

RÉSUMÉ DE THÈSE /
ACADEMIC THESIS ABSTRACT / RESUMEN DE TESIS ACADÉMICAÉtude de l'effet des propriétés
biotiques et abiotiques du sol sur
la croissance et la mycorhization
du cèdre, *Cedrus atlantica* Manetti

Belkacem EL AMRANI

RÉSUMÉ

Cedrus atlantica Manetti est une essence emblématique de grand intérêt écologique, économique et social. La faible architecture racinaire constitue une menace sérieuse pour le boisement et la régénération de cette espèce. Bien que la mycorhization aide le cèdre dans les conditions défavorables, nos connaissances sur la mycorhization des plantules de cèdre sont encore fragmentaires. Compte tenu de ces difficultés, apparaît la nécessité d'étudier les interactions entre les racines et les facteurs biotiques et abiotiques du sol, et de rechercher des solutions pour la mycorhization des plantules. Pour atteindre ces objectifs, on a étudié les réponses des plantules aux facteurs physico-chimiques, texturaux, hydromécaniques et microbiologiques du sol ainsi que la réussite de la mycorhization du cèdre au stade juvénile. En réponse aux propriétés texturales et physico-chimiques des sols de cédraie, les plantules de *C. atlantica* montrent une forte dépendance à la teneur en carbone organique, en azote, en phosphore et à la granulométrie du sol. Ces facteurs stimulent la longueur et le nombre de racines secondaires sur certains sols, et la croissance des plantules sur d'autres sols. Les différentes provenances de *C. atlantica* montrent des besoins élevés en azote, cependant que l'une préfère la forme ammoniacale et l'autre l'azote nitrique. Les variations au niveau des cotylédons révèlent différentes formes d'adaptation vis-à-vis de la nutrition azotée. Les propriétés hydromécaniques du milieu de culture affectent profondément les plantules de *C. atlantica*, dans des conditions extrêmes, et entraînent une surstimulation de l'allongement des racines principales sans ramification, ou empêchent complètement leur allongement, avec de nombreuses racines latérales réduites. À l'échelle anatomique, ces réponses sont plus apparentes au niveau du cortex. Les interactions de la microflore indigène du sol présentent un effet déterminant sur la croissance de *C. atlantica*. De sorte que la composition microbienne du sol peut stimuler la croissance des racines et diminuer la densité racinaire. L'appauvrissement nutritif de six sols a permis le piégeage de 15 champignons ectomycorhiziens des jeunes plantules de *C. atlantica*. D'où l'importance de cette nouvelle gamme de champignons mycorhiziens caractérisés pour la première fois chez les plantules de *C. atlantica*.

Mots-clés : *Cedrus atlantica* Manetti, racines, physico-chimie du sol, texture du sol, hydromécanique, microorganismes, mycorhizes, Maroc.

Effects of soil biotic and abiotic properties
on the growth and mycorrhization of Cedar
(*Cedrus atlantica* manetti)

ABSTRACT

Cedrus atlantica Manetti is an emblematic species of great ecological, economic and social value. However, its weak root architecture seriously compromises (re)afforestation and regeneration of the species. Although it is known that mycorrhization is beneficial to cedars growing in unfavourable conditions, our knowledge on the mycorrhization of cedar seedlings remains patchy. These difficulties show a need to study the interactions between the roots and the soil biotic and abiotic factors and to seek solutions to promote the mycorrhization of cedar seedlings. For this purpose, we studied the responses of cedar seedlings to the physico-chemical, textural, hydromechanical and microbiological factors of the soil and mycorrhization success in juvenile cedars. The response of *C. atlantica* seedlings to the textural and physico-chemical properties of soils in cedar woods shows that they are highly dependent on organic carbon, nitrogen and phosphorus contents and on the soil's granulometry. These factors stimulate the length and number of secondary roots on some soils, and the growth of seedlings on other soils. The provenances of *C. atlantica* show a high nitrogen requirement and different preferences for nitrogen forms. Variations in the cotyledons also reveal different patterns of adaptation to nitrogen nutrition. The hydromechanical properties of the culture medium profoundly affect *C. atlantica* seedlings, so that in extreme cases, they either over-stimulate the elongation of unbranched main roots or completely inhibit their elongation, producing a great many reduced lateral roots. On the anatomical scale, these responses are more apparent at the level of the cortex. Interactions with the native soil microflora have a determining effect on the growth of *C. atlantica* seedlings, since the microbial composition of the soil can stimulate growth and decrease the density of roots. The nutrient depletion of 6 soils allowed the trapping of 15 species of ectomycorrhizal fungi of young *C. atlantica* seedlings. This indicates the crucial importance of this new range of mycorrhizal fungi, characterized for the first time in *C. atlantica* seedlings, especially for work aiming to improve the health status of cedar seedlings.

Keywords: *Cedrus atlantica* Manetti, roots, soil physico-chemistry, soil texture, hydromechanics, micro-organisms, mycorrhizae, Morocco.

Estudio del efecto de las propiedades bióticas
y abióticas del suelo en el crecimiento y
la micorrización del cedro, *Cedrus atlantica*
Manetti

RESUMEN

Cedrus atlantica Manetti es una especie emblemática de gran interés ecológico, económico y social. La débil arquitectura radicular es una grave amenaza para la forestación y la regeneración de esta especie. Aunque la micorrización ayuda al cedro en condiciones desfavorables, nuestros conocimientos sobre la micorrización de plántulas de cedro son todavía fragmentarios. Ante estas dificultades, es necesario estudiar las interacciones entre las raíces y los factores bióticos y abióticos del suelo; también hace falta buscar soluciones para la micorrización de las plántulas. Para alcanzar estos objetivos, se estudiaron las respuestas de las plántulas a los factores fisicoquímico, textural, hidromecánico y microbiológico del suelo, así como la micorrización del cedro en las etapas juveniles. En respuesta a la textura y a la fisicoquímica de los suelos de bosques de cedro, las plántulas de *C. atlantica* muestran una fuerte dependencia del contenido de carbono orgánico, nitrógeno y fósforo, y también del tamaño de las partículas del suelo. Estos factores estimulan la longitud y el número de raíces secundarias en algunos suelos, y el crecimiento de las plántulas en otros. Los *C. atlantica* muestran necesidades de nitrógeno elevadas, aunque los de una procedencia prefieren las formas amoniacales, mientras que los de la otra prefieren las formas nítricas. Por otro lado, las variaciones en los cotiledones desarrollan diferentes formas de adaptación ante la nutrición nitrogenada. Las propiedades hidromecánicas del medio de cultivo afectan enormemente a las plántulas de *C. atlantica*, de modo que las condiciones extremas o bien sobreestiman la elongación de la raíz principal sin ramificación, o bien reducen considerablemente la elongación de esta raíz y generan muchas raíces laterales reducidas. A nivel anatómico, estas respuestas son más evidentes en la zona del córtex. Las interacciones con la microflora autóctona del suelo tienen un efecto decisivo en el crecimiento del *C. atlantica*. Así, la composición microbiana del suelo puede estimular el crecimiento de las raíces y disminuir la densidad radicular. La disminución de nutrientes en seis suelos permitió capturar 15 hongos ectomicorrízicos de las plántulas de *C. atlantica*. De ahí la importancia de esta nueva gama de hongos micorrízicos, caracterizados por primera vez en plántulas de *C. atlantica*.

Palabras clave: *Cedrus atlantica* Manetti, raíces, fisicoquímica del suelo, textura del suelo, hidromecánica, microorganismos, micorrizas, Marruecos.

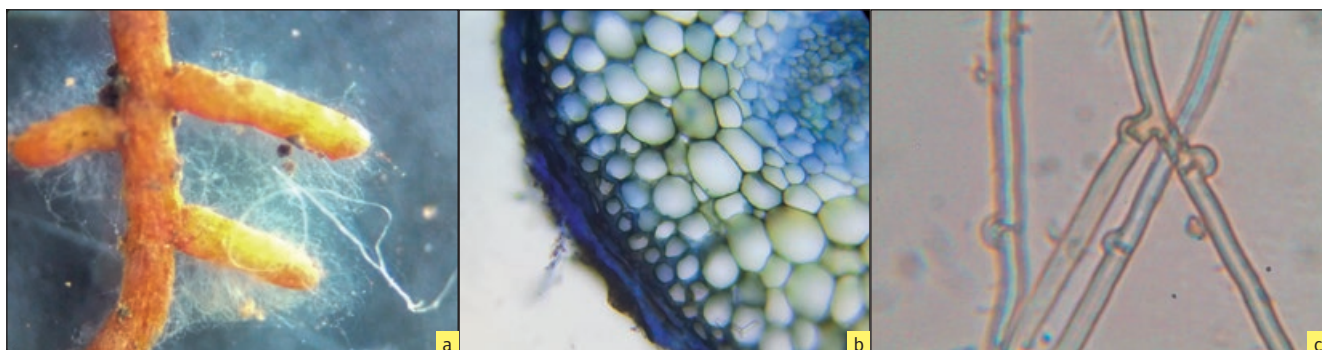


Doi : <https://doi.org/10.19182/bft2022.a36834>

Droit d'auteur © 2022, Bois et Forêts des Tropiques © Cirad
Date de publication : 1^{er} février 2022



Licence Creative Commons :
Attribution - Pas de Modification 4.0 International.
Attribution-4.0 International (CC BY 4.0)



Photos 1.

a. Aspect morphologique d'une mycorrhize de cèdre sous une loupe binoculaire. b. Coupe transversale d'une racine mycorrhizée de *Cedrus atlantica* Manetti. c. Hyphes émanant d'un champignon mycorrhizien de *C. atlantica*.
a. Aspecto morfológico de una micorriza de cedro observada con una lupa binocular. b. Corte transversal de una raíz micorrizada de *Cedrus atlantica* Manetti. c. Hifas de un hongo micorrízico de *C. atlantica*.
Photos B. El Amrani.

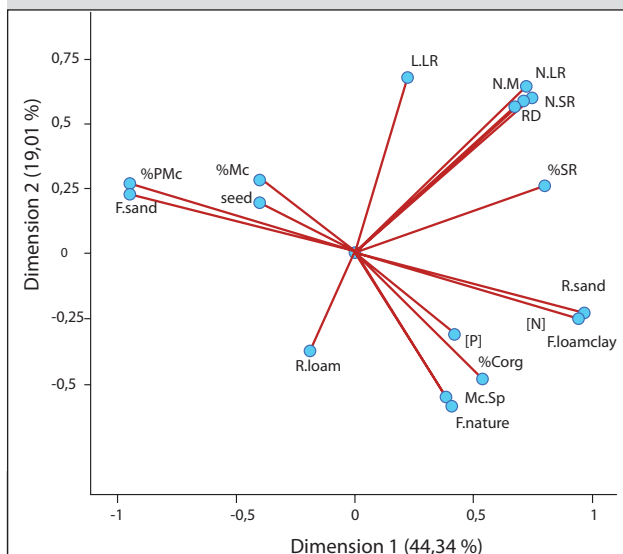


Figure 1.

Résultat de l'analyse des correspondances multiples des principaux facteurs mis en jeu dans la réussite de la mycorrhization des plantules de *Cedrus atlantica* Manetti. Seuls les deux premiers axes d'ordination ont été retenus. F.sand : sable fin ; %PMc : taux de mycorrhization ; %Mc : capacité d'infection ; Seed : présence de jeunes plantules (< 2 ans) sur le site d'origine ; R.loam : limon grossier ; L.LR : longueur cumulative des racines latérales ; N.Mc : nombre de pointes mycorrhizées ; N.LR : nombre de racines latérales ; N.SR : nombre de racines courtes ; RD : densité racinaire ; %SR : taux de racines courtes ; R.sand : sable grossier ; [N] : teneur en azote ; F.loamclay : limon fin-argile ; [P] : teneur en phosphore ; %Corg : teneur en carbone organique ; Mc.Sp : espèce de champignon mycorrhizien ; F.nature : nature de la formation forestière.

Figure 1.

Result of the multiple correspondence analysis of the main factors involved in successful mycorrhization of *Cedrus atlantica* Manetti seedlings. Only the first two y-axes are shown. F.sand: fine sand, %PMc: percentage mycorrhization, %Mc: infection capacity, Seed: presence of seedlings (< 2 years) on the original site, R.loam: coarse loam, L.LR: cumulative length of lateral roots, N.Mc: number of points with mycorrhization, N.LR: number of lateral roots, N.SR: number of short roots, RD: root density, %SR: percentage of short roots, R.sand: coarse sand, [N]: nitrogen content, F.loamclay: fine loam-clay, [P]: phosphorus content, %Corg: organic carbon content, Mc.Sp: species of mycorrhizal fungus, F.nature: nature of forest stand.

Figura 1.

Resultado del análisis de correspondencias múltiples de los principales factores implicados en conseguir la micorrización de las plántulas de *Cedrus atlantica* Manetti. Solo se han tenido en cuenta las dos primeras ordenadas, que explican mejor la dispersión. F.sand: arena fina, %PMc: tasa de micorrización, %Mc: capacidad de infección, Seed: presencia de plántulas jóvenes (< 2 años) en el lugar original, R.loam: limo grueso, L.LR: longitud acumulada de las raíces laterales, N.Mc: número de puntas micorrizadas, N.LR: número de raíces laterales, N.SR: número de raíces cortas, RD: densidad radicular, %SR: tasa de raíces cortas, R.sand: arena gruesa, [N]: contenido de nitrógeno, F.loamclay: limo fino y arcilla, [P]: contenido de fósforo, %Corg: contenido de carbono orgánico, Mc.Sp: especie del hongo micorrízico, F.nature: naturaleza de la formación forestal.

Grade et diplôme : Doctorat.

Université : Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Maroc.

Date de soutenance : 13 mars 2021.

Composition du jury

Direction : Mohammed BENDRISS AMRAOUI (Professeur, Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Laboratoire de Biotechnologie, Environnement, Agroalimentaire et Santé).

Membres :

Abdelfattah ABDELLAOUI (Président, Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès, Maroc).

Khalid AMRANI JOUTEI (Rapporteur, Faculté des Sciences et Techniques, Fès, Maroc).

Allal DOUIRA (Rapporteur, Faculté des Sciences, Kénitra, Maroc).

Ahmed KHALID (Rapporteur, Faculté des Sciences, Oujda, Maroc).

Said LOUAHLIA (Examineur, Faculté Polydisciplinaire, Taza, Maroc).

Langue de rédaction : français.

Financement : Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Maroc.

Accès au manuscrit :

<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03530954>

Contact :

Department of Biology, Faculty of Sciences Dhar el Mahraz, Sidi Mohammed Ben Abdellah University, P.O. Box 1796, Atlas, Fez, Morocco

elamranibelkacem@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8969-199X>

Liste des articles publiés

El Amrani B., Bendriss Amraoui M., 2020. Biomechanics of Atlas cedar roots in response to the medium hydromechanical characteristics. *Scientifica*, 1-15. <https://doi.org/10.1155/2020/7538698>

El Amrani B., Bendriss Amraoui M., 2018. Effects of some properties of cedar forest soils on secondary roots of *Cedrus atlantica* Manetti. *Journal of Forest Science*, 64: 506-513. <https://doi.org/10.17221/69/2018-JFS>