

VALORISATION DES MARGINES POUR AMELIORER LA QUALITE DES SOLS DANS LES ZONES ARIDES TUNISIENNES

BOUJILA Khedija^{1*}, ELLEFI Kamel² et TAAMALLAH Houcine³

⁽¹⁾Département de Science de Production végétale de l'Institut National Agronomique de Tunisie (INAT) Université de Carthage, 43, Avenue Charles Nicolle-Tunis-Mahrajène, Tunisie

⁽²⁾Ecole Supérieure d'Agriculture de Mograne, Tunisie

⁽³⁾Laboratoire d'Érémologie et Lutte Contre la Désertification de l'Institut des Régions Arides, Médenine, Tunisie

*E-mail: bouajilakhedija@yahoo.com

Résumé.- Les sols des régions arides sont relativement pauvres en matière organique. Cet appauvrissement est accéléré par l'intensification des cultures, la texture légère de ces sols et le non restitution des résidus des cultures dans le sol. L'épuisement de la matière organique de ces sols accentue la dégradation et la diminution de leur fertilité favorisant ainsi les processus d'érosion et de désertification. Afin de préserver ces sols et maintenir leur productivité, l'apport des amendements organiques devient indispensable. Cependant, ces amendements ne sont pas toujours disponibles et leur qualité laisse souvent à désirer. Parmi ces amendements, les margines peuvent constituer un éventuel amendement pour les sols des régions arides pauvres en cet élément. Dans ce cadre, nous avons procédé à un essai d'épandage de margines sur un sol sablonneux de Médenine (sud de la Tunisie) non cultivé en pots dans le but de valoriser les effets bénéfiques et néfastes de cet effluent sur les caractéristiques chimiques du sol. Trois doses croissantes des margines ($T_{50} = 50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$; $T_{100} = 100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ et $T_{200} = 200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) ont été appliquées et comparées à un témoin non amendé. Le taux de matière organique a augmenté au fur et à mesure des application des doses croissantes des margines (0.81%; 1.53% et 3.2% pour les traitements T_{50} ; T_{100} et T_{200}) par rapport au témoin (0.3%). Des diminutions de ces taux ont été enregistrés au cours du temps. En outre, les deux types d'irrigation ne modifient que légèrement les teneurs de la matière organique dans les sols. Les concentrations en potassium échangeable augmente avec les doses des margines appliquée (50, 240 et 330 mg/kg pour les traitements 50; 100 et 200 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$) contre 39 mg/kg pour le témoin. Alors que l'application des irrigations n'a pas affecté les teneurs en potassium échangeable. Parcontre le pH des échantillons traités restent inchangés. Ainsi que la conductivité électrique du sol n'a pas augmenté d'une manière significative.

Mots clés: valorisation des margines, amendements organiques, fertilisation, sols des zones arides.

VALORIZATION OF OIL MILL WASTEWATER (OMW) TO IMPROVE THE QUALITY OF SOILS IN TUNISIAN DRYLANDS

Abstract.- Soils of arid regions are relatively poor in organic matter. This depletion is accelerated by crop intensification, the light texture of the soil and the non return of crop residues in the soil. Thus, the depletion of organic matter in these soils increases the degradation and depletion of soil fertility and promotes erosion and desertification processes. To preserve and maintain soil productivity, the contribution of organic amendments is essential. However, these improvements alterations are not always available and their quality is often poor and we use other sources of organic amendments. Among these amendments is oil mill wastewater (OMW) which may constitute a possible amendment to the poor soils of arid regions. As part of the agricultural use of OMW as fertilizer, we conducted a test application of OMW on the sandy soil of Medenine (southern Tunisia), not grown in pots in order to enhance the beneficial or negative effects of this effluent on chemical soil characteristics. The experiment was conducted in pots over 3 months. Three increasing doses of OMW ($T_{50} = 50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$; $T_{100} = 100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ and $T_{200} = 200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) were applied and compared to an unfertilized control, with or without the application of fresh or salt water as irrigation. The rate of organic matter increased progressively with the increasing doses of oil mill wastewater (0.81%; 1.53% et 3.2% for the treated samples T_{50} ; T_{100} et T_{200}) compared to the control (0.3%). Decreases in these rates were recorded over time. In addition, these two

types of irrigation modify only slightly the contents of organic matter in soils. Concentrations of exchangeable potassium increased with the dose of applied OMW (50; 240 et 330 mg/kg for the treated samples 50; 100 et 200 m³ ha⁻¹) compared to the control (39 mg/kg). However, the application of irrigation did not affect the levels of this parameter, the pH of the treated samples remained unchanged, and the electrical conductivity of the soil did not increase at an alarming rate.

Key words: valorization of oil mill wastewater (OMW), organic amendment, fertilization, soils in Tunisian arid lands.

Introduction

Les margines sont des eaux de végétation qui sont générées lors de l'extraction de l'huile d'olive vierge. Ce sont des effluents riches en matière organique (composés phénoliques, lipides, sucres, protéines...) et en sels minéraux (potassium, sodium, magnésium...). Ces margines sont souvent épandues de manière incontrôlée sur les sols agricoles ou stockées dans les cuvettes, exposant ainsi les systèmes eau-sol-plante à une pollution inéluctable [1].

L'utilisation de cet effluent à des fins agricoles est la voie de valorisation envisagée par ce présent travail compte tenu de sa richesse en éléments fertilisants [2] et leur stimulation du développement de la microflore du sol [3,4]. A l'état frais, la marge se caractérise par un contenu élevé en matière minérale, composée essentiellement de potassium et aussi de sodium, d'azote, de calcium, de magnésium, de chlorures et de phosphore. En plus, la marge a une conductivité électrique élevée. Toutefois, ces éléments peuvent se présenter en quantités déséquilibrées et entraîner des anomalies telles que la surcroissance végétative et l'altération de la qualité des produits [5].

Le contenu organique des margines améliore le développement des microorganismes du sol qui se traduit par une amélioration de ses caractéristiques physiques et chimiques. Ces enrichissements justifient l'intérêt de la valorisation agricole des margines qui peut correspondre soit à une fumure de fond, soit à une fumure d'entretien et qui peut s'effectuer par épandage sur le sol soit directement, soit après stockage [6,8].

En Tunisie, BEN ROUINA *et al.*, (2008) ont testé l'utilisation agricole des margines brutes en vergers d'oliviers et en ont conclu que leur épandage annuel dans des conditions bien définies (doses et périodes d'épandage) s'accompagne d'une amélioration des propriétés physico-chimiques du sol, de sa capacité de rétention en eau et de son activité biologique [9].

La marge est riche en matière organique (carbone) et d'autres composantes des molécules organiques tel que l'azote. Ajoutée au sol, il modifie son stock en carbone [10]. D'autre part, les irrigations ne semblent pas modifier les taux de carbone des sols traités par des margines. Les résultats de TAAMALLAH (2007) obtenus au champ et lors des essais en pots ont montré qu'en ajoutant les margines, le taux de matière organique augmente avec les doses appliquées. Les irrigations ne semblent modifier que légèrement le taux de matière organique des sols traités [11].

Cette étude a pour objectif principal la valorisation des margines comme fertilisant pour améliorer la qualité des sols dégradés, et l'étude des effets de l'application de cet

fertilisant (OMW) sur les propriétés chimiques d'un sol limono-sablonneux dans des conditions arides de la Tunisie, avec l'application de deux régimes d'irrigation par l'eau salée (7g/l) et par l'eau douce (1g/l), deux fois au cours des trois mois.

1.- Matériel et méthodes

1.1.- Sol et margine testé

Le prélèvement de ce type de sol a été effectué dans une parcelle expérimentale, situé à l'Institut des Régions Arides (IRA) situé à El Fjé appartenant au gouvernorat de Médenine situé au sud-est de la Tunisie: Nord latitude: 33° 21' 16" Est longitude: 10° 30' 19". Le climat est de type aride inférieur à hiver généralement doux. Il se caractérise par une distribution irrégulière des précipitations durant toute l'année avec une moyenne annuelle variant entre 130 et 190 mm. La température moyenne annuelle est de 19.3°C. Les échantillons des sols ont été séchés à l'air libre et tamisés à 2mm puis homogénéisés. Les caractéristiques physico-chimiques du sol ont été déterminées au Laboratoire d'Érémologie et Lutte Contre la Désertification de l'Institut des Régions Arides Médenine - Tunisie, et sont présentées dans le Tableau I.

Tableau I.- Caractéristiques physico-chimiques du sol

(A: Argile; L: Limon; SF: Sables fins; SG: Sables Grossiers; MO: Matière Organique; CE: Conductivité électrique)

Granulométrie (%)				Calcaire (%)		Gypse	M.O	CE	pH	da
A	L	SF	SG	total	Actif	(%)	(%)	(dS/m)		
2.02	7.90	86.50	2.90	15.50	2.50	4.01	0.30	0.95	7.90	1.20

Les margines utilisées ont été collectées au niveau du bassin de décantation d'une huilerie moderne près de l'IRA Médenine (Tunisie). Ces principales caractéristiques chimiques avant la conduite de l'expérimentation, sont présentées dans le tableau II.

Tableau II.- Caractéristiques chimiques des margines utilisés

(MS: Matière Sèche, MO: Matière Organique, MM: Matière Minérale, MAT: Matière Azoté Total, CE: Conductivité Electrique, P: phosphore assimilable, K: potassium échangeable, Na: sodium, Ca: calcium, Mg: magnésium)

	pH	MS (%)	CE (mS/cm)	MO (%)	MM (%)	P (%)	MAT (%)	K ⁺ (%MS)	Na ⁺ (%MS)	Ca ⁺⁺ (%)	Mg ⁺⁺ (%)
Margine	5.50	11.50	18.60	8.85	1.37	0.03	0.07	2.92	0.13	0.07	0.06

1.2.- Traitement du sol à la margine

Les margines ont été suffisamment homogénéisées avant leur utilisation, puis incorporées au sol déjà préparé et mis dans les pots (dont le volume est de 4 litres chacun) selon les traitements suivants: T₅₀: 50 m³ ha⁻¹; T₁₀₀: 100 m³ ha⁻¹; T₂₀₀: 200 m³ ha⁻¹. Etant donné que la superficie du sol au niveau des pots est de 0,018 m² (diamètre correspondant à 15 cm), les doses de margines appliquées par pot correspondent à 90 ml pour la dose 50 m³ ha⁻¹, 180 ml pour la dose 100 m³ ha⁻¹ et 360 ml pour la dose 200 m³ ha⁻¹. Ces traitements ont été comparés à un témoin non amendé (T₀: 0 m³ ha⁻¹) et pour chaque traitement, trois répétitions ont été réalisées (figure1).



Figure 1.- Essai en pots de l'épandage de margine d'un sol sablo-limoneux sous climat aride Tunisien

Les applications ont été réalisées à la surface du sol mis dans les pots et un grattage superficiel a été réalisé afin d'incorporer les margines dans le sol simulant ainsi des applications de terrain qui ont été suivies par un labour après chaque application.

Les pots ont été mis à l'extérieur (exposés au vent, au soleil et à la pluie) pour simuler les conditions naturelles de la région.

L'application des margines a démarré fin février 2010. Les pots ont reçu un seul épandage de margines. Le nombre total des pots est 84 pots dont: 12 pots traités par la margine, sans irrigation; 36 pots traités par la margine et irrigué aussi chaque semaine à raison de 250 ml/ pot correspondant à 12.5 mm d'eau salée (eau de puits avec une salinité de 7g/l); 36 pots traités par la margine, avec une irrigation douce chaque semaine à raison de 250 ml/ pot correspondant à 12.5 mm d'eau douce (1g/l).

Ces traitements se distinguent par les doses de margines appliquées, l'irrigation ou non par l'eau douce ou salée. Etant donné que le sol utilisé a une humidité volumique à la capacité au champ (pF 2.5) de 14.5% et une humidité volumique au point de flétrissement permanente (pF 4.2) de 1.5%, les doses d'eau appliquées fixées doivent permettre de ramener le sol sec à la capacité au champ (cc) ce qui correspond à 175 ml/pot. En plus, une fraction lessivante de 75 ml par pot permettant la récupération d'une quantité d'eau de lessivage a été ajoutée et servira pour l'analyse de la conductivité électrique.

Cependant, et après application des margines, les caractéristiques hydriques du sol ont changé et la quantité d'eau de lessivage était très faible.

Trois échantillons de chaque traitement ont été prélevés après chaque date de prélèvement (D₁ le premier jour du démarrage de l'expérience, D₂ après 30 jours et D₃ après 60 jours). Des extractions périodiques de matière organique, azote total, pH, potassium, conductivité électrique ont été effectuées. Les échantillons analysés ne concernent que la couche superficielle qui a été traitée avec les margines.

1.3.- Analyses chimique des échantillons du sol traités

Le carbone a été analysé par la méthode D'ANNE (1992) [12]. L'analyse de l'azote total a été déterminée par la méthode kjeldahl [13]. L'analyse du potassium a été faite par l'extraction avec l'acétate d'ammonium puis a été dosé par photomètre à flamme selon les

méthodes décrites par PAUWELS *et al.* (1992) [12]. Enfin, l'analyse du $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ a été réalisée à l'aide d'un pH-mètre sur des solutions sol/eau au 1/5 [14].

1.4.- Traitement statistique des données

L'analyse statistique des données relatives aux divers paramètres a été réalisée par le logiciel SPSS (V.20). L'ensemble des mesures a fait l'objet d'une analyse de la variance à un seul facteur pour vérifier au seuil de risque 5% [15,16]).

2.- Résultats et discussion

2.1.- Effet des margines sur le pH du sol

Le suivi de l'évolution du pH de l'essai conduit en pots, présenté sur la figure 2, montre que le pH du sol diminue légèrement pour tous les traitements par les margines. En effet, le pH enregistré pour tous les traitements est de l'ordre de 7.

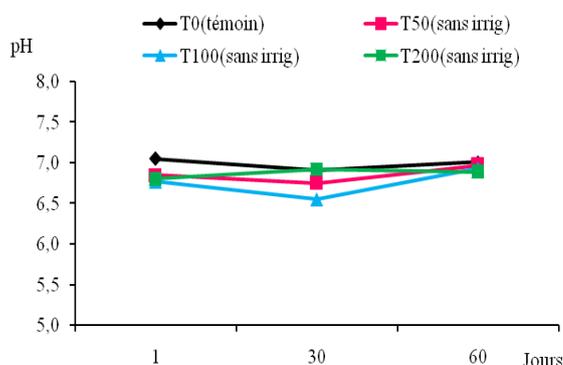


Figure 2.- Effet de l'épandage de margines sur le pH du sol (sans irrigation)

Bien que les margines avaient un pH acide (5.5), leur épandage à différentes doses ne modifie pas le pH du sol (figure 3).

Il se remarque des fluctuations aléatoires de ce paramètre durant toute la période d'observation et pour tous les traitements sans que les différences soient remarquables. Ceci s'explique par le fait que le sol utilisé est riche en calcaire et présente, par conséquent, un pouvoir tampon.

Il y a lieu de signaler que le pH des échantillons du sol traités par les différentes doses de margine et soumis à des irrigations par l'eau douce et ceux ayant subi des irrigations par l'eau salée, ne présentent pas des différences remarquables avec le sol témoin pour les trois traitements, au cours du temps. Ainsi, ces irrigations n'engendrent aucune modification du pH pour une même dose de margine appliquée (figure 3).

Il est à noter que la période de suivi est relativement courte pour pouvoir déceler les différences au niveau du pH.

BEN ROUINA et TAAMALLAH (2000), après avoir assuré un suivi régulier d'un sol calcaire irrigué avec des margines, ont constaté que le pH reste inchangé au fil des années [17]. Ceci est dû au pouvoir tampon élevé des sols relativement riches en calcaire

actif. Ce résultat est confirmé par LEVI-MINZI *et al.* (1992) [18]; LACHGUER *et al.* (2002) [19]; BENZARTI (2003) [10] et TAAMALLAH (2007) [11] qui signent que bien qu'étant acides, les margines ne modifient que légèrement le pH du sol grâce au pouvoir tampon du sol lui-même.

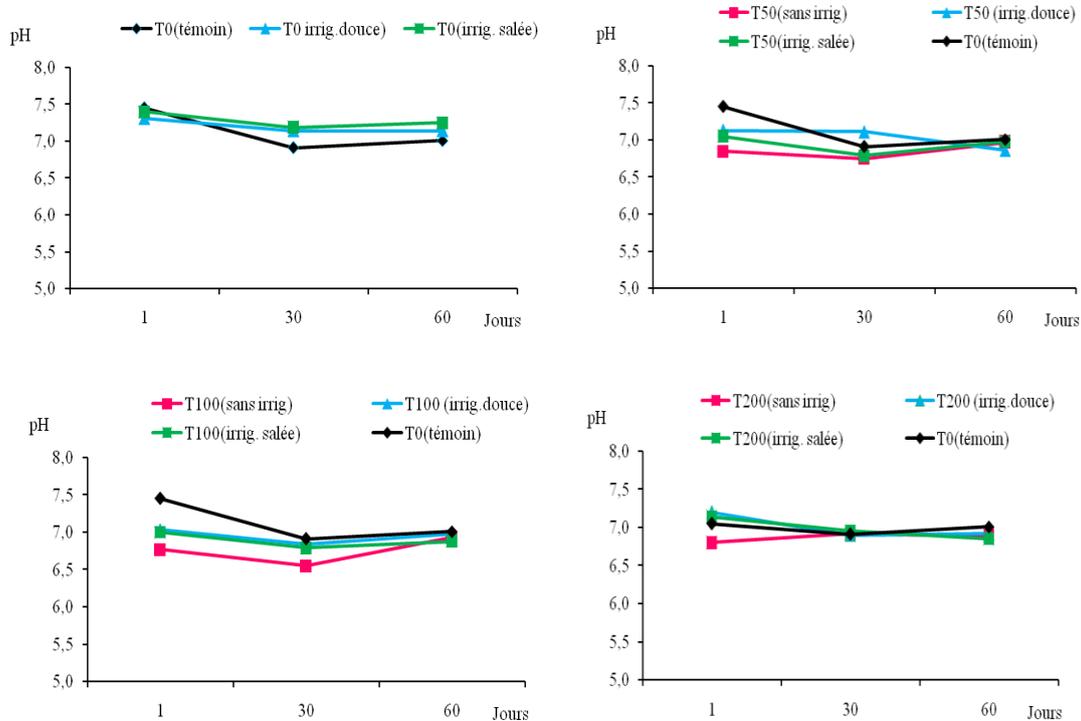


Figure 3.- Effet de l'irrigation douce et salé sur le pH des sols traités avec différentes doses de margines (essai en pots)

2.2.- Effet des margines sur les teneurs en potassium échangeable

Le suivi de l'évolution du potassium échangeable dans le sol de l'essai conduit en pots, présenté sur la Figure 4, montre que ce paramètre augmente pour tous les traitements par les margines.

Il est à noter que la différence entre les différents traitements du sol avec la marge est hautement significative ($p < 0.05$). En effet, les résultats obtenus ont montré qu'en ajoutant la marge au sol, le taux de potassium augmente au fur et à mesure par rapport au témoin dans les sols secs et irrigués avec l'eau douce ou salée.

Dans la présente étude, les concentrations en potassium échangeable augmentent avec la dose de margines appliquées. En effet, les teneurs initiales du sol en $K_{éch}$ étaient de l'ordre de 39 mg/kg indiquant que ce sol est pauvre en cet élément, pour le témoin sans irrigation. La concentration de $K_{éch}$ passe à plus de 50, 240 et 330 mg/kg pour les traitements 50; 100 et 200 $m^3 ha^{-1}$. Ces résultats confirment la richesse des margines en potassium (2.92%MS) du fait qu'ils proviennent de la presse de fruits qui stockent, lors de leur maturité, le maximum de potassium [20].

Une légère diminution des concentrations en cet élément a été enregistrée suite à une application des irrigations avec l'eau douce ou salée. Ceci s'explique bien par une

évacuation du potassium en profondeur avec les eaux de drainage. La mobilité de cet élément et la faible capacité d'échanges cationiques du sol ne permettent pas le stockage durable de fortes quantités de potassium échangeable. Ceci confirme le fait que les sols des régions arides tunisiennes sont en majorité basiques, calcaires, de texture grossière et leur capacité d'échange cationique (CEC) est très faible. Ils sont saturés à plus de 95% par le calcium et sont relativement pauvres à très pauvres en potassium échangeable.

L'analyse statistique montre bien qu'il n'y a pas de différence significative entre un même traitement ayant été irrigué par l'eau douce ou salée. On peut constater que l'effet de l'irrigation est relativement limité et n'affecte pas les teneurs en cet élément (figure 5).

Ces résultats confirment ceux trouvés par ALBI et ROS de URSINO (1960) [21]; MORISOT (1979) [20]; AMMAR et BEN ROUINA (1999) [22], BEN ROUINA et TAAMALLAH (2000) [18] et BEN ROUINA *et al.* (2002) [23]; TAAMALLAH (2007) [11] et BENZARTI (2003) [10] qui rapportent que le potassium qui se trouve dans la solution du sol provient essentiellement de la marge incorporée dans le sol et que le potassium contenu dans les marges peut remplacer de façon avantageuse le potassium des engrais minéraux.

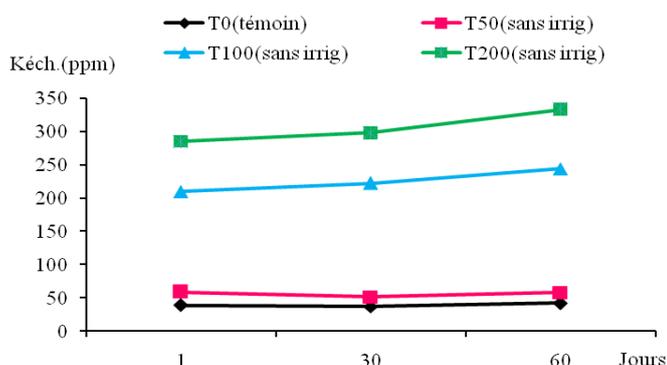


Figure 4.- Effet des margines sur le potassium échangeable (essai en pots).

2.3.- Effet des margines sur la salinité du sol

Le suivi de l'évolution de la conductivité électrique dans le sol de l'essai conduit en pots, présenté sur la figure 6, montre que ce paramètre augmente pour tous les traitements avec les margines.

L'essai en pot montre que la salinité augmente significativement ($p < 0.05$) avec les doses de marge. En effet, d'une conductivité électrique de 1.5 mS/cm pour le sol témoin, la salinité du sol passe à plus de 13 mS/cm pour les échantillons du sol ayant reçu la dose la plus élevée T ($200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$).

En ce qui concerne la dose $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, le maximum atteint est de 3.62 mS/cm, taux légèrement supérieur à celui du témoin. Tandis que, le maximum atteint pour la dose $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ est de l'ordre de 8.91 mS/cm (figure 6).

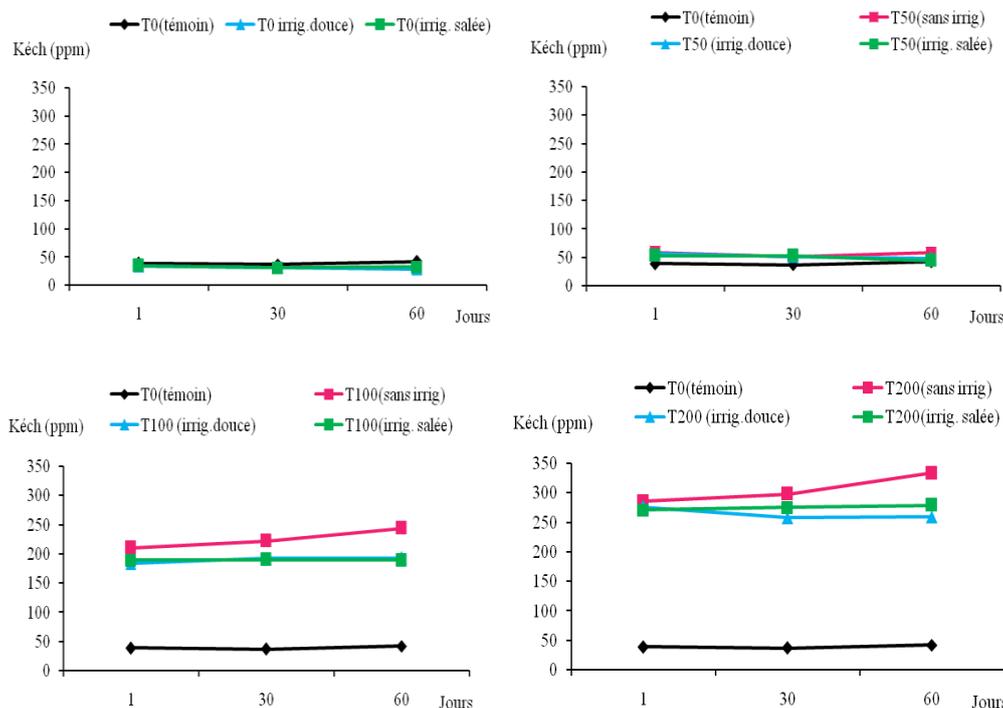


Figure 5.- Effet de l'irrigation douce et salé sur le potassium échangeable des sols traités avec différentes doses de margines (essai en pots).

Ces résultats confirment ceux trouvés par TAAMALLAH (2007) [11] et BENZARTI (2003) [10] qui notent que la salinité du sol augmente avec la dose de margine.

L'essai en pots montre aussi que les irrigations avec l'eau douce ou salée provoquent une légère augmentation de la salinité du sol. En effet, d'une conductivité électrique de 1,5 mS/cm pour le sol témoin, la salinité du sol passe à plus de 15 mS/cm pour les échantillons du sol ayant reçu la dose la plus élevée T (200 m³ ha⁻¹) et irrigués deux fois avec l'eau salée.

Le maximum atteint pour les échantillons de sol ayant subi la même dose de margine avec des irrigations d'eau douce est de l'ordre de 13.09 mS/cm (figure 7).

Cette augmentation est due principalement à la forte évaporation qui engendre une concentration des sels à la surface accentuée par une faible quantité d'eau d'irrigation ne permettant pas la lixiviation des sels en profondeur, bien que le sol utilisé a une texture légère avec une forte perméabilité.

Ces résultats ne sont pas conformes avec les résultats trouvés par TAAMALLAH (2007) [11] qui a montré une chute de la conductivité au cours de son expérience en pots, expliquée par la forte précipitation engendrée au cours de cette période.

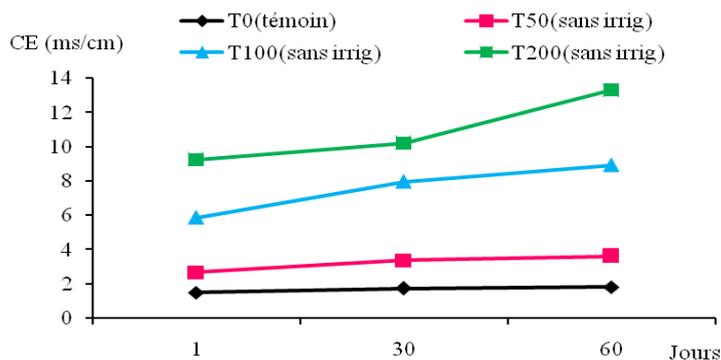


Figure 6.- Effet des margines sur la conductivité électrique (essai en pots)

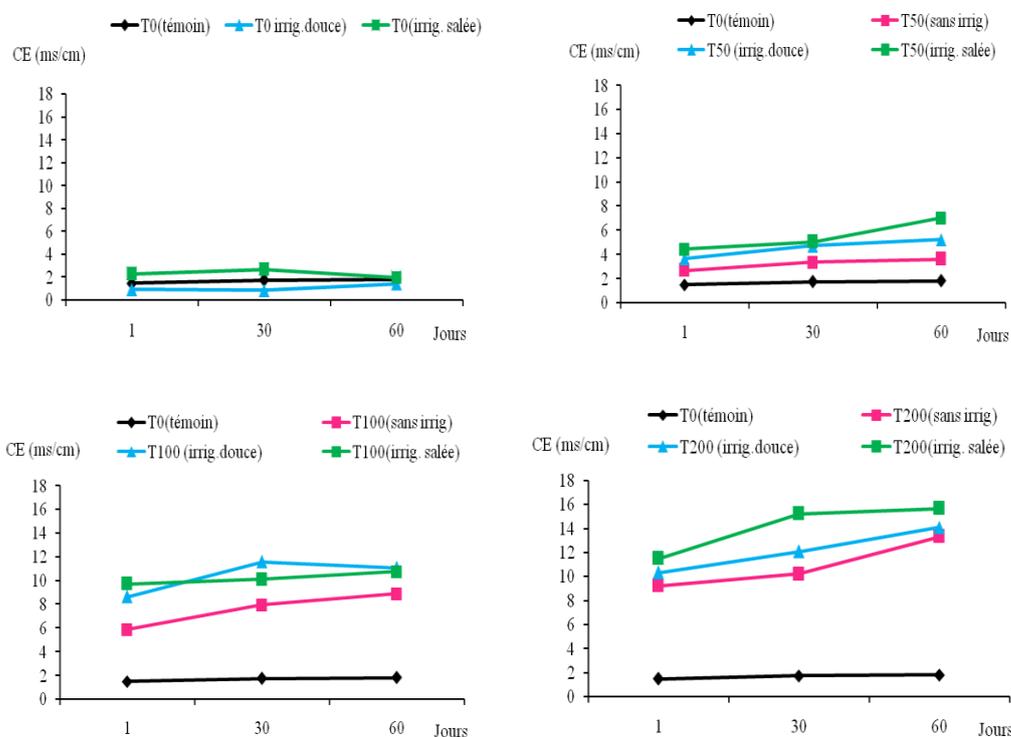


Figure 7.- Effet de l'irrigation douce et salée sur la conductivité électrique des sols traités avec différentes doses de margines (essai en pots)

2.4.- Effet des margines sur la matière organique du sol

La différence entre les traitements du sol avec la marge est hautement significative ($p < 0.05$) en ce qui concerne les teneurs en matière organique. Les résultats obtenus laissent apparaître qu'en ajoutant des doses croissantes de marge au sol, le taux de matière organique augmente au fur et à mesure par rapport au témoin T_0 (sans marge) (figure 8).

Effectivement, le sol témoin (T_0) présente 0.3% de matière organique, et il est respectivement de 0.81%; 1.53% et 3.2% pour les traitements T_{50} ($50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$); T_{100} ($100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) et T_{200} ($200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$).

Ceci s'explique par l'apport de la margine non diluée en doses croissantes augmente remarquablement la teneur en matière organique.

Cependant, et à la fin de l'essai, un léger abaissement des taux de la matière organique par rapport à l'état initial, est noté. Le sol témoin (T_0) passe de 0.3 à 0.16% de matière organique et il est respectivement de 0.3%; 1.03%; et 1.7% pour les traitements T_{50} ; T_{100} et T_{200} .

Cet abaissement pourrait être dû à la minéralisation ou bien l'humification du carbone par les micro-organismes du sol.

Comparativement au témoin, on remarque que les teneurs en matière organique au niveau de T_{50} commencent à chuter après un certain temps pour atteindre des taux comparables à ceux du témoin T_0 à la fin de l'essai, alors que les teneurs pour T_{100} et T_{200} restent significativement différentes du témoin (figure 8).

Les sols conduits en irrigués avec l'eau douce ou salée présentent des taux de matière organique similaires (figure 9).

On constate que les deux types d'irrigation ne modifient que légèrement la teneur de la matière organique dans les sols. Les quantités de matière organique sont toujours de même ordre de grandeur que celles de l'essai d'application des différentes doses de margine sans aucun autre traitement (irrigation d'eau salée, irrigation d'eau douce).

Effectivement, ceci confirme la difficulté de la minéralisation et de la simplification des molécules organiques de la margine, en d'autre terme les molécules phénoliques du margine sont complexes et difficilement biodégradables et en plus les micro-organismes mettent du temps pour s'adapter à ce milieu.

Pour le témoin T_0 (témoin) et étant donné qu'il n'a pas été traité avec des margines, on remarque que le taux de la matière organique diminue faiblement après des irrigations soit avec l'eau douce ou l'eau salée, pour se stabiliser à une valeur de l'ordre de 0.09% pour les deux traitements (figure 9).

Cette diminution n'est pas significative, étant donné que les teneurs en matière organique du sol sont initialement faibles.

Pour les traitements T_{50} , T et T_{200} représentés par la figure 9, les irrigations avec l'eau douce ou salée ont engendré une faible variation. Les différents traitements évoluent de la même façon durant toute la période d'observation.

Les échantillons traités avec $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, leurs teneurs en matière organique ont passé de 0.83% à environ 0.33% alors que les échantillons qui ont subi des irrigations avec l'eau douce, leurs teneurs en matière organique ont passé de 0.75% à 0.32% et les échantillons qui ont subi des irrigations avec l'eau salée, leurs teneurs en matière organique ont passé de 0.6% à 0.2%. Pour les échantillons traités avec $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, leurs teneurs en matière organique ont passé de 1.5% à environ 1.03% alors que les échantillons qui ont subi des irrigations avec l'eau douce leurs teneurs en matière organique ont passé de 1.33% à 1.008% et les échantillons qui ont subi des irrigations avec l'eau salée les teneurs en

matière organique ont passé de 1.18% à 0.92%.

Alors que pour les échantillons traités avec $200 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, leurs teneurs en matière organique ont passé de 3.17% à environ 1.7% alors que les échantillons qui ont subi des irrigations avec l'eau douce, leurs teneurs en matière organique ont passé de 2.59% à 1.28% et les échantillons qui ont subi des irrigations avec l'eau salée, leurs teneurs en matière organique ont passé de 2.3% à 1.27% (figure 9). Cette diminution est attribuée à la minéralisation du carbone par les microorganismes du sol qui sont activés suite à l'enrichissement des parcelles par les margines, et à la migration en profondeur de la matière organique au cours de l'expérimentation.

De même, les irrigations avec l'eau douce ou salée ont des effets peu notables sur la décomposition de la matière organique principalement pour le témoin où la teneur en matière organique dans le sol est faible. En effet, l'évolution des teneurs en cet élément est similaire pour les sols conduits en sec ou en irrigué. Ceci pourrait être expliqué par le fait que le temps consacré à la réaction de l'essai est relativement court et ne permet pas de percevoir la différence entre les différents modes de conduite du sol.

Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par BENZARTI (2003) [10] et TAAMALLAH (2007) [11].

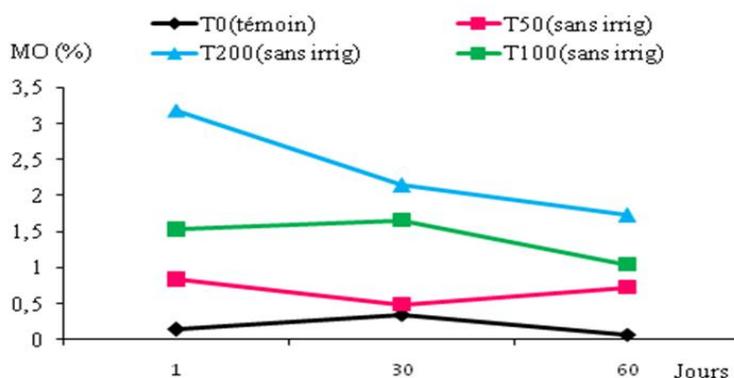


Figure 8.- Effet des margines sur la décomposition de la matière organique (essai en pots).

Conclusion

L'application des margines sur des sols alcalins et calcaires, n'affectent pas le pH du sol, de même que l'application des irrigations avec eau douce ou salée n'engendrent aucune modification significative du pH pour une même dose de margine appliquée. Ceci est attribué, au fait, que les sols sont riches en calcaire et leur pouvoir tampon limite les changements de ce paramètre.

La conductivité électrique du sol n'a pas augmenté d'une manière significative, ce qui pourrait être attribué à la forte perméabilité du sol. Une légère augmentation de la conductivité électrique (CE) est enregistrée lors de l'application des irrigations avec l'eau douce ou salée. Cette augmentation est due principalement à la forte évaporation qui engendre une concentration des sels à la surface accentuée par une faible quantité d'eau d'irrigation ne permettant pas la lixiviation des sels en profondeur, bien que le sol utilisé a une texture légère avec une forte perméabilité.

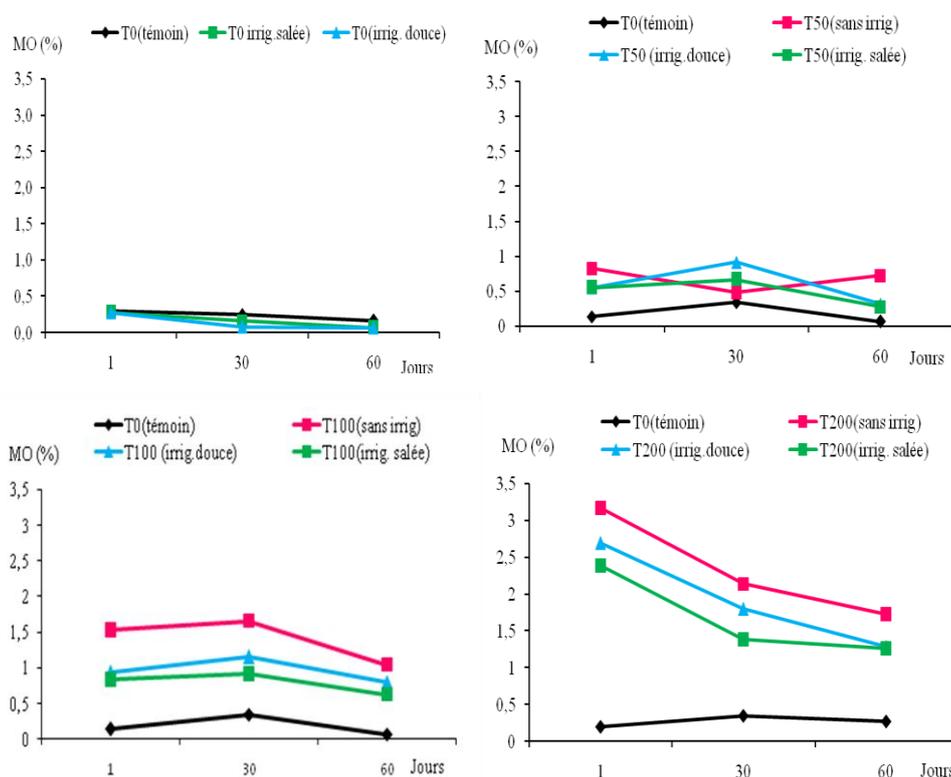


Figure 9.- Effet de l'irrigation douce et salée sur la décomposition de la matière organique des sols traités à différentes doses de margines (essai en pots).

Les concentrations en potassium échangeable augmente avec la dose de margines appliquée. Alors que l'application des irrigations n'a pas affecté les teneurs en potassium échangeable.

La différence entre les traitements du sol avec les margines est hautement significative en ce qui concerne la teneur en matière organique. Les essais en pots ont montré qu'en ajoutant des doses croissantes de margines, le taux de matière organique augmente au fur et à mesure par rapport au témoin. Des diminutions des taux de matière organique MO ont été enregistrées au cours du temps. Ces décroissances pourraient être dues à la minéralisation ou bien l'humification du carbone par les micro-organismes du sol. En outre, les deux types d'irrigation ne modifient que légèrement la teneur de la matière organique dans les sols.

Cependant, le temps consacré à la réaction de l'essai est relativement court et ne permet pas de percevoir la différence entre les différents traitements. D'autres essais similaires et dans des bonnes conditions devront être réalisés pour pouvoir déterminer les effets de cet effluent et des irrigations soit avec l'eau douce ou salée sur le sol et les cultures et d'identifier les doses d'application appropriées.

Références bibliographiques

- [1].- Yaakoubi A., Chahlaoui A., Rahmani M., Elyachioui M., et Oulhote Y., 2009.- Effet de l'épandage des margines sur la microflore du sol. *Agrosolutions*, 20(1): 35-43. <http://www.irda.qc.ca/assets/documents/Publications/documents/yaakoubi-et-al->

[2009 article effet epandage margines microflore sol.pdf](#)

- [2].- Nefzaoui A., 1999.- Olive tree by products. In: ICARDA (Ed.), Aleppo (Syria). Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie (INRAT), Ariana, Tunis, Tunisia, 124 p.
- [3]. - Aissam H., Errachidi F., Merzouki M., Benlemlih M., 2002.- Identification des levures isolées des margines et étude de leur activité catalase. Cahiers de l'Association scientifique Européenne pour l'eau et la santé, 7: 23- 30.
- [4].- El Hassani F. L., Mdaghri Alaoui S., Errachidi F., Aissam H., Merzouki M., Benlemlih M., 2005.- Effet de l'épandage des margines sur le rendement d'une culture de maïs et sur les abondances de certains groupes microbiens du sol. 3^{eme} journées internationale des géosciences de l'environnement, El Jadida, Maroc.
- [5].- Ros de Ursinos F., Berndt L., Geissen K., Kachouri M., et Klimm E., 1996.- Les expériences Méditerranéennes dans le traitement et l'élimination des eaux résiduaires des huileries d'olives. Coopération Tunisie – Allemagne, 380p.
- [6].- Vitagliano M., Pantaleo V. M., Padula M., 1975.- Proceedings of the V National Symposium on Conservazione delle natura. Bari, Italy.
file:///C:/Users/DeLL/Desktop/Lanza_IBB_acqua%20veg.pdf
- [7].- Morisot A., 1979.- Utilisation des margines par épandage. L'Olivier, 19: 8-13. In http://www.irda.qc.ca/assets/documents/Publications/documents/yaakoubi-et-al-2009_article_effet_epandage_margines_microflore_sol.pdf
- [8].- Janer D., Valle D. L., 1980.- Contamination de las algues por el alpechin y possible soluciones al problema, Grasas y Aceites, 31: 273-279.
In :<file:///C:/Users/DeLL/Desktop/Dialnet-DepuracionDeAlpechinPorProcesosCombinadosQuimicosY-341.pdf>
- [9].- Ben Rouina B., Gargouri K., Ben Taher H., Abichou M., Ayadi M., Ouled Amor A., Jilani S., Soua N., Jribi A., 2008.- Actes séminaire national valorisation agronomique des sous produits de l'olivier, Tunisie.
- [10].- Benzarti S., 2003.- Effets de la margine sur les caractéristiques chimiques et l'activité biologique du sol. Mémoire de diplôme d'études approfondies, Institut National Agronomique de Tunis, La Tunisie, 99p.
- [11].- Taâmallah H., 2007.- L'épandage des margines au niveau des champs d'olivier : une alternative pour la valorisation de cet effluent des huileries d'olive. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques Appliquées, Faculté des sciences en Bio-ingénierie). Université de Gent, Belgique, 180 p.
- [12].- Pauwels J. M., Van Ranst E., Verloo M., and Mvondoze A., 1992.- Manuel de laboratoire de pédologie. AGCD, 265p.
- [13].- Afnor, 1983. Qualité des sols : Détermination de l'Azote total. Méthode par distillation après minéralisation (Kjeldahl), 280p.

- [14].- NF ISO 10390 (2005).
http://www.iso.org/iso/fr/catalogue_detail.htm?csnumber=40879
- [15].- Steel Robert G. D., et James H. T., 1980.- McGraw-Hill Book Company, 633p.
- [16].- Dagnelie P., 1986.- Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques, Universitaire de Gembloux, Belgique, 2: 463.
- [17].- Ben Rouina B., et Taâmallah H., 2000.- L'utilisation des margines comme fertilisant en agriculture, Collaboration Institut des Régions Arides de Medenine-Institut de l'olivier de sfax. Rapport technique, Tunisie.
- [18].- Levi-Minzi R., Saviozzi A., Riffaldi R., et Falzo L., 1992.- Lo smaltimento in campo delle acque di vegetazione. Effetti sulle proprietà del terreno. *Olivae*, 40: 20-25.
In : <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/41349.pdf>
- [19].- Lachguer A., El Hadrami I., et Nejmeddine A., 2002.- Proceeding of international workshop on water in the mediterranean basin, Resources and sustainable development, Tunisie.
- [20].- Morisot A., 1979.- Utilisation des margines par épandage. *L'Olivier*, 19: 8-13.
In : <https://hal.inria.fr/file/index/docid/884871/filename/hal-00884871.pdf>
- [21].- Albi Romeros M. A., et Ros de Ursino, J. A., 1960.- Estudio del alpechin para su aprovechamiento industrial, Ensayos efectuados por su posible utilization come fertilizante, *Grasa y Aceites*, 3: 123-124.
- [22].- Ammar E., Ben Rouina B., 1999.- Potentiel horticultural utilization of olive oil precessing wastewater. *Acta horticulturae*, 474 (2): 741-744.
In : http://www.iosfax.agrinet.tn/useruploads/files/2003essais_de_valorisation_des_margines_par01.pdf.
- [23].- Ben Rouina B., Gargouri K., et Taâmallah H., 2002.- L'utilisation des margines comme fertilisants en agriculture. Journées méditerranéennes de l'olivier, Nimes, France, 16p.