Journal of Arid Arboriculture and Olive Growing

Volume 2(1): 1 - 11, 2023

ISSN (Print): 2811-6311 (Print). ISSN (Online): 2811-647X

Effet de *Glomus deserticola* et *Gigaspora margarita* sur la croissance et la nutrition hydrique des jeunes plantes d'olivier (*Olea europaea* L. cv. Chetoui)

Ameni BEN HASSENA[1,2*], Lina TRABELSI[1], Mohamed ZOUARI[1], Wahid KHABOU[1], Nacim ZOUARI[3]

[1]Institut de l'Olivier, Université de Sfax, Sfax, Tunisie

[2]Institut Supérieur des Etudes Préparatoires en Biologie et Géologie de la Soukra, Université de Carthage, Tunis, Tunisie

[3]Institut Supérieur de Biologie Appliquée de Médenine, Université de Gabes, Medenine, Tunisie

*Auteur de correspondance: benhassena.ameni@yahoo.fr

Reçu 8 juin 2022; Révisé 16 janvier 2023; Accepté 23 mars 2023

Abstract

Abuscular mycorrhizal fungi (AMF) may establish symbiotic associations with the roots of many plant species. The mycorrhizal symbiosis confer benefits to the hosts plant by improving the uptake of water and nutrients, which may consequently enhance their growth and development. In the present work, the effect of different AMF inoculums (*Gigaspora margarita*, *Glomus deserticola*,or a 1:1 mixture of *G. margarita* and *G.deserticola*) on the growth of young olive plants (*Olea europaea* L. cv. Chetoui) was studied. At the end of the experimental period (one year), the potted mycorrhizal olive plants showed a significant increase in the shoot elongation, the number of newly-produced leaves and the leaf area, as compared to the control ones. In addition, an enhancement in fresh and dry biomass was observed in inoculated young olive plants. This beneficial effect of mycorrhizal symbiosis was attributed to the better acquisition of water and nutrients in mycorrhizal olive plants, particularly in plants inoculated by the mixture of *G. margarita* and *G. deserticola*.

Keywords: Olive tree, Abuscular mycorrhizal fungi, *Gigaspora margarita*, *Glomus deserticola*, Growth, Nutrition

---

Résumé

Les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) sont capables d'établir des symbioses avec les racines de diverses espèces végétales. Cette association est bénéficiaire puisqu'elle favorise une meilleure nutrition minérale et hydrique et par conséquent un meilleur développement des plantes hôtes. Dans le présent travail, l'impact de différents inocula de CMA (*Gigaspora margarita*, *Glomus deserticola* ou un mélange 1:1 de *G.margarita* et de *G.deserticola*) sur la croissance de jeunes plantes d'olivier (*Olea europaea* L. cv. Chetoui) a été étudié. Après une année de

culture en pots, les résultats obtenus ont montré une augmentation significative de l'élongation, du nombre de feuilles néoformées et de la surface foliaire des plantes mycorhizées, en comparaison avec les plantes témoins. De plus, une amélioration de la biomasse fraîche et de la biomasse sèche des plantes d'oliviers inoculées par les différents inocula de CMA a été notée à la fin de la période expérimentale. L'effet bénéfique de la symbiose mycorhizienne a été attribué à une amélioration des statuts hydrique et minéral des plantes mycorhizées, particulièrement les plantes inoculées avec le mélange de *G.margarita* et de *G.deserticola.*

Mots clés : Olivier, Champignons mycorhiziens à arbuscules, *Gigaspora margarita*, *Glomus deserticola*, Croissance, Nutrition

1. Introduction

La production agricole mondiale devra être multipliée par deux d'ici 2050 pour pouvoir nourrir une population mondiale qui atteindra environ 9,6 milliards de personnes (Tripathi *et al*., 2019 ; Madawala, 2021).L'augmentation de la production agricole devra être assuré moyennant des techniques qui conservent les écosystèmes pour une agriculture durable. Certaines pratiques comme l'usage d'engrais chimiques, qui ont été souvent utilisés pour améliorer le rendement des plantes, présentent un risque pour les plantes et la qualité des sols (Madawala, 2021). Ainsi, le recours à des biofertilisants tel que les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) constitue actuellement une approche approprié pour réduire l'utilisation des engrais chimiques et préserver l'environnement (Seifi *et al*., 2014; Palla *et al*., 2020).

Les CMA sont des symbiotes obligatoires qui colonisent les racines d'environ 80% des plantes cultivées. Cette symbiose implique que les deux partenaires s'échangent mutuellement des éléments nécessaires à leur bon développement (Kapoor *et al*., 2017 ; Palla *et al*., 2020). En effet, les CMA forment un réseau d'hyphes extra-radiculaires qui agit comme des extensions des fines racines et explorent le sol pour assurer la nutrition minérale et hydrique des plantes. En contrepartie, les plantes fournissent à ces champignons les hydrocarbures issus de la photosynthèse (Seifi *et al*., 2014 ; Palla *et al*., 2020 ; Rodrigues *et al*., 2021). Des études antérieures ont montré l'effet bénéfique de la symbiose mycorhizienne dans l'amélioration de la croissance de diverses espèces végétales cultivées en pépinière comme le pistachier (*Pistaciavera* L.) (Abbaspour *et al*., 2012) et l'oranger trifolié (*Poncirus trifoliata* L.) (Zhang *et al*., 2019). L'amélioration du développement des plantes mycorhizées a été observée non seulement dans les conditions normales de croissance mais aussi dans des conditions de stress biotiques et abiotiques (Diagne *et al*., 2020).

L'oléiculture revêt une importance stratégique dans les pays du bassin méditerranéen. Durant les dernières années, cette culture a connu une extension progressive à travers le monde suite à l'augmentation de la consommation de l'huile d'olive qui est riche en acide oléique bénéfique pour la santé humaine (Seifi *et al*., 2014 ; Zouari *et al*., 2014). Ainsi, pour répondre à la demande croissante du marché, la principale solution envisageable est l'intensification de la production en olive. De ce fait, l'inoculation des plantes d'olivier en pépinière avec des CMA pourrait être

une bonne pratique pour raccourcir la période de culture des plantes en pépinière et approvisionner les agriculteurs par des plantes plus vigoureuses.

L'objectif du présent travail est d'étudier l'effet de l'inoculation de jeunes plantes d'olivier (*Olea europaea* L.) de la variété Chetoui par différents inocula de CMA (*Gigasporamargarita*, *Glomus deserticola*ou un mélange 1:1 de *G.margarita*et de *G.deserticola*) sur la nutrition hydrique et quelques paramètres de croissance.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal

Dans cette étude, le matériel végétal utilisé est constitué de jeunes plantes d'olivier de la variété Chetoui, âgées d'un an et issues de boutures semi-ligneuses.

2.2. Inocula de champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA)

Trois inocula de CMA ont été utilisés dans cette étude. Il s'agit de :(i) *Gigaspora margarita* ; (ii) *Glomus deserticola* et (iii) un mélange 1:1 de *G. margarita* et de *G.deserticola*. Ces inocula sont commercialisés par la société Agrauxine-Biorize (Dijon, France) sous forme d'hyphes et de spores microscopiques enrobées dans un substrat inerte.

2.3. Conditions de culture

Cette étude a été menée à l'Institut de l'Olivier à Sfax, Tunisie (34°43'N, 10°41'E). Des jeunes plantes d'olivier de la variété Chetoui ont été cultivées dans des pots en plastique (20 L) contenant un sol tamisé et stérilisé (75,88% sable, 16,29% limon et 7,83% argile). Ce sol a été prélevé à une profondeur de 20 cm de la station expérimentale « Taous » de l'Institut de l'Olivier de Sfax (34° 43'N, 10° 41'E), séché à l'air ambiant et puis stérilisé à l'autoclave pendant 30 min à 121°C. Le sol utilisé est caractérisé par un pH de l'ordre de 8,1 ; une conductivité électrique (CE) de 0,626 dS m^{-1} et une teneur en matière organique d'environ 0,92%.

Au moment de la transplantation, les jeunes plantes d'olivier ont été classées en 4 traitements (7 plantes par traitement) et ont été inoculées par différents inocula. Pour chaque plante d'olivier, 5 g d'inoculum ont été mis en contact direct avec les racines. Pour les plantes témoins non mycorhizées, 5 g de l'inoculum mixte de *G.margarita* et de *G.deserticola* ont été autoclavés et ajoutés. Les quatre traitements appliqués sont les suivants :

T_0 : Plantes témoins (non mycorhizées) ;
T_1 : Plantes inoculées par *G.margarita* ;
T_2 : Plantes inoculées par*G.deserticola* ;
T_3 : Plantes inoculées par un mélange 1:1 de *G.margarita* et de *G.deserticola*.
Toutes les plantes ont été ensuite placées dans les conditions naturelles de lumière et de température et ont été irriguées avec l'eau de robinet (pH= 7,74 ; CE = 2,28 dS m^{-1}) à raison de deux fois par semaine. Après l'établissement de la symbiose mycorhizienne (deux mois), un suivi de la croissance des jeunes plantes d'olivier a eu lieu pendant une année (Mai 2015-Avril 2016).

2.4. Colonisation mycorhizienne

Au début de la période expérimentale, des échantillons de fines racines fraîches ont été sélectionnés à partir de jeunes plantes d'olivier des différents traitements. Les racines ont été découpées en fragments de 1 cm de longueur et puis colorées selon la méthode décrite par Philips et Hayman (1970). Pour chaque traitement, 90 fragments de racines ont été prélevés à partir de 3 plantes (30 fragments par plante) et ont été examinés pour mesurer le pourcentage de colonisation. Ce paramètre a été déterminé en calculant le nombre de racines infectées par rapport aux nombre total de racines observées au microscope (Hashem *et al*., 2016).

% colonisation = (Nombre de racines infectées / Nombre de racines observées) ×100.

2.5. Mesure des paramètres de croissance

Durant la phase expérimentale, des mesures mensuelles de la longueur des plantes et du nombre total des feuilles ont été effectuées pour les jeunes plantes d'olivier. Pour chaque date, l'allongement des plantes consiste à la différence entre la longueur finale et la longueur initiale de la plante. De même, le nombre de feuilles néoformées au niveau de chaque date représente la différence entre le nombre initial et le nombre final des feuilles formées.

A la fin de la période d'essai, la surface foliaire des jeunes plantes d'olivier a été mesurée par un area-meter AM 300 (ADC Bioscientific Ltd., UK). De plus, la biomasse fraîche et la biomasse sèche ont été déterminées après arrachage des jeunes plantes d'olivier. La biomasse sèche a été obtenu après séchage des différents organes des plantes à l'étuve à 70°C jusqu'à constance du poids.

2.6. Contenu relatif en eau

A la fin de la phase expérimentale, des échantillons de feuilles ont été prélevés à partir des jeunes plantes d'olivier et immédiatement pesés pour déterminer le poids frais. Les feuilles ont été placées ensuite dans des piluliers étanches et opaques contenant l'eau distillée. Après 24 heures, les feuilles ont été essuyées et pesées pour déterminer leur poids à la turgescence. Finalement, le poids sec a été déterminé après séchage des feuilles à l'étuve à 70°C jusqu'à constance du poids.

Le contenu relatif en eau a été calculé selon la formule suivante (Gucci et al., 1997) :

CRE (%) = [(PF – PS) / (PT – PS)] × 100

2.7. Analyse statistique

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel statistique SPSS 20.0. Les différences entre les traitements ont été déterminées par analyse de la variance (ANOVA) en utilisant le test Duncan ($p \leq 0,05$).

3. Résultats et discussion

Dans le présent travail, le pourcentage de colonisation mycorhizienne des racines des jeunes plantes d'olivier de la variété Chetoui a été déterminé au début de la période expérimentale. Selon les résultats obtenus, aucune colonisation des racines n'a été observée chez les plantes témoins non inoculées (T_0). Par ailleurs, l'inoculation par les différents inocula (*Gigaspora margarita* (T_1), *Glomus deserticola* (T_2) et le mélange de *Gigaspora margarita* et *Glomus deserticola*(T_3)) a infecté avec succès les racines de toutes les jeunes plantes d'olivier. L'établissement de la

symbiose a été révélé par la présence des structures fongiques comme les hyphes et les vésicules (Figure 1).

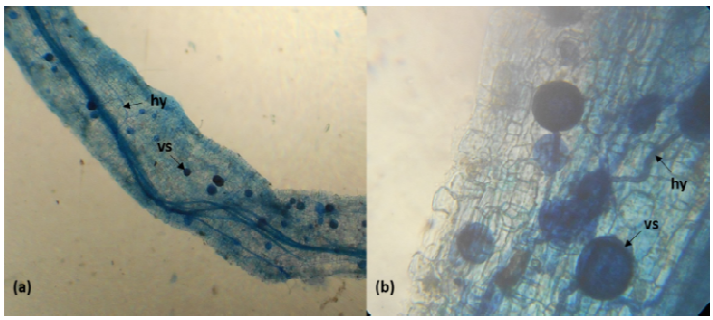

Figure 1. Observation microscopique de racines mycorhizées des jeunes plantes d'olivier ((a), G : ×100) ; (b), G : ×250)) ; (hy : hyphe ; vs : vésicule)

Le pourcentage de colonisation des racines des jeunes plantes d'olivier a varié entre 69 et 81%. Les racines des plantes du traitement T_3 ont montré un taux de colonisation plus élevé que celui des racines des plantes des traitements T_1 et T_2.Toutefois, aucune différence significative ($p>0,05$) n'a été observée entre les valeurs des pourcentages de colonisation des racines des plantes des traitements T_1 et T_2 (Figure 2).Dans ce contexte, Hart et al. (2015) ont constaté que l'inoculation des plantes par un mélange de CMA a contribué à un pourcentage de colonisation racinaire plus élevé que l'inoculation par une seule espèce de CMA chez la tomate (*Solanum lycopersicon* L.). Toutefois, aucune différence significative entre l'inoculation par une seule espèce ou un mélange d'espèces de CMA n'a été notée par Ibrahim (2019) chez des plantes de tournesol (*Helianthus annuus* L.). Les résultats obtenus dans la présente étude suggèrent que l'inoculation des jeunes plantes d'olivier par *G.margarita* et *G.deserticola* pourrait constituer une interaction synergique et favoriser un meilleur développement de ces plantes.

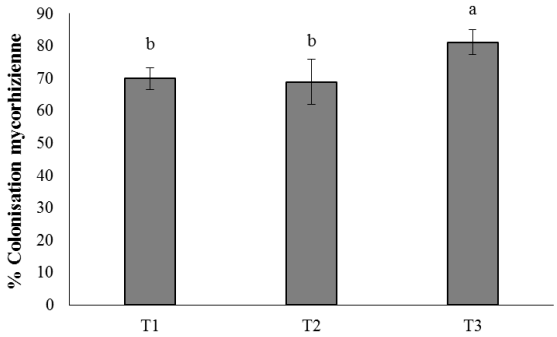

Figure 2. Pourcentage de colonisation mycorhizienne des racines des jeunes plantes d'olivier. T_1 : plantes inoculées par *Gigaspora margarita* ; T_2 : plantes inoculées par *Glomus deserticola* ; T_3 : plantes inoculées par le mélange *Gigaspora margarita* et *Glomus deserticola*. Les résultats sont la moyenne de 3 répétitions par traitement ± écart type. Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les traitements à $p\leq0,05$ en utilisant le test Duncan.

L'étude des paramètres de croissance comme la hauteur, la surface foliaire et la biomasse des plantes est d'une grande importance car ils sont considérés comme des indicateurs externes du métabolisme interne de la plante (Chen *et al*., 2017). Le suivi mensuel de l'allongement et du nombre de feuilles néoformées des jeunes plantes d'olivier est présenté dans la figure 3. L'examen des résultats a montré que durant les six premiers mois de l'étude (Mai-Octobre), qui correspondent à une période de développement végétatif, toutes les plantes d'olivier ont montré une augmentation importante de la taille en hauteur et du nombre de feuilles néoformées. Au début de cette période, aucune différence significative ($p>0,05$) dans l'allongement et le nombre de feuilles néoformées n'a été observée entre les plantes témoins et les plantes mycorhizées. Toutefois, vers le quatrième mois d'étude, les résultats ont montré que la mycorhization a induit une amélioration de la croissance en longueur et en nombre de feuilles, en comparaison avec les plantes non mycorhizées. La meilleure amélioration de la croissance a été notée chez les plantes d'olivier inoculées par le mélange de *G.margarita* et *G.deserticola*. Après la période de repos végétatif, la reprise de la croissance des plantes d'olivier a montré une augmentation de l'allongement et du nombre de feuilles néoformées chez toutes les plantes mycorhizées et particulièrement chez celles du traitement T_3, comparées aux plantes du traitement témoin (T_0). En effet, à la fin de la période expérimentale (Avril 2016), l'augmentation significative ($p\leq0,05$) de l'allongement des jeunes plantes d'olivier des traitements T_1, T_2 et T_3 a été d'environ 31, 41 et 68%, respectivement en comparaison avec les plantes du traitement T_0. Pour le nombre de feuilles, seules les plantes inoculées par *G.margarita* et par le mélange de *G.margarita* et *G.deserticola* ont noté une augmentation significative ($p\leq0,05$) de l'ordre de 32 et 71%, par rapport aux plantes témoins.

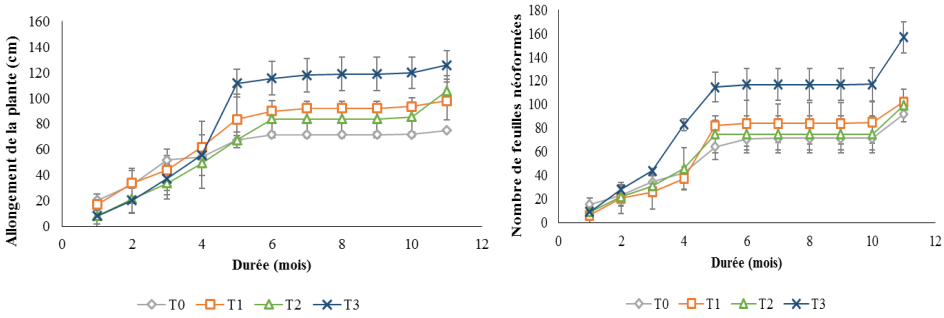

Figure 3. Effet de la mycorhization sur la variation de l'allongement (a) et le nombre de feuilles néoformées (b) des jeunes plantes d'olivier. T_0 : Plantes témoins ; T_1 : plantes inoculées par *Gigaspora margarita* ; T_2 : plantes inoculées par *Glomus deserticola* ; T_3 : plantes inoculées par le mélange *Gigaspora margarita* et *Glomus deserticola*. Les résultats sont la moyenne de 3 répétitions par traitement ± écart type.

Les résultats obtenus sont en accordance avec ceux de Chen et al. (2017) observés chez le concombre (*Cucumis sativus* L.). En effet, ces auteurs ont constaté une augmentation de la taille des plantes inoculées par différents inocula de CMA, en

comparaison avec les plantes non mycorhizées et particulièrement lors de l'inoculation par un mélange de CMA. Ces mêmes auteurs ont suggéré la présence d'une interaction synergique entre les différentes espèces de CMA permettant d'améliorer les paramètres de croissance des plantes inoculées. Ainsi, les résultats du présent travail pourraient être expliqués par la présence d'une interaction synergique entre *G.margarita* et *G.deserticola* qui favorisent une meilleure croissance des jeunes plantes d'olivier.

De plus, les mesures des surfaces foliaires des jeunes plantes d'olivier à la fin de la période expérimentale révèlent une variation des valeurs selon l'inoculum de CMA utilisé (Tableau 1).

D'après les résultats obtenus, la mycorhization a induit une augmentation significative ($p \leq 0,05$) de la surface des feuilles des jeunes plantes d'olivier. Cette augmentation a été d'environ 22, 12 et 32% chez les plantes des traitements T_1, T_2 et T_3, respectivement en comparaison avec les plantes du traitement T_0. L'effet bénéfique de la symbiose mycorhizienne sur l'augmentation de la surface des feuilles a été également noté chez le grenadier (*Punica granatum* L.) inoculé par *Funneliformis mosseae* (Arab Yarahmadi *et al*., 2018) et le maïs (*Zeamays* L.) inoculé par *Glomus tortuosum* (Xu *et a*l., 2018). De plus, l'inoculation par un mélange de *G.margarita* et *G.deserticola*a été plus effective dans l'amélioration de la surface des feuilles des jeunes plantes d'olivier. Une réponse similaire a été observée dans une étude récente effectuée par Azizi *et al*. (2021) chez le myrte commun (*Myrtus communis* L.) inoculée par un mélange de *Funneliformis mosseae* et *Rhizophagus irregularis*.

En outre, l'examen des données relatives à la détermination de la biomasse fraîche et de la biomasse sèche des différents traitements (Tableau 1) a indiqué que la colonisation mycorhizienne a significativement ($p \leq 0,05$) abouti à une amélioration de ces paramètres, en comparaison avec le traitement témoin. L'amélioration de la biomasse fraîche a été d'environ 23, 28 et 47%, respectivement chez les plantes inoculées par *G.margarita*, par *G.deserticola* et par le mélange de *G.margarita* et *G.deserticola*, par rapport aux plantes non mycorhizées.

Par ailleurs, la mycorhization a induit une augmentation de la biomasse sèche de 29, 37 et 59%, respectivement chez les plantes des traitements T_1, T_2 et T_3, en comparaison avec les plantes témoins (traitement T_0). Les valeurs les plus élevées des biomasses fraîche et sèche ont été observées chez les plantes inoculées par *G.margarita* et *G.deserticola*.

Plusieurs études ont signalé le rôle positif joué par les CMA dans l'amélioration de la biomasse fraîche et sèche des plantes (ArabYarahmadi et al., 2018 ; Xu et al., 2018 ; Crossay *et al*., 2019).Cet effet pourrait être particulièrement plus efficace chez les plantes inoculées par un mélange de CMA. Selon Crossay *et al*. (2019), l'utilisation d'un mélange de CMA pourrait entraîner soit un effet de compétition ou de synergie entre les différents CMA. C'est pourquoi la sélection des CMA appropriés qui interagissent d'une façon synergique est d'une grande importance pour une meilleure efficacité de cette association symbiotique avec les plantes hôtes.

Tableau 1. Effet de la mycorhization sur la variation de la surface foliaire et de la biomasse fraîche et sèche des jeunes plantes d'olivier

	Surface foliaire (mm²)	Biomasse fraîche (g)	Biomasse sèche (g)
T_0	360,40±16,76[d]	82,42±8,67[c]	35,83±3,05[c]
T_1	441,47±25,13[b]	101,17±3,12[b]	46,36±1,61[b]
T_2	401,87±21,96[c]	105,33±11,69[ab]	49,20±4,95[b]
T_3	447,13±51,61[a]	120,96±10,29[a]	56,95±3,81[a]

T_0 : Plantes témoins ; T_1 : plantes inoculées par *Gigaspora margarita* ; T_2 : plantes inoculées par *Glomus deserticola* ; T_3 : plantes inoculées par le mélange *Gigaspora margarita* et *Glomus deserticola*. Les résultats de la surface foliaire sont la moyenne de 15 répétitions par traitement ± écart type. Les résultats de la biomasse fraîche et sèche sont la moyenne de 3 répétitions par traitement ± écart type. Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les traitements à $p \leq 0,05$ en utilisant le test Duncan.

L'effet bénéfique de la symbiose mycorhizienne sur les différents paramètres de croissance des jeunes plantes d'olivier est attribué à une amélioration des statuts minéral et hydrique des plantes hôtes. Selon les résultats obtenus, l'inoculation des jeunes plantes d'olivier par les différents inocula a favorisé un enrichissement des feuilles et des racines par les macroéléments (Nt, P et K). Cet effet a été surtout observé chez les plantes inoculées par *G. margarita* et *G. deserticola*. En effet, en comparaison avec le traitement témoin, les teneurs en Nt, P et K ont augmenté de 17 ; 94 et 35%, respectivement, au niveau des feuilles. Au niveau racinaire et pour ces mêmes plantes, l'augmentation a été de l'ordre de 31 ; 50 et 125%, respectivement (Ben Hassena *et al*., 2022). L'examen des résultats relatifs à la variation du contenu relatif en eau (CRE) à la fin de la phase expérimentale a montré que les valeurs de ce paramètre sont assez élevées chez toutes les jeunes plantes d'olivier,avec une très faible augmentation observée chez les plantes inoculées par *G. margarita* et *G. deserticola* (Figure 4).Cet effet est attribué à la forte capacité de succion de cette espèce, en comparaison avec d'autres espèces fruitières (Sofo *et al*., 2008). L'effet bénéfique de la mycorhization sur l'amélioration du statut hydrique des plantes hôtes a été rapporté par plusieurs auteurs (Ouledali *et al*., 2018 ; Evelin *et al*., 2019). Le maintien d'un bon état d'hydratation est le résultat d'une meilleure acquisition d'eau par les plantes mycorhizées. Généralement, la capacité des plantes à absorber l'eau et les éléments minéraux est fortement liée à l'architecture de leur système racinaire. La symbiose mycorhizienne entraîne une ramification accrue du système racinaire et une intensification des fines racines (Wu *et al*., 2012). De plus, la formation d'un réseau de mycélium extra-radiculaire qui agit comme des extensions des fines racines, permet une meilleure exploration du sol et une acquisition importante de nutriments (Ibrahim, 2019 ; Azizi *et al*. ; 2021). Ainsi, ceci contribue à une activité photosynthétique importante et une augmentation du flux d'assimilas vers les tissus en croissance (Chen *et al*., 2017 ; Azizi *et al*. ; 2021).

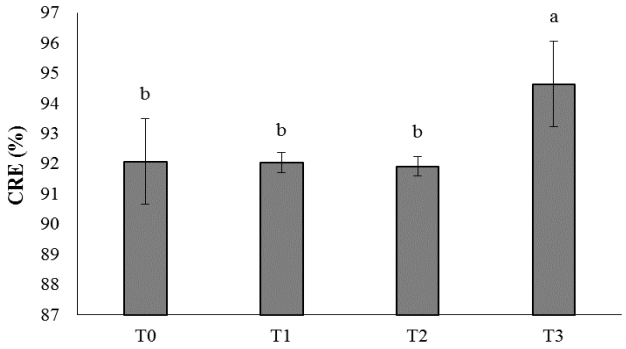

Figure 4. Effet de la mycorhization sur la variation du contenu relatif en eau(CRE) des jeunes plantes d'olivier. CRE : contenu relatif en eau ; T_0 : Plantes témoins ; T_1: plantes inoculées par *Gigaspora margarita* ; T_2: plantes inoculées par *Glomus deserticola* ; T_3: plantes inoculées par le mélange *Gigaspora margarita* et *Glomus deserticola*. Les résultats sont la moyenne de 3 répétitions par traitement ± écart type.

4. Conclusion

La présente étude a montré l'importance de l'inoculation des jeunes plantes d'olivier (cv. Chetoui) par des CMA dans l'amélioration des différents paramètres de croissance comme l'allongement des plantes, le nombre de feuilles néoformées, la surface foliaire et les biomasse fraîche et sèche. Cet effet bénéfique est lié à une amélioration des statuts hydrique et minéral des plantes hôtes, particulièrement les plantes inoculées par le mélange de *Gigaspora margarita* et de *Glomus deserticola*. Ainsi, la production de plantes d'olivier mycorhizées en pépinière pourrait être une bonne pratique pour obtenir des plantes plus vigoureuses en une courte période. De plus, le choix adéquat des espèces ou des mélanges d'espèces de CMA lors de l'inoculation des plantes est l'un des facteurs déterminants de l'efficience de ces champignons pour le bon développement des plantes hôtes.

Références

Abbaspour, H., Saeidi-Sar, S., Afshari, H., Abdel-Wahhab, M.A. 2012. Tolerance of mycorrhiza infected pistachio (*Pistacia vera* L.) seedling to drought stress under glasshouse conditions. *Journal of Plant Physiology* 169: 704–709.

Arab Yarahmadi, M., Shahsavani, S., Akhyani, A., Dorostkar, V. 2018. Pomegranate growth affected by arbuscular mycorrhizae, phosphorus fertilizer, and irrigation water salinity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 49: 478–488.

Azizi, S., Kouchaksaraei, M. T., Hadian, J., Abad, A. R. F. N., Sanavi, S. A. M. M., Ammer, C., Bader, M. K. F. 2021. Dual inoculations of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria boost drought resistance and essential oil yield of common myrtle. *Forest Ecology and Management* 497: 119478.

Ben Hassena, A., Zouari, M., Khabou, W., Zouari, N. 2022. Impact of inoculation with single and mixed species of arbuscular mycorrhizal fungi on the soil fertility and

the nutrient uptake of young olive plants. *Journal of Oasis Agriculture and Sustainable Development* 4 : 47–53.

Chen, J., Zhang, H., Zhang, X., Tang, M. 2017. Arbuscular mycorrhizal symbiosis alleviates salt stress in black locust through improved photosynthesis, water status, and K+/Na+ Homeostasis. *Frontiers in Plant Science* 8: 1739.

Crossay, T., Majorel, C., Redecker, D., Gensous, S., Medevielle, V., Durrieu, G., Cavaloc Y., Amir, H. 2019. Is a mixture of arbuscular mycorrhizal fungi better for plant growth than single-species inoculants? *Mycorrhiza* 29: 325–339.

Diagne, N., Ngom, M., Djighaly, P. I., Fall, D., Hocher, V., Svistoonoff, S. 2020. Roles of arbuscular mycorrhizal fungi on plant growth and performance: Importance in biotic and abiotic stressed regulation. *Diversity* 12: 370.

Evelin, H., Devi, T. S., Gupta, S., Kapoor, R. 2019. Mitigation of salinity stress in plants by arbuscular mycorrhizal symbiosis : Current understanding and new challenges. *Frontiers in Plant Science*, 10.

Gucci, R., Lombardini, L., Tattini, M., 1997. Analysis of leaf water relations in leaves oftwo olive (*Olea europaea.* L) cultivars differing in tolerance to salinity. *Tree Physiology* 17: 13–21.

Hart, M., Ehret, D.L., Krumbein, A., Leung, C., Murch, S., Turi, C., Franken, P. 2015. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi improves the nutritional value of tomatoes. *Mycorrhiza* 25: 359–376.

Hashem, A., Abd_Allah, E.F., Alqarawi, A.A., Wirth, S., Egamberdieva, D. 2016. Comparing symbiotic performance and physiological responses of two soybean cultivars to arbuscular mycorrhizal fungi under salt stress. *Saudi Journal of Biological Sciences* 26: 38–48.

Ibrahim, M. 2019. Sunflower response to inoculation with single and mixed species of arbuscular mycorrhizal fungi: Agronomic characteristics. *Acta agriculturae Slovenica* 113: 321–327.

Kapoor, R., Anand, G., Gupta, P., Mandal, S. 2017. Insight into the mechanisms of enhanced production of valuable terpenoids by arbuscular mycorrhiza. *Phytochemistry Reviews* 16 : 677–692.

Madawala, H. M. S. P. 2021. Arbuscular mycorrhizal fungi as biofertilizers : Current trends, challenges, and future prospects. In : Biofertilizers. Ed. Woodhead Publishing, p83–93.

Ouledali, S., Ennajeh, M., Zrig, A., Gianinazzi, S., Khemira, H. 2018. Estimating the contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to drought tolerance of potted olive trees (*Olea europaea* L.). *Acta Physiologiae Plantarum* 40 : 81.

Palla, M., Turrini, A., Cristani, C., Caruso, G., Avio, L., Giovannetti, M., Agnolucci, M. 2020. Native mycorrhizal communities of olive tree roots as affected by protective green cover and soil tillage. *Applied Soil Ecolog*y 149 : 103520.

Phillips, J.M., Hayman, D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society* 55: 158–161.

Rodrigues, M. Â., Piroli, L. B., Forcelini, D., Raimundo, S., da Silva Domingues, L., Cassol, L. C., Correia, C.M., Arrobas, M. 2021. Use of commercial mycorrhizal fungi in stress-free growing conditions of potted olive cuttings. *Scientia Horticulturae* 275 : 109712.

Seifi, E., Teymoor, Y. S., Alizadeh, M., Fereydooni, H. 2014. Olive mycorrhization : Influences of genotype, mycorrhiza, and growing periods. *Scientia Horticulturae* 180 : 214–219.

Sofo, A., Manfreda, S., Fiorentino, M., Dichio, B., Xiloyannis, C. 2008. The olive tree: aparadigm for drought tolerance in Mediterranean climates. *Hydrology and Earth System Sciences* 12 : 293–301.

Tripathi, A. D., Mishra, R., Maurya, K. K., Singh, R. B., Wilson, D. W. 2019. Estimates for world population and global food availability for global health. In : The role of functional food security in global health. Ed. Academic Press, p 3–24.

Wu, Q. S., He, X. H., Zou, Y. N., Liu, C. Y., Xiao, J., Li, Y. 2012. Arbuscular mycorrhizas alter root system architecture of Citrus tangerine through regulating metabolism of endogenous polyamines. *Plant Growth Regulation* 68: 27–35.

Xu, H., Lu, Y., Tong, S. 2018. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on photosynthesis and chlorophyll fluorescence of maize seedlings under salt stress. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 30: 199–204.

Zhang, F., Wang, P., Zou, Y. N., Wu, Q. S., Kuča, K. 2019. Effects of mycorrhizal fungi on root-hair growth and hormone levels of taproot and lateral roots in trifoliate orange under drought stress. *Archives of Agronomy and Soil Science* 65 :1316–1330.

Zouari, M., Ben Ahmed, C., Fourati, R., Delmail, D., Ben Rouina, B., Labrousse, P., Ben Abdallah, F. 2014. Soil fluoride spiking effects on olive trees (*Olea europaea* L. cv. Chemlali). *Ecotoxicology and environmental safety* 108: 78–83.

Citation: Ben Hassena A., Trabelsi L., Zouari M., Khabou W., Zouari N. 2023. Effet de *Glomus deserticola* et *Gigaspora margarita* sur la croissance des jeunes plantes d'olivier (*Olea europaea* L. cv. Chetoui). *J.A.A.O.G* 2(1): 1-11