

Résumé

Le cèdre de l'Atlas est une espèce endémique de l'Afrique du nord. Il représente pour le Maroc une essence emblématique de grand intérêt écologique, économique et sociale. La croissance lente de son système racinaire constitue une menace sérieuse pour le re/boisement et la régénération naturelle de cette espèce. Bien que la mycorhization aide les semis du cèdre à développer des racines dans des conditions défavorables nos connaissances sur la mycorhization des plantules de cèdre sont encore fragmentaires et nécessitent l'étude des interactions entre ses racines et les facteurs biotiques et abiotiques du sol, ainsi la recherche de solutions pour le bon développement du système racinaire.

En réponse à la texture et la physicochimie des sols de cédraies, les plantules de *Cedrus atlantica* montrent une forte dépendance de la teneur en carbone organique, en azote, en phosphore et à la nature granulométrique du sol ; de sorte qu'ils stimulent la longueur et le nombre de racines secondaires sur certains sols alors qu'ils permettent d'autres de prédominer au niveau de la croissance des plantules ; soulignent ainsi l'importance des racines secondaires et tertiaires dans la détermination des stratégies de développement de l'architecture racinaire.

Les plantules de deux provenances de *C. atlantica* montrent des besoins élevés en azote et une préférence différente vers les formes d'azote qui se manifeste essentiellement au niveau des racines secondaires. D'autre part, les variations au niveau des cotylédons affectent la croissance et la réponse des plantules à la forme d'azote et révèlent ainsi différentes formes d'adaptation vis-à-vis de la nutrition azotée liée aux cotylédons et à l'âge des plantules.

Les propriétés hydromécaniques du milieu de culture affectent profondément la morphologie, la physiologie et l'anatomie des racines des plantules de *C. atlantica* de sorte que les conditions extrêmes provoquent soit une surstimulation de l'allongement de la racine principale sans ramification ou une forte réduction de l'allongement de cette racine avec beaucoup de racines latérales réduites. A l'échelle anatomique ces réponses sont plus apparentes au niveau du cortex alors que les vaisseaux conducteurs déterminent la stratégie de croissance adoptée par la plantule face aux conditions hydromécaniques du milieu de culture.

Les interactions de la microflore indigène du sol de cédraie présentent un effet déterminant sur la croissance et le développement des plantules de *C. atlantica*. De sorte que la composition microbienne de certains sols stimule la croissance des racines et diminue la densité racinaire, pourtant, la stimulation de l'activité fongique de ce même sol montre un effet négatif. Généralement l'enrichissement du milieu de culture stimule le nombre de racines tertiaires et la densité racinaire, au détriment de la racine principale et des racines secondaires, surtout au niveau des sols défavorables.

L'élimination des microorganismes actifs et l'appauvrissement nutritif de 6 provenances de sol de cédraie ont permis le piégeage de 15 espèces de champignons ectomycorhiziens, dont un ectendomycorhize, capable de coloniser les racines des jeunes plantules de *C. atlantica*. Cependant, ils confirment le problème de la faible architecture racinaire même après la mycorhization. Cette nouvelle gamme de champignons mycorhiziens caractérisés et identifiés pour la première fois chez les plantules de *C. atlantica*, est douée d'une importance cruciale surtout pour les travaux visant l'amélioration de l'état sanitaire des plantules du cèdre.

Mots-clés :

Cedrus atlantica; racines; physicochimie du sol; texture du sol; hydromécanique; microorganismes; mycorhizes.

The effects of the soil biotic and abiotic properties on the growth and mycorrhization of cedar

Abstract

The Atlas cedar is endemic to North Africa. It represents for Morocco an emblematic essence of great ecological, economic and social interest. The slow growth of its root system poses a serious threat to the re/afforestation and natural regeneration of this species. Although mycorrhization helps cedar seedlings to develop roots under unfavorable conditions. However, our knowledge of the mycorrhization of cedar seedlings is still fragmentary and requires the study of the interactions between its roots and the biotic and abiotic factors of the soil, as well as the search of solutions for the proper development of the root system.

In response to the textural and physicochemical characteristics of cedar soils, *Cedrus atlantica* seedlings show a strong dependence on the content of organic carbon, nitrogen, phosphorus and the granulometric nature of the soil; so that they stimulate the length and number of secondary roots in some soils while they allow others to predominate in seedling growth; thus underline the importance of secondary and tertiary roots in determining the development strategies of the root architecture.

Seedlings from two provenances of *C. atlantica* show a high nitrogen requirement and a different preference towards nitrogen forms which is mainly manifested at secondary roots. On the other hand, variations in the cotyledons affect the growth and the response of the seedlings to the nitrogen form and thus reveal different forms of adaptation to nitrogen nutrition which linked to the cotyledons and to the age of seedlings.

The hydromechanical properties of the culture medium profoundly affect the morphology, physiology and root anatomy of *C. atlantica* seedlings; so, in the extreme cases produce either an over-stimulation of unbranched main root elongation or a complete inhibition of the elongation of this root with a lot of reduced lateral roots. At the anatomical level, these responses are more apparent at the level of the cortex, whereas the vascular bundle determine the growth strategy adopted by the seedling in response to the hydromechanical conditions of the culture medium.

The interaction of the native microflora of the cedar forest has a determining effect on the growth and development of *C. atlantica* seedlings. So that the microbial composition of some soil stimulates growth and decreases the root density, yet the stimulation of fungal activity of this same soil shows a negative effect. Generally, this enrichment stimulates the number of tertiary roots and the root density, to the detriment of the main root and secondary roots, especially in unfavorable soils.

The elimination of active microorganisms and the nutrient depletion of 6 provenances of cedar soils have allowed the trapping of 15 species of ectomycorrhizal fungi, including an ectendomycorrhizae, capable of colonizing the roots of young *C. atlantica* seedlings. However, they confirm the problem of poor root architecture, even after mycorrhization. This new range of mycorrhizal fungi characterized and identified for the first time in *C. atlantica* seedlings, is endowed of crucial importance, especially for work aimed to improve the health status of cedar seedlings.

Keywords: *Cedrus atlantica*; roots; soil physicochemistry; soil texture; hydromechanics; microorganisms; mycorrhizae.