



Revue semestrielle – Université Ferhat Abbas Sétif 1

REVUE AGRICULTURE



Impact de la racine d'*Olea europea* L. sur la distribution du potassium du sol : cas d'oliveraies cultivées sous climat semi-aride

Mouas-Bourbia¹ S.; M.Boudiaf-NaitKaci¹; R. Ouali²; C. Kacha²; F. Chebbi², Z. Loudahi²; D. Issaoun²; G. Yahiaoui Tibiche²; M. Arkoub² et A. Derridj²

¹ Laboratoire Ressources Naturelles, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, UMMTO, Algérie.

² Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, UMMTO, Algérie.

Email : mouasbsophia@yahoo.fr

ARTICLE INFO

Mots clés :

rhizosphère ; oliviers ;
semi aride ;
biodisponibilité du
potassium.

Key words:

rhizosphere; olive tree ;
arid land ; K
biodisponibility.

RÉSUMÉ

La culture de l'olivier se développe souvent dans les zones semi arides et arides d'Algérie sur des sols à fortes contraintes. L'objectif de ce travail a été l'étude de l'effet du système racinaire de l'olivier sur la biodisponibilité du potassium dans les sols. Le potassium augmente la résistance des plantes à la sécheresse. Le sol global, le sol rhizosphérique et le rhizoplan de trois oliveraies d'âge différent (3, 7 et 15 ans) de Ain Oussera, zone semi aride, sont échantillonnés créant ainsi un gradient d'éloignement de la racine. Les feuilles d'oliviers sont aussi échantillonnées en vue de l'analyse du potassium foliaire. Les sols sont sableux (80% de sable), calcaires (11,25 à 21,83 %), déficients en carbone organique (0,27 à 0,7 %) et en azote total (0,017 à 0,028 %). Le carbone du sol (de 9,33, 13,43 et 11,1%), la capacité d'échange cationique (de 5,68, 6,42 et 10 %), augmentent significativement dans la rhizosphère des 3 oliveraies. Les pH alcalins restent semblables dans le sol global et la rhizosphère. Un gradient d'enrichissement en potassium soluble (17, 21,4 et 31,3%), en potassium assimilable (de 9,97, 16 et 33%) et en potassium difficilement échangeable (de 46, 45 et 33,7%) est observé du sol global vers le rhizoplan dans les 3 oliveraies. Les sols à proximité des racines sont suffisamment pourvus en K pour la culture de l'olivier, ce qui est confirmé par les teneurs en potassium foliaire (0,65, 0,5 et 0,7 %). Au contraire la conductivité électrique diminue significativement dans la rhizosphère. Un effet rhizosphérique qui améliore la fertilité du sol a été déterminé dans 3 oliveraies cultivées dans une zone climatique semi aride et sur des sols à fortes contraintes.

ABSTRACT

Olive orchards often grows on poor soils in the arid lands of Algeria. The aim of this work is the study of the effect of olive tree's roots on the biodisponibility of potassium in the soils. The potassium increases the resistance of plants to the aridity. The bulk-soil, rhizospheric soil and rhizoplan of three olive orchard of different ages (3, 7 and 15 years) of Ain Oussera are sampled. Olive leaves are also sampled to analyze the K foliar. Soils are sandy (80% of sand), limy (11,25% to 21,83% of CaCO₃), deficient in organic carbon (0.27% to 0.7%) and poor in total nitrogen (0,017 to 0.028%). Carbon soil (of 9,33 ;13,43 and 11,1%); the C.E.C (of 5,68; 6,42 and 10%) increases significantly in the rhizosphere of the 3 olive orchards. The pH stays similar in the bulk soil and rhizosphere. The rhizoplan are enriched in soluble potassium (17; 21,4 and 31,3 %), in assimilable K (of 9,97, 16 et 33%) and in potassium difficultly exchangeable (of 46, 45 and 33,7%) is observed from the bulk soil to the rhizoplan in the 3 olive orchards. The soils near the roots are sufficiently provided with K for the culture of the olive, which is confirmed by the foliar potassium contents (0,65, 0,5 and 0,7 %). On the contrary the electrical conductivity decreases significantly in the rhizosphere. A rhizospheric effect that improves the soil fertility has been determined in 3 olive orchards cultivated in a semi arid climate and on soils with high constraints.

33%) and in non exchangeable K (of 46, 45 et 33,7%).The soils near roots are provided enough in K to cultivate olive trees ,which is confirmed by K-foliar (0,65, 0,5 and 0,7 %). On the contrary, electric conductivity decreases significantly in the rhizosphere. A rhizopheric effect has been determined which improved soil's fertility in the 3 olive orchards of arid zones and poor soils.

Introduction

La connaissance des propriétés chimiques de l'interface sol-racine permet une meilleure prise en compte des besoins des plantes. La rhizosphère est la mince couche du sol qui entoure les racines et dont la composition est profondément modifiée par rapport au reste du sol (Hinsinger, 2001). Cette zone de sol est influencée par les activités des racines et les microorganismes qui lui sont associées, la circulation de l'eau et l'accumulation ou la diminution de la concentration en nutriments (Romheld et Newmann, 2006). L'importance de ces modifications dépend considérablement des caractéristiques physico-chimiques et biologiques du sol, aussi bien que des conditions du milieu et de l'espèce (Violante et al., 1998).

Le potassium revêt une importance majeure chez les végétaux supérieurs, il joue un rôle dans différentes fonctions cellulaires, il améliore aussi la résistance de la plante à la sécheresse comme il a des effets sur la coloration du fruit et sa qualité gustative (Ben Mimoun, 2002). Le potassium prélevé par la racine, se trouve sous différentes formes dans le sol. Il est enfermé en grande partie dans les réseaux cristallins des minéraux phyllosilicatés et reste non biodisponible pour les plantes (Calvet, 2003). La principale forme biodisponible est constituée par le potassium assimilable qui se répartit entre la solution du sol et le complexe adsorbant (Römheld et Kirkby, 2010). Le pool non échangeable, potassium piégé dans les feuillettes d'illite et d'illite/smectite, contribue dans une certaine mesure à la nutrition des plantes (Barré et al., 2007; 2008).

Aujourd'hui la plupart des études menées sur la rhizosphère le sont en conditions contrôlées, les résultats obtenus restent peu transposables sur le terrain. Gobran (1995) et Turpault (2007), ont montré dans leurs travaux sur les écosystèmes forestiers la différence de comportement des racines au champ. En effet, alors que les études en conditions contrôlées indiquent une diminution du potassium dans la rhizosphère (Wang et al., 2004 ; Barré et al., 2007 ; Li et al., 2009), au champ c'est plutôt une accumulation du potassium à proximité immédiate de la racine qui est observée (Vincenzo et al., 2003) Wang et Zabousky 1998 ; Bagayoko et al., 2000).

Les surfaces en olivier de plus en plus importantes plantées ces dernières années dans les zones semi aride et aride de l'Algérie, témoignent de l'effort mené par le ministère de l'agriculture pour valoriser ces zones menacées de désertification. En effet, cette espèce peu exigeante, se contente de sols à fortes contraintes, à partir du moment que son alimentation en eau est assurée. Le potassium est l'un des éléments majeurs qui intervient dans l'amélioration de la production de l'olivier. Le potassium, élément nutritif exporté en fortes quantités par l'olive (Martinez et Sanchez, 1975), joue un rôle important sur la croissance, le rendement en huile d'olive, la résistance aux parasites et au stress hydrique (Argenson et al., 1999). En effet la déficience en potassium a été décrite par Restrepo-Diaz et al., (2008) comme l'un des facteurs limitant de la production oléicole.

Peu d'études à notre connaissance se sont intéressées à l'impact de la racine de l'olivier sur le sol à sa proximité immédiate. Dans cette étude, les hypothèses suivantes sont testées : i) la racine de l'olivier modifie par son activité le sol à sa proximité immédiate ceci en vue d'en améliorer la fertilité, ii) l'âge de l'olivier impacte l'activité de la racine.

1- Matériel et méthodes

1-1-Description des sites

Les caractéristiques des stations d'étude sont présentées dans le tableau 1. L'étude a été menée sur trois oliveraies situées dans la région de Ain Oussera, wilaya de Djelfa. Les échantillons de sol et du végétal ont été prélevés dans trois stations différentes : Benhar, Had Shari et Sarsou. Le climat est de type méditerranéen semi aride à hiver frais, caractérisé par une saison sèche de 5 mois, s'étalant du mois de mai au mois d'octobre. Durant la décennie 1997-2007, la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée était de 323mm/an (O.N.M Djelfa 2007). Le mois de juillet était le mois le plus chaud avec une température de 33,4°C, janvier était le mois le plus froid avec une température de 1,2°C. Les trois oliveraies sont de la variété Chamlal, de densité de 400 arbres à l'hectare et étaient conduites en irrigué, sans apport d'engrais. Les oliveraies étaient âgées de 3ans (Benhar), 7 ans (Had Shari) et 15 ans (Sarsou).

Tableau 1 : principales caractéristiques des trois oliveraies étudiées.

Premier Séminaire International sur: Systèmes de Production en Zones Semi-arides. Diversité Agronomique et Systèmes de Cultures. M'sila, 04 et 05 Novembre 2015

1-2-Echantillonnage du sol global, du sol rhizosphérique et du rhizoplan

Les sols sont échantillonnés pendant le repos végétatif de l'olivier (décembre 2007). Le sol global, le sol rhizosphérique et le rhizoplan sous 10 oliviers sont échantillonnés.

Site	Benhar	Had Shari	Sersou
Altitude (m)	820	820	820
Matériel parental	calcaire	calcaire	calcaire
Pente %	1	1	1
Type de sol (WRB 2006)	Cambisol calcaric	Cambisol calcaric	Cambisol calcaric
Argile%	12,10	10,52	4,24
Limons%	4,37	5,58	12,59
Sables%	83,65	83,88	83,17
pH	7,84	7,37	7,9
CaCO ₃ %	11,25	21,83	11,77
CE (ds/m)	0,12	0,65	0,24
C g.Kg ⁻¹	7,07	8,53	2,7
Nt (g/Kg)	0,17	0,28	0,28
CEC cmolc.Kg ⁻¹	3,72	4,81	3,65
KNH ₄ ⁺ mg/100g de terre	32,5	32,76	24,96
K _s mg/100g de terre	14,56	9,62	11,44
KHNO ₃ mg/100g de terre	63,96	70,33	46,93
Kne mg/100g de terre	31,46	29,79	21,97

Les racines des oliviers sont localisées à la périphérie de la couronne, principalement dans les 30 à 40 premiers centimètres du sol. Un échantillon volumineux de sol est prélevé dans les 30 premiers centimètres de sol. Les racines et le sol accolé à l'ensemble du système racinaire sont récoltés. Le sol global correspond au sol non accolé aux racines et qui est indemne de toute activité racinaire. Le sol rhizosphérique est obtenu par un léger secouage (durant 30 secondes) des racines fines actives dont le diamètre est inférieur à 2 mm. Seuls les agrégats de terre inférieurs à 1 cm de diamètre accolés aux racines fines et actives sont retenus. Ces agrégats correspondent au sol rhizosphérique. Le rhizoplan correspond à la fraction de sol qui est fortement accolée aux racines. Il est prélevé par un léger brossage des racines, son volume est réduit.

1-3-Echantillonnage du végétal

Le prélèvement des feuilles a eu lieu lors de l'échantillonnage du sol au niveau des trois vergers selon la méthode de Bouat et al., (1956), qui consiste en un prélèvement de 50 à 100 feuilles, à hauteur d'homme, selon les quatre points cardinaux. Les feuilles doivent être entières, âgées d'un an, et de la partie moyenne des brindilles de l'année du rameau fructifère.

1-4-Analyse des sols et du végétal

Les échantillons de sol prélevés sont séchés à l'air libre, puis tamisés à travers un tamis à maille de 2mm de diamètre. Les fragments de racines présents dans le sol rhizosphérique et le rhizoplan sont retirés manuellement. Malgré cela des fragments de racines sont probablement restés. Ces échantillons de sol ont fait l'objet d'une caractérisation physico-chimique comportant l'humidité au champ, la granulométrie, le pH, le calcaire total, le carbone organique du sol, l'azote total, la capacité d'échange cationique suivant les méthodes standards d'analyse en pédologie (Jackson, 1967). L'extraction du potassium immédiatement disponible (KS) est réalisée par la mise en suspension des sols dans de l'eau distillée avec un rapport sol/solution de 1/10, puis agitation durant 45mn puis filtration. Le potassium assimilable (KNH₄⁺) est extrait par la mise en suspension du sol dans de l'acétate d'ammonium 1N pH 7 avec un rapport sol /solution de 1/10, agitation durant 1heure suivi d'une filtration (Quemener, 1979). L'extraction du potassium non échangeable (KHNO₃) est réalisée à l'acide nitrique 1N bouillant par l'addition de 25ml d'HNO₃ à 2,5g de terre puis porté à ébullition pendant 10 mn suivie d'une filtration (Jackson, 1967). Le dosage du potassium est réalisé par spectrophotométrie à flamme.

Les feuilles récoltées sont lavées à l'eau distillée, séchées à l'étuve à 70°C pendant 48h, puis broyées pour obtenir de la poudre végétale. 1g de poudre végétale est minéralisé dans une solution acide. Le dosage du potassium de la solution est réalisé par spectrophotométrie à flamme. Le dosage du potassium est réalisé par spectrophotométrie à flamme. Les teneurs en potassium sont exprimées en g par 100g de matière sèche.

1-5-Analyse statistique

Une analyse de la variance est réalisée à l'aide de Statbox afin de comparer l'effet de l'activité de la racine et l'effet de l'âge des oliveraies. Afin de mettre en évidence les relations qui existent entre ces différentes propriétés et le potassium foliaire une matrice de corrélation est réalisée à l'aide du logiciel Statistica.

2-Résultats et discussion

2-1- Fertilité des sols globaux

Les propriétés chimiques des sols globaux sont présentées au niveau du tableau 1.

Les sols des trois oliveraies ont présenté une texture similaire, en l'occurrence une texture sableuse. Les pH des sols globaux qui variaient de 7,41 à 7,73 ont montré une réaction légèrement à moyennement alcaline. Les sols globaux des trois oliveraies sont calcaires, avec des teneurs en CaCO₃ qui variaient de 11,2 à 21,83%. Selon les normes proposées par Calvet et Villemin (1996), le sol global des oliveraies de Benhar et Sersou ne sont pas salés. Par contre, toujours selon ces auteurs, le sol global de l'oliveraie de Had Shary avec une conductivité électrique de 0,65 ds/m est légèrement salé. Avec des teneurs en carbone organique de 7,07, 8,53 et 2,70 g.kg⁻¹ de terre, les sols globaux des oliveraies de Benhar, Had Shary et Sersou sont considérés comme insuffisamment pourvus en matière organique. Afin de bien se développer l'olivier requiert des sols contenant des taux de matière organique supérieurs à 10‰ (Soyergin et al., 2002), voire plus. Freeman et Carlson (1994) considèrent qu'un niveau de 15‰ de matière organique reste insuffisant pour l'olivier. Les teneurs en matières organiques du sol global des trois oliveraies étant de 12,2 ; 14,67 et de 4,64 g.kg⁻¹ de terre, seules les sols des oliveraies de Benhar et de Had Shary pourraient être considérés comme suffisamment pourvus en matière organique du sol. L'azote total des sols globaux des trois oliveraies variaient de 0,17 à 0,28 g.kg⁻¹ de terre. Kjeldahl (1960) estime que ces teneurs en azote total sont très faibles. Les teneurs en carbone organique et en azote total des sols pourraient s'expliquer par de faibles restitutions de matière organique au sol associées à une importante minéralisation de la matière organique. Les sols globaux sont caractérisés par des capacités d'échange cationiques très faibles avec des valeurs de 3,72 ; 4,81 et 3,65 cmol.kg⁻¹ de terre pour les oliveraies de Benhar, de Had Shary et de Sersou. Une fraction argileuse très peu représentée dans la texture ainsi que des teneurs en matières organiques du sol faibles expliquent ces valeurs de la CEC. La fertilité du sol global des 3 oliveraies peut être considérée comme une contrainte à la production oléicole. En effet, les sols des 3 oliveraies présentent des textures dominées par les limons et les sables, la fraction argileuse étant peu représentée. La structuration, la capacité de rétention en eau et en éléments nutritifs de ces sols pourraient être limitées en raison des faibles taux d'argiles. Les pH et les taux de calcaire total élevés laissent présager des blocages d'éléments nutritifs comme le phosphore, certains oligoéléments, en particulier le fer et le bore avec pour conséquence des carences nutritionnelles de l'olivier.

Les sols globaux des trois oliveraies ont présenté des teneurs élevées en potassium biodisponible. Les teneurs en potassium immédiatement disponible (KS) des sols globaux des trois oliveraies fluctuaient de 9,62 à 14,56 mg/100g de terre. Les teneurs en potassium assimilable (KNH⁴⁺) fluctuaient de 24,96 à 32,76 mg/100g de terre dans les sols globaux des trois oliveraies. Les teneurs en potassium non échangeable des sols globaux des trois oliveraies variaient de 21,97 à 31,46mg/100g de terre. Si l'on se réfère au niveau optimal du potassium assimilable du sol proposé par Gargouri et Mhiri (2002), le sol global des trois oliveraies est suffisamment pourvu en K assimilable pour un bon développement de la culture de l'olivier. Ces auteurs indiquent que pour des taux d'argiles inférieurs à 15%, 8mg de K /100g de terre est une teneur optimale pour le développement de l'olivier. La fertilité potassique des sols globaux des trois oliveraies est bien au dessus du niveau optimal pour un bon développement de l'olivier.

2-2- Fertilité chimique de la rhizosphère

2-2-1- Propriétés chimiques de la rhizosphère

De façon générale, l'activité de la racine de l'olivier a amélioré les propriétés chimiques du sol à l'interface sol-racine en créant un milieu plus favorable à la nutrition minérale de l'olivier. Les résultats ont montré que le pH des sols a augmenté significativement dans la rhizosphère avec une variation de 0,02 à 0,32 unités (fig. 1a). En milieu carbonaté le pH est voisin de 8, il est imposé par la présence des carbonates de calcium et de magnésium, et ne peut être modifié par les pratiques agricoles (Stengel et Gelin, 1992). Les pH semblables

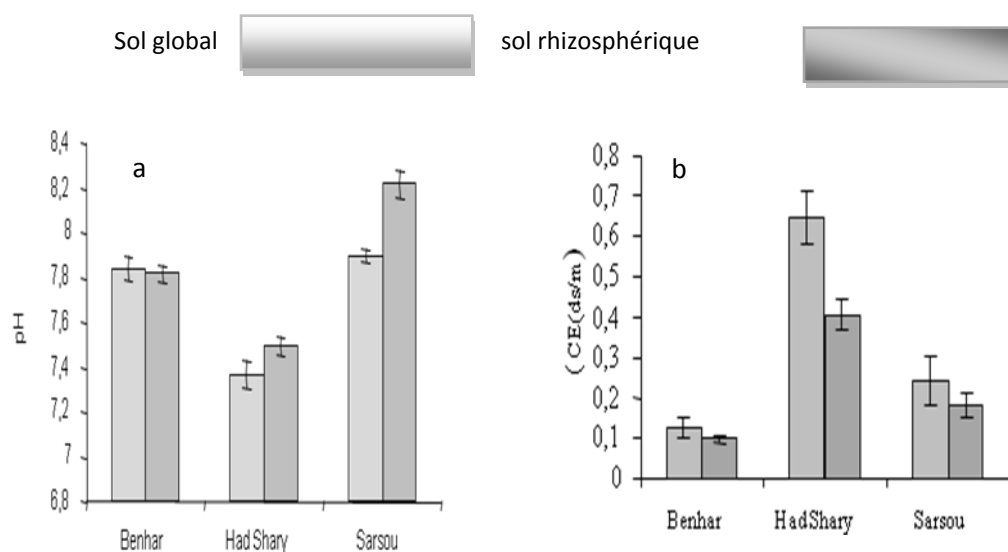
Premier Séminaire International sur: Systèmes de Production en Zones Semi-arides. Diversité Agronomique et

Systèmes de Cultures. M'sila, 04 et 05 Novembre 2015

dans la rhizosphère et le sol distal sont dus au fort pouvoir tampon exercé par les carbonates de calcium dans ces sols (Hinsinger et al., 2003). D'autre part une absorption de NO_3^- à proximité de la racine, à pour conséquence une exorption de OH^- pour rétablir l'équilibre ionique dans le milieu cellulaire ce qui à pour conséquence l'augmentation du pH à proximité de la racine (Davet, 1996). Selon les normes proposées par Calvet et Villemin (1986), les sols rhizosphériques ne sont pas salés. Il est intéressant de noter qu'une diminution significative ($p \leq 0.05$) de la CE est observée dans les sols rhizosphériques (fig.1b). Cette diminution de la CE est essentielle pour le sol de l'oliveraie de Had Shary. En effet le sol global qui était considéré au vu de sa CE comme très salé ($\text{CE} = 0.65 \text{ ds/m}$) ne l'était plus à proximité immédiate de la racine ($\text{CE} = 0.41 \text{ ds/m}$).

Le carbone organique a présenté un gradient significatif ($p \leq 0.01$) d'augmentation du sol global vers le rhizoplan (fig. 1c). Les racines exsudent d'importantes quantités de substances organiques : sucres, acides aminés ou organiques et mucilage, environ 80% du carbone organique libéré par la plante est localisé dans la rhizosphère (Girard et al., 2005).

La zone du sol autour des racines reçoit une plus grande entrée de carbone labile, c'est la rhizodéposition. Dans la région semi-aride de la Californie, ceci peut s'avérer considérablement supérieur à ce que fournit la chute de la litière (Calman et al., 1989). L'analyse de la variance a montré une interaction significative ($p \leq 0.001$) entre l'effet de l'activité de la racine de l'olivier et l'âge de l'oliveraie. En effet, c'est le rhizoplan de l'oliveraie de Sersou (15 ans) qui a montré le gain en carbone du sol le plus important, soit $8,4 \text{ g.kg}^{-1}$ comparativement au rhizoplan de Had Shary (7 ans) avec $4,9 \text{ g.kg}^{-1}$ de carbone organique et Benhar (3 ans) avec $2,26 \text{ g.kg}^{-1}$. Les teneurs en azote total sont similaires dans le sol global et le sol rhizosphérique (fig.1d). L'activité de la racine ne semble pas impacter l'azote du sol. Il semblerait que la rhizosphère d'oliviers plus âgés s'enrichirait mieux en carbone du sol. La capacité d'échange cationique des sols rhizosphériques est significativement ($p \leq 0.01$) plus élevée que celle des sols non rhizosphériques (fig.1e), cette augmentation est due à l'excrétion de carbone par la racine et à la matière organique issue de la biomasse microbienne, et des racines mortes (Turpault et al., 2001, 2005). Cette augmentation de la CEC reste toutefois limitée.



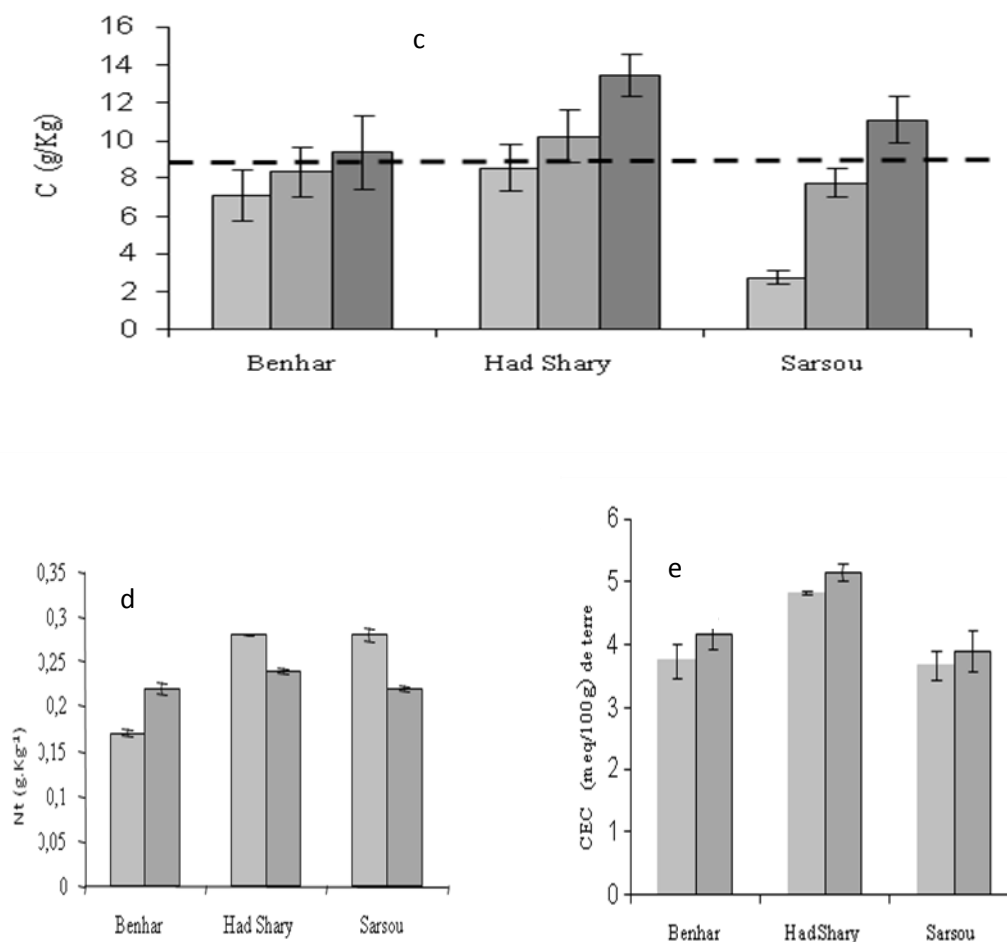


Figure1 .Variation du pH (a), de la conductivité électrique (CE)(b), du carbone organique (c), de l'azote total (Nt)(d)et de la capacité d'échange cationique (CEC)(e) du sol rhizosphérique. En pointillé, niveau optimal de carbone pour la culture de l'olivier.

2-2-3-Biodisponibilité du potassium

A l'instar des sols globaux, les sols rhizosphériques et les rhizoplans se caractérisaient par des teneurs en potassium bio disponible très élevées. Les teneurs en potassium immédiatement disponible (KS) fluctuaient dans les sols rhizosphériques de 9,75 à 15,21 mg/100g de terre et dans les rhizoplans entre 14,04 et 17,68 mg/100g de terre (fig. 2a). Les teneurs en potassium assimilable (KNH_4^+) variaient de 26,39 à 31,86mg/100g de terre dans les sols rhizosphériques et de 36,01 à 39 mg/100g de terre dans les rhizoplans (fig. 2b). Les teneurs en potassium non échangeable (Kne) variaient de 22,49 à 36,92 mg/100g de terre dans les sols rhizosphériques et de 81,9 à 90,74 mg/100g de terre dans les rhizoplans (fig. 2c). La rhizosphère s'est enrichi significativement ($p \leq 0,001$) en KS, en KNH_4^+ et en Kne. L'accumulation la plus importante en potassium a été observée au niveau des rhizoplans. Nos résultats ont montré que malgré une teneur en KNH_4^+ du sol global supérieure à celle suffisante pour satisfaire les besoins de croissance de l'olivier, la rhizosphère a continué à s'enrichir en potassium assimilable. Ces résultats sont en accord avec ceux de Wang et Zabowsky, (1998), Yanai et al., (2000), Turpault et al., (2005) et Zhu et al., (2006) ; Mouas Bourbia et al., 2013, 2015). L'absorption du potassium par l'olivier diminue sa concentration au voisinage de la racine. A l'opposé les microorganismes plus nombreux dans la rhizosphère intensifient la décomposition de la matière organique et avec la diminution du pH augmentent l'altération des minéraux (Wang et Zabowsky, 1998). De plus, le transfert de potassium par mass flow vers la racine augmente la concentration du potassium, dans la rhizosphère. Dans le cas présent, il semblerait que les processus de la rhizosphère qui induisent une libération du potassium couplés à un

prélèvement du potassium par la racine de l'olivier réduit en période de repos végétatif ont conduit à un enrichissement de la solution du sol rhizosphérique comparativement à celle du sol global.

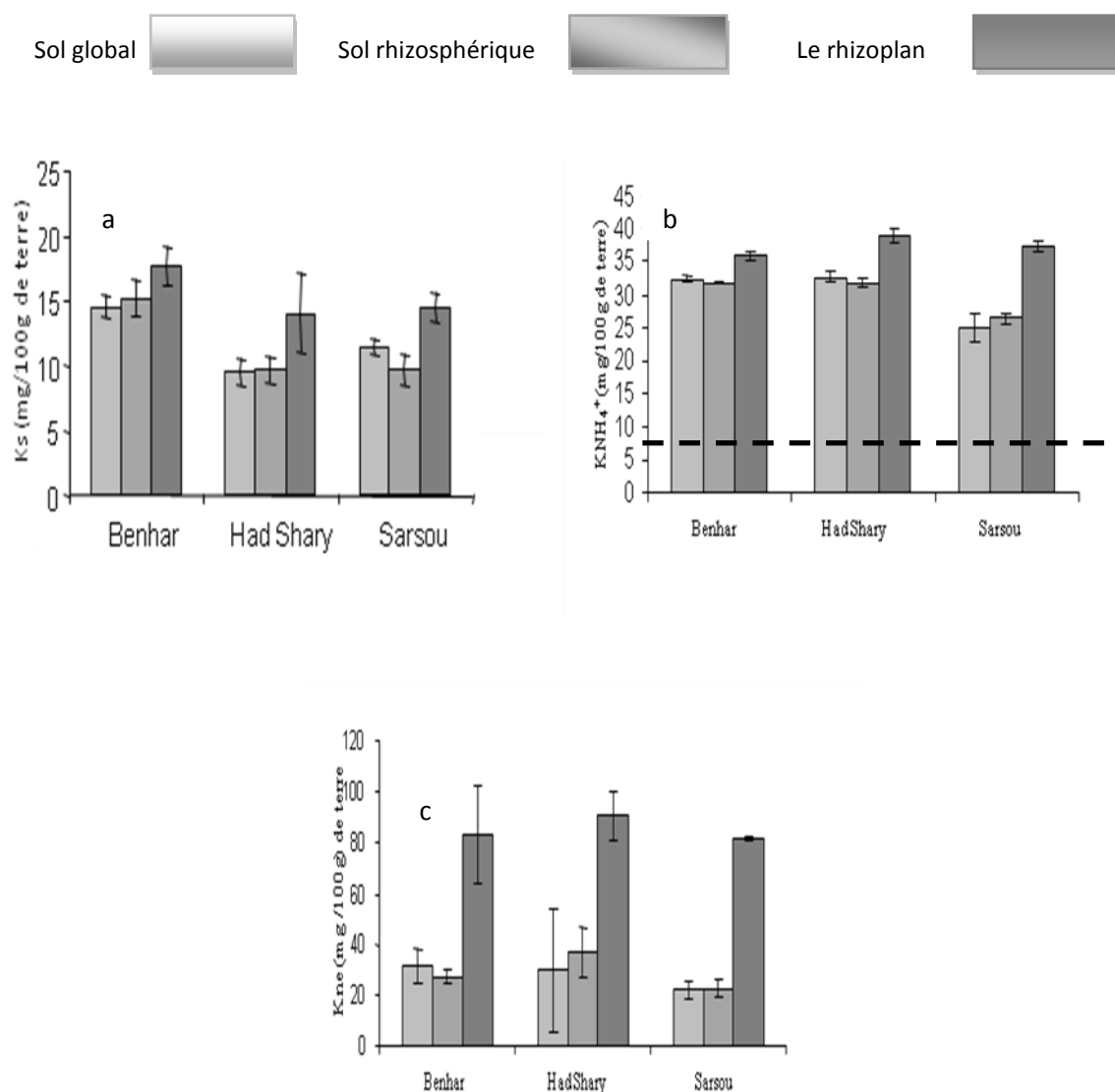


Figure 2. Enrichissement en forme biodisponible du potassium dans la rhizosphère. En pointillé la teneur optimale en potassium assimilable du sol pour la culture de l'olivier.

3- Potassium foliaire

Les résultats de la mesure du potassium foliaire sont présentés au niveau de la figure 3. En se référant aux normes proposées par Mhiri (2002), la teneur en potassium foliaire des 3 oliveraies était adéquate. Les valeurs du potassium foliaire étaient optimales, la plus élevée étant celle enregistrée au niveau de l'oliveraie de Benhar qui est de l'ordre 0,7% (figure 3).

De plus, le diagnostic visuel des oliveraies in situ n'avait pas révélé de symptômes de carence foliaire en potassium. Les oliveraies étant conduites en irriguées, les teneurs foliaires en potassium ainsi que les teneurs en KNH_4^+ du sol rhizosphérique et du rhizoplan nous ont permis de conclure que la nutrition potassique des oliveraies était adéquate. Ainsi, ces teneurs en potassium dans les feuilles ont confirmé la richesse des sols en potassium disponible pour la plante. Cependant, le potassium foliaire ne présentait pas de corrélation ni avec le potassium immédiatement disponible ni avec le potassium assimilable des 3 fractions de sol qui sont pourtant les pools de potassium qui alimentent les cultures. Des résultats similaires, soit l'absence de corrélation entre le potassium foliaire et le potassium assimilable ont été trouvés par Mhiri (2002) pour des

oliveraies tunisiennes. Par contre, Mouas Bourbia et al., (2013) ont montré que le potassium foliaire de 16 oliveraies du Nord de l'Algérie était corrélé non pas avec le KNH_4^+ du sol global mais avec celui du sol rhizosphérique. La présence d'une corrélation significative et positive avec le potassium non échangeable ($r=0,66$) semble indiquer que l'olivier prélève aussi sur le pool non échangeable.

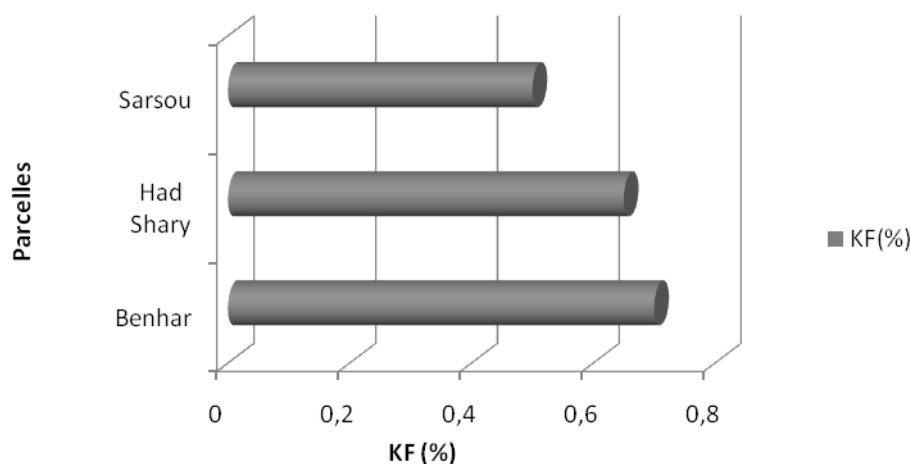


Figure 3: Niveau en potassium foliaire des trois oliveraies

Conclusion

Les résultats ont permis de mettre en évidence un enrichissement systématique des formes biodisponibles du potassium à l'interface sol-racine de l'olivier. Parallèlement au changement des formes biodisponibles du potassium dans la rhizosphère de l'olivier, des modifications chimiques significatives de certaines propriétés de la rhizosphère ont été mises en évidence. Une diminution de la conductivité électrique dans la rhizosphère des trois stations est aussi observée. La teneur en matière organique du sol et la CEC sont plus élevées dans la rhizosphère. L'augmentation de la teneur en matière organique dans la rhizosphère a relevé le niveau de matière organique à l'interface sol racine au niveau optimum pour la culture de l'olivier. Cet enrichissement en carbone organique du rhizoplan semblerait plus important lorsque l'olivier est plus âgé. Néanmoins une amélioration des propriétés chimiques de la rhizosphère est observée quelque soit l'âge de l'arbre. Ces propriétés du sol sont fortement impliquées dans sa fertilité. Les teneurs en potassium foliaire des feuilles de l'olivier ont confirmé la richesse en potassium du sol global mais aussi du sol rhizosphérique et du rhizoplan des trois oliveraies. Au rôle primordial de l'olivier dans l'amélioration des conditions édaphoclimatiques, vient s'ajouter l'effet rhizosphérique qui se traduit par une concentration des nutriments et de la matière organique à proximité immédiate de la racine.

Remerciements

Nous remercions les oléiculteurs qui nous ont autorisés à prélever les échantillons de sol et de feuilles. Nos remerciements vont également à Mme Yefsah pour son aide lors de l'analyse des échantillons.

Références bibliographiques

- Argenson C., Regis S., Jourdain J.M., Vays P. 1999.** Centre technique Interprofessionnel des fruits et légumes (CTIFL). In: L'olivier (Ed. Maison neuve) 204p.
- Barré P., Velde B., Catel N., Abbadie L. 2007b.** Soil-plant potassium transfer: impact of plant activity on clay minerals as seen from X-ray diffraction. *Plant and Soil* **292**,137-146.
- Barré P., Velde B., Fontaine C., Catel N., Abbadie L. 2008.** Which 2:1 clay minerals are involved in the soil potassium reservoir? Insights from potassium addition or removal experiments on three temperate grassland soil clay assemblages. *Geoderma* **146**, 216- 223

- Bagayoko M., Alvey S., Neumann G., Buerket A. 2000.** Root-induced increases in soil pH and nutrient availability to field grown cereals and legumes on acidic sandy soils of Sudano-Sahelian West Africa. *Plant and Soil* **255**, 117-127.
- Ben Mimoun M.,2002.** La gestion de la fertilisation potassique en arboriculture fruitière. Atelier gestion de la fertilisation potassique. Institut National Agronomique de Tunisie. n°10.pp1-12
- Bouat A. Renaud P. et Dulac J.,1954 :** Etude sur la physiologie de la nutrition de l'olivier.
- Calvet R. 2003.** Le sol propriétés et fonctions. T2 : Phénomènes physiques et chimiques. Ed. France Agricul.,511p.
- Calvet G. et Villemin P, 1986** - interprétation des analyses de terre, IPAS, SADEF-SCPA, Aspach le Bas, France,25 p.
- Davet P .,1996 :** Vie microbienne du sol et production. Ed I.N.R.A.344 p.
- Freeman M., Carlson RM. 1994.** Mineral Nutrient Availability. In: Olive Production Manual,Ferguson et al., eds. Publication **3353**. University of California, 69-75.
- Gargouri K., Mhiri A. 2002.** Relationship between soil fertility. Phosphorus and Potassium nutrition of the olive groves in Tunisia. Option méditerranéennes Series **A50**, 199-204.
- Girard M C., Walter C., Remy J.C., Berthelin J et Morel J.L., 2005 :** Sol et environnement. Ed. Dunod, Paris. 816 p.
- Gobran G., Clegg S., 1995:** A conceptual model for nutrient availability in the mineral soil-root system.University of Environmental Sciences.
- Halitim A., 1988 :** Les sols des régions arides d'Algérie. O.P.U Alger.384.
- Hinsinger P. 2001.** Bioavailability of trace elements as related to root-induced chemical changes in the rhizosphere. In trace element in the rhizosphere (G.R. Gobran, W.W. Wenzel and E. lombi Eds.) CRC Press LCC, Boca Raton, USA, 25-41.
- Hinsinger P., Plassard C., Tang C ., et Jaillard B., 2003.** Origins of root-mediated pH changes in the Rhezosphere and there reponses to environnemental constraints: Areview. *Plant and Soil* **248.**, Montpellier(France).43-59 pp.
- Jackson M.L. 1967.** Soil Chemical Analysis. Asia publishing House, Bombay, India.
- Li X., Lu J., Wu L., Chen F. 2009.** The difference of potassium dynamics between yellowish red soil and yellow cinnamon soil under rape seed (*Brassica napus* L.)–rice (*Oryza sativa* L.) rotation. *Plant Soil* **320**,141-151.
- Martinez R.L., Sanchez C.M. 1975.** Fertilisation II. Séminaire oléicole international 6-17 octobre. Cordoue (Espagne), 48-46.
- Mhiri A.,2002.** Le potassium dans les sols de Tunisie. Atelier sur la gestion de la fertilité potassique,Aquis et perspectives de la recherche. Institut national agronomique de Tunisie.
- Mouas Bourbia S., Barré P. , Boudiaf Naït Kaci M., Derridj A. et Velde B. 2013** Potassium status in bulk and rhizospheric soils of olive groves in North Algeria. *Geoderma* **197-198** 161-168
- Mouas-Bourbia S., Barré P., Boudiaf-Nait Kaci M., Mouffok M., Rebbouh,M.; Kessouri L., Ouahab H.; Derridj A. et Velde B. 2015.** Influence of *Olea europea* L. and *Ficus Carrica* L. fine root activity on the K biodisponibility and clay mineralogy of the rhizosphere. *Eurasian Journal of Soil Science* **4 : 1.** 10
- Quemener, J., 1979.** The measurement of soil potassium. IPI. Research topics N° 4. Ed. International Potash Institute, Bern/Switzerland. 48p.
- Restrepo-Diaz H., Benloch M., Navarro C., Fernandez-Escobar R. 2008.** Potassium fertilization of rainfed olive orchards *Scientia Horticulturae* **116**, 399-403.
- Romheld V., Neuman G. 2006.** The rhizosphere: Contributions of the Soil-Root interface to sustainable soil systems in Biological Approach, to sustainable soil systems. Ed. CRC Taylor and Francis Group, 91-103.
- Romheld V., Kirkby E.A. 2010.** Research on potassium in agriculture: needs and prospects. *Plant and soil* **335**, 155-180.
- Soyergin S., Moltay I., Genc C., Fidan A.E., Sutcu A.R. 2002.** Nutrient Status of Olives Grown in the Marmara Region. *Acta Hort.* **586**, 375-379.
- Stengel P.et Gelin S., 1998 :** Sol interface fragile. Ed. I.N.R.A. 213-283 pp.
- Turpault M.P., Ultramontain C., Bonnaud P., 2001.** Dynamique saisonnière des propriétés physico-chimiques et mineralogiques du sol rhizosphérique et global dans un écosys-tème forestier acide .Ed INRA. Champenois. Nancy.2p.
- Turpault M. P., Uterano C., Boudot J.P., Ranger J. 2005.** Influence of mature Douglas fir roots on the solid soil phase: rhizosphere and soil solution chemistry. *Plant and soil.* **275**, 327-336.
- Turpault M.P., Gobran G.R. et Bonnaud P. 2007.** Temporal variations of rhizosphere and bulk soil chemisty in a Douglas fir stand. *Geoderma* **137**, 490-496.

Vincenzo D.M., Arienzo M., Adamo P., Violante P. 2003. Availability of Potassium, Calcium, Magnesium, and Sodium in “Bulk” and “Rhizosphere” Soil of Field-Grown Corn Determined by Electro-ultrafiltration *Journal of plant nutrition* Vol. **26(6)**, 1149-1168.

Violante P., Adamo P., FellecA D., Palmeri G., et Palmiro F. 1998. N, K and P distribution in rhizosphere and bulk soils of field grown maize. Symp. N° 43, 16th World Cong.of Soil Science, Montpellier, (France).

Wang Z.Y., Kelly J.M., Kovar J.L. 2004. In situ, dynamic of phosphorus in the rhizosphere solution of five species. *J. Environ. Qual.* **33**, 1387–1392.

Wang X., Zabowski D., 1998. Nutrient composition of Douglas-fir rhizosphere and bulk soil solutions. *Plant and Soil* **200**,13-20.

Yanai J., Lee C.K., Umeda M., Kosaki T. 2000. Spatial variability of soil chemical properties in a paddy field. *Soil Sci Plant Nutr.*, **46**, 473-482.

Zhu H., Liu Z., Wang C., Zhong Z. 2006. Effects of intercropping with persimmon on the rhizosphere environment of tea. *Front. Biol. China* **4**, 407-410.