagne Péninsulaire: (1) Secteur Almeriense; (2) Secteur Murciano; (3) Secteur Alicantino.

**FIGURE 3:** Climodiagrammes des stations étudiées: (A) Agadir; (B) Tiznit; (C) Tamanar; (D) Taroudant.

**TABLEAU I:** Facteurs phytoclimatiques utilisés

**TABLEAU II:** Enceinte numérique du phytoclimat IV(III) en Espagne Péninsulaire d'après Allue-Andrade (1990).

**TABLEAU III:** Spectre phytoclimatique d'Agadir

**TABLEAU IV:** Spectre phytoclimatique de Tiznit

**TABLEAU V:** Spectre phytoclimatique de Tamanar

**TABLEAU VI:** Spectre phytoclimatique de Taroudant

STATION: AGADIR		POSITION: 9'34W 30'23N	ALTITUDE: 48 m.	PERIODE OBSERVEE: 31										
FAC-TEUR	VA-LEUR	PC	ADEQUATION AUX PHYTOCLIMATS											
			MEDITERRANEENS					TRANSITIONNELS						
			SUBMEDI-TERRANEEN	SEMIARIDE	TYPIQUES									
III(IV)	IV(III)	IV1	IV2	IV3	IV4	IV(VI)1	IV(VI)2							
K	7,69	1	*	0,8	-0,1 A	-418 #	-329 #	-730 #	-195 #	-3106 #				
A	9,20	1	-20,2 #	0,7	-7,8 #	-11,3 #	-8,8 #	-14,7 #	-14,1 #	-65,2 #				
P	222	1	-17,1 #	0,1	-0,1 A	-1,6 #	-20,3 #	-2,2 #	-1,1 #	-5,2 #				
PE	0	0,17	1,0	0	0	0	0	0	-0,2 A	-0,9 A				
HS	0	0,08	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-1,8 #	1,0				
TMF	14,0	1	-2,6 #	-2,0 #	-5,9 #	0,3	-6,0 #	-5,8 #	-16,2 #	-5,3 #				
T	18,5	0,20	0,9	1,0	-0,7 A	0,9	-0,4 A	0,4	-3,0 #	0,3				
TMC	22,5	0,08	-20,2 #	-1,1 #	0,8	0,2	0,5	0,6	1,0	1,0				
TMMF	8,0	0,20	0,8	0,9	-1,5 #	0,9	-1,4 #	0,4	-37,0 #	-0,8 A				
F	-2,5	0,14	0,8	0,9	-0,1 A	1,0	-0,5 A	0,5	-3,3 #	-0,2 A				
OSC	11,0	0,06	0,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0				
TMMC	34,0	0,13	-17,2 #	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	0,9	-0,2 A				
C	47,0	0,13	-6,4 #	0,4	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0				
HP	1	0,11	0,9	0,6	0	0,6	-3,0 #	0,5	-3,0 #	0				
ADEQUATION GLOBALE			*	0,03 #	-1,0 #	-30,7 #	-26,1 #	-53,7 #	-16,8 #	-227 #				

STATION: TAROUDANT POSITION: 9'22W 30'19N ALTITUDE: 255 m. PERIODE OBSERVEE: 33											
ADEQUATION AUX PHYTOCLIMATS											
FAC-TEUR	VA-LEUR	PC	SUBMEDI-TERRAENEEN	MEDITERRANEENS					TRANSITIONNELS		
				SEMIARIDE	TYPIQUES				IV(VI)1	IV(VI)2	
			III(IV)	IV(III)	IV1	IV2	IV3	IV4	IV(VI)1	IV(VI)2	
K	8,48	1	*	0,9	-0,6 A	-516 #	-407 #	-897 #	-241 #	-3795 #	
A	9,20	1	-20,2 #	0,7	-7,8 #	-11,3 #	-8,8 #	-14,7 #	-14,1 #	-65,2 #	
P	232	0,5	-24,0 #	0,2	0,2	-1,5 #	-18,5 #	-2,1 #	-1,0	-4,9 #	
PE	0	0,17	1,0	0	0	0	0	0	-0,2 A	-0,9 A	
HS	0	0,08	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-1,8 #	1,0	
TMF	13,6	1	-1,2 #	-1,2 #	-5,2 #	0,5	-5,2 #	-5,1 #	-14,8 #	-4,3 #	
T	19,6	0,5	-1,5 #	0,7	-1,9 #	0,5	-1,5 #	-0,2 A	-4,5 #	-0,5 A	
TMC	25,6	0,09	0,8	0,5	0,8	0,9	1,0	1,0	0,6	0,6	
TMMF	5,6	0,1	0,3	0,9	0,4	0,8	0,4	0,9	-20,3 #	0,8	
F	-4,0	0,1	0	1,0	0,2	1,0	0	0,7	-2,4 #	0,3	
OSC	16,9	0,5	-12,9 #	0	-0,4 A	-0,3 A	0	-0,3 A	0,5	-0,1 A	
TMMC	35,7	0,17	-35,6 #	0,2	0,4	0,8	0,9	0,9	0,7	-1,4 #	
C	50,2	0,2	-13,7 #	-0,3 A	-1,7 #	-0,4 A	-0,4 A	-0,4 A	-0,4 A	-1,1 #	
HP	2	0,11	0,9	1,0	0,5	1,0	-1,2 #	0,8	-1,2 #	0,6	
ADEQUATION GLOBALE			*	0,09 #	-1,05 #	-37,7 #	-30,8 #	-65,6 #	-19,7 #	-276 #	

STATION: TIZNIT		POSITION: 9'43W 29'42N		ALTITUDE: 225 m.		PERIODE OBSERVEE: 39				
ADEQUATION AUX PHYTOCLIMATS										
FAC-TEUR	VA-LEUR	PC	SUBMEDI-TERRANEEN	MEDITERRANEENS				TRANSITIONNELS		
				SEMIARIDE	TYPIQUES					
			III(IV)	IV(III)	IV1	IV2	IV3	IV4	IV(VI)1	IV(VI)2
K	16,6	1	*	0,9	-11,5 #	-2117 #	-1688 #	-3617 #	-1005 #	*
A	10,3	1	-4,8 #	0,3	-12,7 #	-17,6 #	-14,0 #	-22,4 #	-21,5 #	-87,4 #
P	259	0,5	-48,0 #	0,6	0,6	-1,3 #	-14,0 #	-1,8 #	-0,7 A	-4,2 #
PE	0	0,17	1	0	0	0	0	0	-0,2 A	-0,9 A
HS	0	0,08	1	1	1	1	1	1	-1,8 #	1
TMF	13,7	1	-1,6 #	-1,4 #	-5,3 #	0,5	-5,4 #	-5,3 #	-15,2 #	-4,5 #
T	19,0	0,25	0,2	0,9	-1,2 #	0,8	-0,9 A	0,1	-3,7 #	-0,1 A
TMC	24,4	0,09	-3,3 #	0	1	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9
TMMF	7,3	0,17	1	1	-0,9 A	1	-0,7 A	0,6	-31,6 #	-0,2 A
F	0,1	0,20	0,6	0,5	-0,9 A	0,7	-1,5 #	-0,1 A	-5,0 #	-1,3 #
OSC	13,0	0,07	-2,3 #	0,8	0,9	0,9	1	0,8	1	0,9
TMMC	31,8	0,09	-2,8 #	1	1	1	0,9	0,9	1	0,8
C	49,0	0,20	-10,7 #	0	-1,0 A	0	0	0	0	-0,7 A
HP	1	0,11	0,9	0,6	0	0,6	-3,0 #	0,5	-3,0 #	0
ADEQUATION GLOBALE			*	0,07 #	-2,12 #	-152 #	-122 #	-260 #	-74,9 #	*

STATION: TAMANAR		POSITION: 9°40W 31'00N		ALTITUDE: 360 m.		PERIODE OBSERVEE: 20				
ADEQUATION AUX PHYTOCLIMATS										
FAC-TEUR	VA-LEUR	PC	SUBMEDI-TERRANEEN	MEDITERRANEENS				TRANSITIONNELS		
				SEMIARIDE	TYPIQUES					
			III(IV)	IV(III)	IV1	IV2	IV3	IV4	IV(VI)1	IV(VI)2
K	2,62	0,5	*	0,3	0,9	-35,1 #	-25,9 #	-67,3 #	-14,8 #	-330 #
A	7	1	-80,0 #	1	-1,2 #	-2,6 #	-1,8 #	-3,8 #	-3,6 #	-30,5 #
P	321	0,5	-133,4 #	1	1	-0,8 A	-5,8 #	-1,3 #	-0,1 A	-2,7 #
PE	0	0,17	1	0	0	0	0	0	-0,2 A	-0,9 A
HS	0	0,08	1	1	1	1	1	1	-1,8 #	1
TMF	13,7	1	-1,6 #	-1,4 #	-5,3 #	0,5	-5,4 #	-5,3 #	-15,2 #	-4,5 #
T	19,5	0,5	-1,2 #	0,7	-1,8 #	0,6	-1,4 #	-0,2 A	-4,4 #	-0,4 A
TMC	26,8	0,14	-0,3 A	0,9	0,5	1	0,9	0,9	0,1	0,1
TMMF	8,1	0,2	0,7	0,9	-1,6 #	0,9	-1,5 #	0,3	-37,8 #	-1,0 A
F	1	0,25	0	0,3	-1,2 #	0,6	-1,9 #	-0,2 A	-5,6 #	-1,8 A
OSC	13,6	0,8	-3,5 #	0,7	0,8	0,8	0,9	0,7	1	0,8
TMMC	35,7	0,17	-35,6 #	0,2	0,4	0,8	0,9	0,9	0,7	-1,4 #
C	49	0,20	-10,7 #	0	-1,0 A	0	0	0	0	-0,7 A
HP	1	0,11	0,9	0,6	0	0,6	-3,0 #	0,5	-3,0 #	0
ADEQUATION GLOBALE			*	0,09 #	-0,5 #	-1,35 #	-1,75 #	-3,08 #	-2,69 #	-14,5 #

FACTEUR	DEFINITION	UNITES
K	INTENSITE DE LA SECHERESSE (QUOTIENT ENTRE L'AIRES SECHE AU SENS DE GAUSSEN ET L'AIRES HUMIDE)	-
A	PERIODE ARIDE AU SENS DE GAUSSEN	MOIS
P	PRECIPITATION MOYENNE ANNUELLE	MM
PE	PRECIPITATION MOYENNE MENSUELLE MINIMALE	MM
HS	PERIODE DE GELEE SURE (MOYENNE DES MINIMAS < 0)	MOIS
TMF	TEMPERATURE MOYENNE MENSUELLE INFRIEURE	C°
T	TEMPERATURE MOYENNE ANNUELLE	C°
TMC	TEMPERATURE MOYENNE MENSUELLE SUPERIEURE	C°
TMMF	TEMPERATURE MOYENNE DES MINIMAS DU MOIS LE PLUS FROID	C°
F	TEMPERATURE MINIMALE ABSOLUE	C°
OSC	MOYENNE ANNUELLE DE L'OSCILLATION JOURNALIERE	C°
TMMC	TEMPERATURE MOYENNE DES MAXIMAS DU MOIS LE PLUS CHAUD	C°
C	TEMPERATURE MAXIMALE ABSOLUE	C°
HP	PERIODE DE GELEE PROBABLE (MINIMAS ABSOLU < 0)	MOIS

FACTEUR	VALEUR MAX.	VALEUR MIN.	UNITES
K	25,8	0,65	-
A	10,99	3,25	MOIS
P	450	217	MM
PE	14	0	MM
HS	0	0	MOIS
TMF	12,8	9,5	C <sup>o</sup>
T	20,5	16,2	C <sup>o</sup>
TMC	32,3	24,3	C <sup>o</sup>
TMMF	10,3	3,5	C <sup>o</sup>
F	2	-10	C <sup>o</sup>
OSC	17	2,6	C <sup>o</sup>
TMMC	36	28,4	C <sup>o</sup>
C	49	32,6	C <sup>o</sup>
HP	3	0	MOIS

