

DENDROECOLOGY OF A MEDITERRANEAN MOUNTAIN JUNIPER, *JUNIPERUS THURIFERA* L., ALONG AN ALTITUDINAL GRADIENT IN THE MOROCCAN HIGH ATLAS

Bertaudiere-Montes, V.* ; Montes, N. ; Alifriqui, M.*** & Gauquelin, T.***

* *Laboratoire Population-Environnement-Développement UMR 151 (IRD/UP), Université de Provence, Centre St-Charles Case 10, 3 Place V. Hugo 13331 Marseille cedex 03, France*

Tel: +33 (0)4 90 10 64 83, Fax: +33 (0)4 91 08 30 36, E-mail: valerie.montes@up.univ-mrs.fr

** *Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie UMR 6116 (CNRS/UI/UMI)*

Case 421 bis – Faculté des Sciences de Saint-Jérôme, 13397 Marseille cedex 20, France

*** *Laboratoire d'Ecologie végétale, Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad, B.P: S/15 40000 Marrakech, MAROC*

Abstract A dendroecological study of *Juniperus thurifera* L. was led in a high elevation Mediterranean semi-arid site in High Atlas (Morocco). Tree-ring samples were obtained from three plots along an altitudinal gradient ranging from lower juniper treeline to upper timberline and analysed using response functions and pointer years to provide information about the climate-radial growth relationships. The radial growth of this juniper appears closely linked to water availability, related to severe atmospheric and edaphic drought which occurs during Mediterranean summer periods. Near the lower thuriferous juniper / holm oak ecotone, the sensitivity of the tree to inter-annual climatic variations is greater and the variability in the relative ring-width response from year to year may be related to longer and more pronounced drought than in higher altitudes. The upper timberline is tightly correlated to temperature-related factors that induce a shorter vegetative period and subsequent narrower tree-rings. At the intermediate altitude the higher mean ring width testifies to more favourable environmental conditions of tree growth at this elevation. All these results showed how the altitude may modify the expression of the climate in high elevation ecosystems. The successful cross-dated samples and the homogeneous response of the trees to the climate proved that, despite anthropogenic pressure, this long-lived thuriferous juniper could be considered as a suitable species for dendrochronology and may thus constitute an appropriate model for predicting the effects of climate change on high elevation Mediterranean semi-arid woodlands.

Key-words: Tree-ring growth, *Juniperus thurifera*, Water stress, Treeline, High Atlas

DENDROECOLOGIE DU GENEVRIER THURIFERE LE LONG D'UN GRADIENT ALTITUDINAL, DANS LE HAUT ATLAS MAROCAIN.

Résumé Une étude dendroécologique de *Juniperus thurifera* a été menée dans un site semi-aride du Haut-Atlas (Maroc). Trois stations ont été échantillonnées, localisées depuis la limite altitudinale inférieure de la thuriferaie à la limite supérieure de la forêt. La relation croissance radiale-climat a été abordée par l'analyse des années caractéristiques et des fonctions de réponse. La croissance du genévrier apparaît étroitement liée à la disponibilité en eau de l'arbre, qui est inféodée à la forte sécheresse atmosphérique et édaphique de la période estivale sous climat méditerranéen. Au niveau de l'écotone inférieur genévrier thurifère/chêne vert, la sensibilité de l'arbre aux variations interannuelles du climat est plus élevée et la variabilité interannuelle de la croissance est mis en relation avec un stress hydrique plus long et plus prononcé qu'aux altitudes supérieures. A sa limite supérieure, le genévrier thurifère a sa croissance corrélée à la diminution des températures, qui induit une période de végétation plus courte et ainsi un accroissement radial annuel moyen plus faible. L'altitude intermédiaire présente des conditions environnementales plus favorables à la croissance radiale de l'arbre. Ces résultats montrent d'une part combien l'altitude peut modifier l'expression du climat sur la croissance des arbres dans les écosystèmes montagnards. D'autre part, la réponse homogène du genévrier thurifère au climat, ainsi que la possibilité d'interdater les individus montrent que cette espèce longévive peut être utilisée en dendrochronologie et peut ainsi constituer un modèle intéressant pour prédire les effets à long terme des changements climatiques dans les milieux montagnards méditerranéens.

Mots-clés: *Croissance radiale, Genévrier thurifère, Stress hydrique, Altitude, Haut-Atlas*

DENDROECOLOGÍA DE LA SABINA ALBAR EN UNA PENDIENTE ALTITUDINAL, EN EL ALTO ATLAS DE MARRUECOS

Resumen Se ha realizado un estudio dendroecológico de *Juniperus thurifera* en un emplazamiento semi-árido del Alto Atlas (Marruecos). Desde el límite altitudinal inferior de esta especie hasta el límite superior del bosque, se han tomado muestras en tres hábitats. Se ha tratado la creciente relación radial-clima con el análisis de los años característicos y de las funciones de respuesta. El crecimiento de la sabina aparece estrechamente ligado a la disponibilidad de obtención de agua por parte del árbol, ya que se encuentra sometido a la fuerte sequía atmosférica y edáfica del periodo estival bajo el clima mediterráneo. A nivel de la ecotona inferior sabina/ encina, la sensibilidad del árbol frente a las variaciones interanuales del clima es más elevada y la variabilidad interanual del crecimiento está relacionada con un estrés hídrico más prolongado y pronunciado que en las altitudes superiores. En este límite superior, la sabina albar relaciona su crecimiento con la disminución de las temperaturas, que induce un periodo de vegetación más corto y, de esta manera, un incremento radial anual medio más escaso. La altitud intermediaria presenta unas condiciones medioambientales más favorables al crecimiento radial del árbol. Estos resultados muestran, por una parte, el grado en que la altitud puede modificar la expresión del clima sobre el crecimiento de los árboles en los ecosistemas montañosos. Por otra, la respuesta homogénea de la sabina albar al clima, así como la posibilidad de sincronizar a los individuos, que muestran que esta longeva especie puede ser usada en dendroecología y, por consiguiente, constituir un modelo interesante para predecir los efectos a largo plazo de los cambios climáticos en los medios montañosos mediterráneos.

Palabras clave: Crecimiento radial, Sabina albar, Estrés hídrico, Altitud, Alto Atlas