

INFLUENCE DE LA NUTRITION ORGANIQUE SUR L'EXPRESSION VÉGÉTATIVE ET L'ACTIVITÉ PHYTOCHIMIQUE DE L'OLIVIER (*OLEA EUROPAEA L.*)

SLAHI Khadoudja ^{1*}, ACHOUR Nadjet¹, KARA Meriem Intissar¹ et DJAZOULI Zahr Eddine¹

1. Laboratoire de Biotechnologie des Productions Végétales, Département des Biotechnologies, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Blida 1, B.P. 270, route de Soumaa, Blida, Algérie

Reçu le 29/01/2021, Révisé le 13/05/2021, Accepté le 18/05/2021

Résumé

Description du sujet : Dans le cadre de la recherche sur de nouveaux procédés en phytoprotection et de lutte biologique en Oléiculture, une autre approche faisant appel à l'utilisation de molécules naturelles appelées Biofertilisant est envisageable. La biofertilisation foliaire offre une certaine éventualité de bioprotection via la stimulation des défenses naturelles des plantes.

Objectifs : L'influence de trois types de biofertilisants a été étudiée sur la croissance et l'activité physiologique de l'olivier *Olea europea L.* en condition semi contrôlés.

Méthodes : Dans la présente étude, les extraits aqueux de *Moringa oleifera* et de la prêle *Equisetum arvense* ainsi que le thé de vermicompost ont été testés pour leur pouvoir phytofortifiant *in situ* sur des plantes d'*Olea europea L.* Les traitements sont appliqués par aspersion foliaire. L'apport est renouvelé chaque 20 jour. Avant chaque apport des biofertilisants, les paramètres de croissance et physiologiques sont estimés.

Résultats : Les résultats obtenus révèlent que dans les conditions semi contrôlées, l'extrait aqueux de *Moringa oleifera*, l'extrait aqueux de la prêle des champs *Equisetum arvense*, et le thé de vermicompost possèdent tous une activité nutritionnelle importante, alors que le correcteur de carence se montre le moins efficace. Par ailleurs, les paramètres biochimiques exposent une importante accumulation en chlorophylle totale sous l'effet de l'extrait aqueux de Moringa, l'extrait aqueux de la prêle et le thé de vermicompost contrairement au correcteur de carence. Les biofertilisants testés sont les plus envisageables pour une agriculture durable.

Conclusion : Les biofertilisants végétales et le jus de vermicompost, participent activement dans l'expression végétative et l'activation du métabolisme basale des plantes. Cet état de fait, valide le recyclage de la matière organique pour une valorisation de la biomasse.

Mots clés : l'extrait aqueux, prêle, moringa, Jus de vermicompost, produit chimique, *Olea europea L.*

INFLUENCE OF ORGANIC NUTRITION ON VEGETATIVE EXPRESSION AND PHYTOCHEMICAL ACTIVITY OF THE OLIVE TREE (*OLEA EUROPAEA L.*)

Summary

Subject description: In the context of research on new phytoprotection and biological control processes in olive growing, another approach involving the use of natural molecules called biofertilizers is possible. Foliar biofertilization offers a certain possibility of bio-protection through the use of new formulations of natural defense stimulators.

Objectives: To test the effectiveness of different types of organic fertilizer on the growth and phytochemistry of olive tree plants.

Methods: The test involved three types of biofertilizer and a chemical: aqueous extract from horsetail, aqueous extract of moringa, vermicompost juice and chemical treatment. The treatments are applied by foliar spraying. The intake is renewed every 20 days. At each level of biofertilizer input, the growth and biochemical parameters are estimated.

Results: plant-based biofertilizers and vermicompost juice significantly influence the growth in weight of the plants. In addition, the results of the biochemical parameters show a significant accumulation of total chlorophyll under the effect of the aqueous extract of moringa, the extract aqueous horsetail and vermicompost juice unlike the chemical.

Conclusion: Plant biofertilizers and vermicompost juice actively participate in vegetative expression and the activation of basal metabolism in plants. This state of affairs validates the recycling of organic matter for a valuation of biomass.

Keywords: aqueous extract, horsetail, moringa, Vermicompost juice, chemical, *Olea europea L.*

* Auteur correspondant : SLAHI Khadoudja, E-mail: E-mail: boussaidiagro@gmail.com

INTRODUCTION

Dans le bassin méditerranéen, l'olivier (*Olea europaea*. L) constitue une essence fruitière principale, tant par le nombre de variétés cultivées que par l'importance sociale et économique de sa culture et de son rôle environnemental [1]. L'olivier présente une remarquable rusticité et une plasticité lui permettant de produire dans des conditions difficiles (adaptation à une large gamme de sol et une insuffisance de l'irrigation). On connaît actuellement plus de variétés d'olives cultivées pour la consommation de table vertes ou noires, mais surtout pour son huile riche en acides gras insaturés. Les feuilles d'olivier ont des propriétés Hypotensives, vasodilatatrices, hypoglycémiantes et d'autres utilisations médicinales [2]. La culture de l'olivier occupe une place privilégiée dans l'agriculture Algérienne. Elle se place au 7^{ème} rang avec une production qui dépasse 400 000 tonnes. Les oliveraies couvrent une superficie de 412 000 hectares avec 47 millions d'arbres, soit plus de 50% du patrimoine oléicole national [3] Cette superficie a bien nettement augmenté par la mise en place d'un programme national pour le développement de l'oléiculture intensive dans les zones steppiques, présahariennes et sahariennes (Msila, Biskra, Ghardaïa...) en vue d'augmenter les productions et de minimiser les importations [4], mais sa productivité reste toujours limitée par plusieurs facteurs biotiques et abiotiques. Les problèmes phytosanitaires de l'olivier constituent le facteur principal de la faible productivité de cette culture. Au cours du dernier siècle, l'agriculture intensive a été alimentée par des intrants provenant de sources d'énergie non renouvelables. Bien que cette approche ait fortement amélioré les rendements des cultures, ces pratiques ont également entraîné un déclin important de patrimoine écologique suite à la déforestation, l'érosion des sols, la pollution industrielle, le déclin de la qualité des eaux de surface et souterraines et la perte de biodiversité. La nutrition organique est une des techniques de base en agriculture biologique ; elle est souvent considérée comme une des clefs de la réussite des cultures, car l'utilisation de plus en plus intense des engrais chimiques, principalement de cuivre et de substances de synthèse, ne permet pas de compenser la perte de fertilité du sol et le développement des pathogènes [5]. Les biofertilisants sont définis comme des préparations contenant des cellules vivantes ou des cellules latentes de souches de micro-organismes efficaces, qui aident à l'absorption

des éléments minéraux par les plantes cultivées, suite à leurs interactions dans la rhizosphère lorsqu'ils sont appliqués sur les semences ou dans le sol. Ils accélèrent certains processus microbiens dans le sol, et sont impliqués dans l'augmentation de la disponibilité des nutriments en une forme facilement assimilable par les plantes [6]. Au cours du vermicompostage, la dégradation des matières organiques est favorisée par la présence des vers. Ce processus est populaire en raison de son faible coût et de l'efficacité de la transformation des déchets organiques. Le produit final est souvent caractérisé par une plus grande stabilité contre la dégradation microbienne et une plus grande teneur en éléments nutritifs, sous des formes qui sont plus disponibles pour les plantes qu'un compost ordinaire [7]. Les extraits aqueux ont d'abord été exploités pour leur capacité à accumuler des nutriments et, au fil du temps, l'intérêt pour cette biomasse a pris une nouvelle tournure, surtout au cours des deux dernières décennies, avec une demande croissante en agriculture durable. Cette biomasse s'est avérée être une source importante de stimulateurs de croissance et de correcteurs de carence. Par conséquent, de nombreuses études se sont orientées vers leurs utilisations à des fins de bioprotection, négligeant le potentiel des extraits aqueux à produire des composants de grande valeur dans la nutrition végétale. Dans cette étude, les extraits aqueux de Moringa et de la prêle des champs ainsi que le thé de vermicompost ont été évalués et discutés en tenant compte de leurs effets sur l'expression végétative ainsi que de l'effet de chaque apport sur la stimulation des activités métaboliques de l'olivier.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Conditions expérimentales

Les expériences ont été réalisées à la station expérimentale du Département de Biotechnologie de l'Université Blida 1 (45 km au sud d'Alger, Algérie, 36 31'06''N ; 2 54'19''E). L'index climatique de Bagnouls et Gausson situe la région d'étude à l'étage semi-aride à hiver chaud, et révèle la présence d'une période sèche allant, de Mars à fin Décembre et d'une période humide le reste de l'année. La température moyenne annuelle est de 22,6°C avec une précipitation annuelle de 385,97mm.

2. Matériel végétal

L'expérimentation a été menée sur des plants de l'olivier (*Olea europaea* L.), variété Sigoise, âgée de 3 ans. Les plants de l'olivier ont été fournis par un agriculteur de la région de Bouinane,

plantés dans des sachets en plastiques de 20,5 cm de hauteur et 13 cm de diamètre, ils sont de couleur noire ayant une capacité de 1500 ml et présentant des orifices de drainage à leur base permettant l'évacuation de la quantité d'eau excédentaire. Les sachets sont remplis de terre végétale.

3. Présentation des biofertilisants

- *Préparation des extraits aqueux* : Les feuilles de Moringa (*Moringa oleifera*) ont été recueillies auprès d'un producteur de plants et semences de la région de Boufarik, Pleine de la Mitidja, Algérie. Tandis que les inflorescences glomérulées de la prêle (*Equisetum arvense*) ont été apportées de la zone humide des Gorges de la Chiffa (Parc National de Chréa, Blida, Algérie). Les feuilles et les inflorescences glomérulées ont été lavées à l'eau distillée et séchées à l'ombre à température ambiante. Séché, les tissus ont été broyés en une fine poudre à l'aide d'un mixeur à hélice (Molinox). 100 g de tissus moulus ont été placés dans une fiole Erlenmeyer de 2 L et 1 L d'eau désionisée a été ajouté. Les flacons étaient recouverts de papier aluminium afin de protéger les mélanges de la photodécomposition et ont été placés sur un agitateur rotatif (~250 tours par minute) pendant 72 h. Les mélanges ont ensuite été filtrés à travers un papier filtre Whatman n°1, en utilisant une pompe à vide. Les valeurs de pH enregistrées (6,1 à 6,8) et les valeurs de la CE (1,86 à 3,34 mS/cm) d'extraits aqueux des feuilles testées se situaient dans la plage de tolérance des extraits aqueux des végétaux [8]. Les filtrats ont été considérés comme une solution mère. L'extrait aqueux de Moringa (EAM) et l'extrait aqueux de la prêle (EAP) ont été stockés à +4°C pour une utilisation ultérieure.

- *Thé de vermicompost* : Le vermicompost utilisé a été obtenu en convertissant les déchets alimentaires et organiques par les vers rouge (*Eisenia foetida*) dans un composteur à vers. Le thé (VLC) récupéré dans le fond du composteur à vers provient principalement de l'eau contenue dans les déchets (environ 80 % de leur masse) et était transporté par des minéraux et des nutriments lorsqu'il s'écoulait dans le vermicompost [9]. Le thé (VLC) est le résultat de la dégradation des déchets organiques par les vers. Cette dégradation libère le contenu liquide des cellules végétales et passe à travers le vermicompost déjà présent dans la cellule. Par conséquent, il transporte donc différents solutés tels que des acides humiques ainsi que des éléments minéraux et organiques.

Ce thé de vermicompost (VLC) a été utilisé dans notre expérience [10].

- *Engrais minérale* : Le correcteur de carence testé (CC) est un mélange composition de Mg (6,5%) + Mn (7%) + B (4%) + Mo (0,5%) + S (12,6). La dose d'application préconisée pour l'olivier est de 2,5 kg/ha. Le correcteur de carence se présente sous une formulation SP, recommandée en application foliaire [11].

4. Dispositif expérimental et conduite de l'essai

L'essai a été réalisé en bloc aléatoire complet, le dispositif expérimental est composé de 5 blocs à raison de 48 plants par traitement ce qui fait en total 240 plants. Les traitements sont effectués comme suit : Bloc 1 : Témoin (application foliaire par l'eau de ville), Bloc 2 : Thé de vermicompost (application foliaire par le VLC à raison de : $V_{VLCbrut}/10V_{eau}$), Bloc 3 : Extrait aqueux de la prêle (application foliaire par l'EAP à raison de : 100 mL de la solution mère de l'EAP/1L d'eau de ville), Bloc 4 : Extrait aqueux de Moringa (application foliaire par l'EAM à raison de : 100 mL de la solution mère de l'EAM/1L d'eau de ville), Bloc 5 : Correcteur de carence (application foliaire par le CC à raison de : 2,5 g/1L d'eau de ville). Les blocs sont distants de 50cm les uns des autres. Les plants sont irrigués régulièrement selon besoin en eau courante. Les apports sont renouvelés chaque 20 jour, soit 5 apports durant les quatre mois de l'expérimentation. Avant chaque apport, un prélèvement des feuilles a été réalisé

5. Paramètres étudiés

- *Mesure du poids frais et sec des plants* : La biomasse fraîche des plants d'olivier, exprimée en gramme a été effectuée par pesée des deux parties séparément avec une balance de précision (PCE-BS 6000). Pour mesurer le poids sec, le matériel végétal a été mis dans une étuve à une température de 80°C durant 48h.

- *Poids sec des feuilles* : La biomasse sèche de la partie aérienne des plants d'olivier a été mesurée avec une balance de précision.

- *Quantification de la chlorophylle (a, a) et caroténoïdes* : D'après le protocole proposé par Lichtenthaler [12], pour mesurer la chlorophylle et les caroténoïdes, 0,1 g de matière végétale fraîche de feuilles d'olivier a été broyée dans 4 ml d'acétone (80%). L'extrait obtenu a été centrifugé à 3000 tours/min pendant 15 min. L'absorbance de la totalité des surnageant obtenus est mesurée à 645, 663, et 470 nm par un spectrophotomètre UV.

La concentration en chlorophylle a, en chlorophylle b et en caroténoïdes est donnée par les formules suivantes : Chla = $12,21 (A_{663}) - 2,79 (A_{645})$, Chlb = $21,21 (A_{645}) - 5,1 (A_{663})$, Caroténoïde = $(1000A_{470} - 1,8 \text{ Chla} - 85,02 \text{ Chl b}) / 98$

- *Quantification des sucres solubles* : Les sucres solubles totaux ont été dosés par la méthode au phénol de Dubois et al. [13]. 100mg de matière fraîche de feuilles d'olivier a été placée dans des tubes à essais où 2 ml d'éthanol à 80% ont été ajoutés. Au moment du dosage, les tubes sont placés dans l'étuve à 80°C pour faire évaporer l'alcool. Dans chaque tube, l'ajout de 20ml d'eau distillée à l'extrait a été effectué. Dans des tubes à essais propres, 1ml de la solution à analyser est incorporé, on ajoute 1 ml de phénol à 5% ; puis 5 ml d'acide sulfurique concentré 96%. Une solution jaune orange à la surface est obtenue. La solution aussi préparé a été passée au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution. Les tubes ont été laissés pendant 10 mn puis placés au bain-Marie pendant 10 à 20 mn à une température de 30°C. La mesure de l'absorbance a été effectuée à une longueur d'ondes de 490 nm. Le taux des sucres solubles a été estimé par la formules : Sucres solubles ($\mu\text{g/g MF}$) = $D.O_{490} \times 490$

- *Quantification de la proline* : Selon Kishor & Sreenivasulu [14], 100 mg de matière fraîche de feuilles d'olivier a été introduite dans des tubes à essais auxquels 2 ml de méthanol à 40% ont été ajoutés et ont été portés à ébullition au bain-Marie à 85°C pendant 60 min. Après refroidissement, 1 ml de l'extrait a été prélevé de chaque tube et mis dans de nouveaux tubes auxquels, 1 ml d'acide acétique été ajouté. Ensuite, on additionne dans chaque tube, 1 ml de mélange contenant 120 ml d'eau distillée, 300 ml d'acide acétique, 80 ml d'acide orthophosphorique (H_3PO_4 , densité 1,7) et 25 mg de ninhydrine. Le mélange est porté à l'ébullition durant 30 min. La solution vire vers le rouge. Après refroidissement des solutions, le chromatophore est extrait avec 5 ml de toluène. Deux phases se séparent après agitation au vortex. La phase supérieure contenant la proline est prélevée auquel on ajoute à l'aide d'une spatule pour éliminer l'eau qu'elle contient 5 mg du sulfate de sodium oxydé (Na_2SO_4). La lecture de la densité optique des échantillons est faite à l'aide d'un spectrophotomètre à la longueur d'onde de 528 nm, correspondant à son maximum d'absorption. La teneur en proline est calculée selon l'équation : Proline ($\mu\text{g/g MF}$) = $D.O_{528} \times 0.62$

- *Quantification des Anthocyanes* : La préparation de l'extrait est réalisée suivant la méthode proposée par Giusti & Wrolstad [15]. 0,5 g de poudre de feuilles d'olivier sont homogénéisés avec 50ml de méthanol 50%. L'extrait est filtré sous vide. Le filtrat obtenu est conservé à 4°C jusqu'à son utilisation. Les résultats de dosage sont exprimés sur une base de cyanidin-3-glucoside. Les anthocyanines dégradées sous la forme polymère sont résistantes au changement de couleur indépendamment du pH et ne sont pas incluses dans ces mesures parce qu'elles absorbent à $\text{pH}=4,5$ aussi bien qu'à $\text{pH}=1,0$. La teneur en anthocyanes est calculée selon la formule suivante : $C (\text{mg/l}) = A.MW.FD.1000/\epsilon.$, MW (poids moléculaire) = 449,2 g/mol de canidine-3-glucoside. ϵ : (Coefficient d'extinction molaire) = 26900 $\text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{cm}^{-1}$. FD : Facteur de dilution (5). $A = (A_{510} - A_{700}) \text{ pH}1 - (A_{510} - A_{700}) \text{ pH}4,5$

- *Quantification des polyphénols* : Le protocole d'extraction utilisé dans ce travail est celui recommandé par Oomah et al. [16]. 0,8 g du broyat de feuilles d'olivier a été dissoute dans 32 ml d'éthanol à 96%. Le mélange est agité pendant deux heures à température ambiante suivi d'une centrifugation pendant 10 mn à 5000 tours/mn. Le surnageant est récupéré dans des tubes à essai puis conservé au frais. Le dosage des polyphénols totaux a été effectué avec le réactif colorimétrique Folin-Ciocalteu selon le protocole suivant : Dans des tubes à essais on mélange 500 μl de l'extrait dilué avec 2500 μl de Folin-Ciocalteu dilué (1/10). Après agitation, on ajoute 2000 μl de Na_2CO_3 (7,5%) les tubes sont ensuite passés dans un bain marie à 50°C pendant 5mn. Une fois refroidit, l'absorbance est mesurée par un spectrophotomètre à 760nm. Le blanc est préparé de la même manière en remplaçant l'extrait par 500 μl d'éthanol. L'acide gallique est le standard le plus souvent employé dans la méthode au Folin-Ciocalteu. La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage, les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalents d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g.ms).

- *Quantification des flavonoïdes* : Le dosage des flavonoïdes totaux a été réalisé selon la méthode de Chang et al. [17]. Dans des tubes à essai : On mélange 1000 μl d'extrait de feuilles d'olivier dilué avec 1000 μl de solution d' AlCl_3 (2%), la lecture des absorbances est faite à 430 nm. Le blanc est préparé de la même manière en remplaçant l'extrait par 1000 μl d'éthanol.

La quercétine est largement utilisée comme standard pour la détermination de la teneur des flavonoïdes dans un échantillon. La quantification des flavonoïdes a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire réalisée par la quercétine à différentes concentrations dans les mêmes conditions que l'échantillon. Les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalent de quercétine par gramme de matière sèche (mg EQ/g.ms).

6. Analyses statistiques

L'ensemble des mesures ont été réalisées en 5 répétitions. Les analyses de la variance ont été réalisées sur des moyennes homogènes adoptées sur la base d'un coefficient de variance (C.V. <15%). La signification des comparaisons des moyennes a été confirmée par un test de comparaison par paire (Test Tukey). Les contributions significatives retenues sont au seuil d'une probabilité de 5%, les calculs ont été déroulés par le logiciel XLSTAT vers. 9 [18]. Le degré de corrélation entre l'expression végétative et le remaniement métabolique des plants de l'olivier sous l'effet des différents traitements a été estimé au moyen du coefficient de régression R². Le meilleur modèle est celui possédant la valeur de R² la plus élevée (0<R²<1). Les valeurs du R² ont été obtenues par le logiciel Past ver 3.2. [18] Des diagrammes synthétisant

RÉSULTATS

1. Evaluation de l'effet des différents types de biofertilisants et du correcteur de carence sur l'expression végétative

Les résultats de l'évolution des paramètres de croissance sont reportés dans le tableau 1. Ils montrent que la croissance des plants traités est significativement importante que celle des plants témoins ($p < 1\%$). Cependant, il apparaît que l'effet de l'extrait aqueux de Moringa et l'extrait aqueux de la prêle est plus important que celui du thé de vermicompost et du correcteur de carence. Ces biofertilisants ont un effet significatif sur les paramètres d'expression végétative, où nous remarquons que les biofertilisants présentent la meilleure production foliaire, contrairement à la fertilisation conventionnelle qui présente le taux le plus faible. Les résultats montrent que le thé de vermicompost et l'extrait aqueux de Moringa influencent significativement la croissance de la partie aérienne des plants d'olivier (groupe homogène a). Une gradation d'effet est signalée entre l'effet de l'extrait aqueux de la prêle (groupe homogène b) et le correcteur de carence par rapport au témoin (groupe homogène c). La biomasse fraîche de la partie aérienne montre que l'effet de l'extrait aqueux de Moringa, l'extrait aqueux de la prêle et le correcteur de carence est plus important que celui du thé de vermicompost durant les différents périodes d'application des traitements ($p = 0,0001$, $p < 0,001$).

Tableau 1 : Moyennes arithmétique (+ coefficient de variation en %) des paramètres de croissance

	Apport	PSF (mg)	PSTF (mg)	PFP (mg)	PSP (mg)
TM	APP0	0,03(0,212) b	3,16(0,076) c	66,44(0,079) b	36,26(0,125) b
	APP1	0,02(0,073) b	3,40(0,240) c	63,34(0,096) b	34,00(0,164) b
	APP2	0,03(0,173) b	5,00(0,337) c	80,80(0,108) b	46,50(0,131) b
	APP3	0,03(0,093) b	4,60(0,150) c	89,92(0,070) b	50,14(0,128) b
	APP4	0,03(0,069) b	5,05(0,236) c	125,42(0,332) b	67,02(0,273) b
VLC	APP0	0,05(0,161) ab	4,89(0,226) a	83,64(0,142) ab	47,6(0,229) ab
	APP1	0,05(0,104) ab	7,26(0,112) a	98,2(0,249) ab	48,0(0,242) ab
	APP2	0,05(0,079) ab	16,54(0,277) a	94,4(0,277) ab	53,8(0,296) ab
	APP3	0,07(0,098) ab	14,20(0,258) a	136,66(0,295) ab	64,6(0,248) ab
	APP4	0,08(0,013) ab	34,34(0,285) a	149,8(0,075) ab	64,4(0,066) ab
EAM	APP0	0,06(0,279) a	8,14(0,068) ab	127,52(0,240) a	64,38(0,277) a
	APP1	0,06(0,288) a	9,51(0,067) ab	102,2(0,279) a	52,80(0,292) a
	APP2	0,04(0,254) a	9,88(0,039) ab	124(0,198) a	70,60(0,249) a
	APP3	0,07(0,295) a	13,07(0,197) ab	91,14(0,213) a	46,64(0,296) a
	APP4	0,11(0,258) a	14,73(0,227) ab	160,62(0,153) a	91,02(0,057) a
EAP	APP0	0,05(0,200) ab	4,14(0,166) ab	118,4(0,155) a	60,4(0,198) a
	APP1	0,05(0,277) ab	5,82(0,063) ab	88,2(0,298) a	44,2(0,299) a
	APP2	0,05(0,196) ab	7,78(0,198) ab	101(0,285) a	54(0,288) a
	APP3	0,05(0,147) ab	12,06(0,208) ab	122,22(0,218) a	49,64(0,218) a
	APP4	0,06(0,057) ab	21,8(0,290) ab	199,36(0,146) a	100(0,144) a
CC	APP0	0,05(0,242) ab	3,96(0,139) bc	95(0,222) a	58,98(0,240) a
	APP1	0,04(0,192) ab	5,64(0,106) bc	84,8(0,242) a	42,2(0,235) a
	APP2	0,05(0,241) ab	7,42(0,225) bc	119,02(0,299) a	67,68(0,278) a
	APP3	0,05(0,194) ab	10,74(0,241) bc	151,8(0,270) a	91,8(0,192) a
	APP4	0,06(0,132) ab	14,74(0,283) bc	170,6(0,149) a	86,46(0,134) a
F ratio		2,862	7,972	4,495	4,203
p		0,026*	< 0,0001**	0,002**	0,003**

TM : Témoin, VLC : jus de vermicomposte, EAM : Extrait aqueux de moringa, EAP : Extrait aqueux du prêle, CC : correcteur de carence, PSF : poids sec des feuilles, PSTF : poids sec totale des feuilles, PFP : poids frais des plants, PSP : poids sec des plants.

2. Evaluation de l'effet des différents types de biofertilisants et du correcteur de carence sur les paramètres physiologiques

Les résultats montrent une stimulation de l'activité photosynthétique chez les plants d'olivier soumis aux biofertilisants. A priori, l'analyse de la variance confirme que l'accumulation de la chlorophylle a (Chl a), la chlorophylle b (Chl b) et la chlorophylle totale (Chl T) sous la dépendance de l'extrait aqueux de

Moringa et de l'extrait aqueux de la prêle, comparé à l'effet du thé de vermicompost et le correcteur de carence ($p=0,0001$; $p<0,001$). Nous avons aussi comparé les variations quantitatives des constituants foliaires d'olivier par des tests de comparaison par paire. L'analyse de la variance, réconforté par le test Post-hoc, indique que les teneurs moyennes pour les différents constituant dans les feuilles traitées par les biofertilisant utilisées sont parfois très proches (Tableau 2).

Tableau 2 : Moyennes arithmétique (+ coefficient de variation en %) des paramètres physiologiques

Trait	Appr	Chl a	Chl b	Chl t	Carot	ST	Pro	Anth	Poly	Fla
TM	APP0	2,32(0,12)b	0,56(0,09) a	2,95(0,05)a	0,90(0,14)a	3,39(0,05)a	0,71(0,12)a	1,01(0,15)a	0,05(0,04)a	0,05(0,04)a
	APP1	3,22(0,14)b	1,30(0,12) a	4,50(0,09)a	0,89(0,08)a	2,95(0,09)a	0,99(0,03)a	1,25(0,15)a	0,05(0,02)a	0,05(0,02)a
	APP2	3,18(0,13)b	2,34(0,13) a	6,47(0,11)a	1,57(0,15)a	3,37(0,06)a	0,84(0,15)a	3(0,13)a	0,06(0,11)a	0,06(0,11)a
	APP3	5,28(0,07)b	12,33(0,10)a	17,94(0,13)a	1,45(0,09)a	3,79(0,06)a	0,74(0,08)a	3,53(0,11)a	0,07(0,02)a	0,07(0,02)a
	APP4	6,23(0,05)b	13,21(0,04)a	19,44(0,11)a	1,87(0,07)a	3,96(0,03)a	0,61(0,12)a	4,07(0,07)a	0,08(0,08)a	0,08(0,08)a
VLC	APP0	1,43(0,05)ab	1,54(0,04) a	2,93(0,02) a	0,93(0,05)a	1,28(0,05)a	0,66(0,12)b	1,16(0,10)a	0,03(0,08)a	0,06(0,16)a
	APP1	2,38(0,23)ab	1,79(0,01) a	3,46(0,05) a	0,88(0,14)a	3,53(0,01)a	0,33(0,03)b	1,75(0,02)a	0,06(0,03)a	0,05(0,04)a
	APP2	5,75(0,15)ab	2,38(0,12) a	7,77(0,13) a	1,72(0,01)a	3,20(0,02)a	0,40(0,06)b	3,42(0,08)a	0,07(0,12)a	0,07(0,12)a
	APP3	6,39(0,08)ab	14,56(0,15)a	20,95(0,12)a	1,50(0,09)a	4,28(0,12)a	0,92(0,10)b	4,51(0,02)a	0,07(0,04)a	0,05(0,04)a
	APP4	6,96(0,10)ab	14,89(0,13)a	21,86(0,07)a	1,63(0,15)a	4,26(0,11)a	0,22(0,04)b	5,64(0,07)a	0,09(0,04)a	0,05(0,04)a
EAM	APP0	4,24(0,12) a	1,38(0,13) a	3,76(0,15) a	0,53(0,07)a	4,11(0,03)a	0,95(0,06)b	1,05(0,14)a	0,04(0,14)a	0,05(0,04) a
	APP1	2,37(0,07) a	2,41(0,09) a	6,48(0,13) a	1,82(0,05)a	4,01(0,11)a	0,44(0,07)b	2,22(0,04)a	0,07(0,10)a	0,06(0,03) a
	APP2	6,94(0,09) a	2,69(0,06) a	9,63(0,08) a	2,14(0,05)a	3,16(0,12)a	0,27(0,14)b	3,43(0,04)a	0,07(0,13)a	0,05(0,04) a
	APP3	8,87(0,11) a	9,62(0,15) a	19,27(0,09) a	2,22(0,09)a	4,11(0,11)a	0,88(0,13)b	4,97(0,11)a	0,07(0,02) a	0,08(0,08) a
	APP4	9,19(0,14) a	11,12(0,09)a	20,14(0,14)a	2,60(0,09)a	4,25(0,14)a	0,12(0,02)b	5,57(0,06)a	0,09(0,05)a	0,05(0,04) a
EAP	APP0	2,11(0,06) a	1,44(0,12) a	3,45(0,14) a	1,50(0,01)a	3,39(0,13)a	0,81(0,04)b	0,91(0,14)a	0,04(0,14)a	0,05(0,04)a
	APP1	4,14(0,01) a	1,57(0,13) a	6,32(0,10) a	1,47(0,05)a	3,95(0,09)a	0,41(0,08)b	1,59(0,09)a	0,06(0,05)a	0,06(0,02)a
	APP2	7,23(0,12) a	3,16(0,12) a	8,80(0,12) a	1,84(0,02)a	3,37(0,07)a	0,33(0,15)b	3,08(0,06)a	0,07(0,02)a	0,05(0,04)a
	APP3	7,59(0,15) a	12,35(0,09)a	21,62(0,08)a	1,67(0,14)a	4,17(0,01)a	0,93(0,04)b	4,05(0,09)a	0,08(0,03)a	0,05(0,04)a
	APP4	9,91(0,11) a	14,03(0,09)a	22,26(0,10)a	2,78(0,11)a	4,50(0,04)a	0,16(0,13)b	5,26(0,07)a	0,08(0,09)a	0,05(0,04)a
CC	APP0	2,83(0,08)ab	1,59(0,15)a	5,68(0,12)a	1,21(0,11)a	2,29(0,12)a	0,26(0,12)b	0,98(0,11)a	0,03(0,10)a	0,05(0,14)a
	APP1	3,49(0,15)ab	2,16(0,08)a	4,31(0,02)a	1,43(0,06)a	3,80(0,14)a	0,39(0,02)b	1,56(0,06)a	0,05(0,04)a	0,05(0,04)a
	APP2	4,76(0,02)ab	2,13(0,06)a	6,88(0,06)a	1,56(0,07)a	3,49(0,11)a	0,45(0,03)b	3,25(0,07)a	0,07(0,06)a	0,07(0,03)a
	APP3	8,60(0,13)ab	13,68(0,10)a	22,23(0,15)a	1,63(0,04)a	4(0,08)a	0,96(0,10)b	4,36(0,08)a	0,08(0,05)a	0,08(0,13)a
	APP4	8,47(0,14)ab	14,59(0,14)a	23,12(0,13)a	1,89(0,09)a	4,04(0,07)a	0,11(0,07)b	5,07(0,14)a	0,09(0,07)a	0,05(0,14)a
F ratio		3,614	0,412	0,538	2,712	2,105	4,455	1,191	0,247	2,556
p		0,008**	0,800 ^{NS}	0,708 ^{NS}	0,034*	0,084*	0,002**	0,319 ^{NS}	0,911 ^{NS}	0,042*

TM : Témoin, VLC : jus de vermicomposte, EAM : Extrait aqueux de moringa, EAP : Extrait aqueux du prêle, CC :correcteur de carence, Chl a :chlorophylle a, Chl b : chlorophylle b, Chl t : chlorophylle totale, Carot : caroténoïde, ST :sucre totaux, Pro :proline, Anth :anthocyane, Poly :polyphénol, Fla : flavonoïde.

2. Effets des différents types de biofertilisants sur la stimulation physiologique et l'expression végétative de l'olivier

Nous avons cherché à savoir comment sont influencés les paramètres de croissance par le remaniement des composés biochimiques de

l'olivier sans l'influence d'une alimentation organique. Les résultats sont reportés dans le tableau 3. Il en ressort que les taux de la chlorophylle, des caroténoïdes et des anthocyanes influencent positivement la croissance de la partie aérienne des plants.

Tableau 3 : Corrélations entre la stimulation physiologique et l'expression végétative chez les plants témoin

	Poids sec des feuilles		Poids sec totale des feuilles		Poids frais des plants		Poids sec des plants	
	CC	p	CC	p	CC	p	CC	p
				0,18603 ^N				
Chlorophylle a	0,722	0,1680 ^{NS}	0,702	s	0,906	0,0338*	0,896	0,0392*
Chlorophylle b	0,804	0,1006 ^{NS}	0,679	0,2071 ^{NS}	0,867	0,0569*	0,867	0,0567*
Chlorophylle totale	0,799	0,1041 ^{NS}	0,715	0,1742	0,878	0,0496*	0,881	0,04803*
Caroténoïdes	0,86	0,0612*	0,966	0,0071**	0,904	0,0349*	0,942	0,0165**
Sucres totaux	0,966	0,0072**	0,679	0,2074 ^{NS}	0,877	0,0506*	0,889	0,0431**
Proline	-0,864	0,0485*	-0,401	0,5027 ^{NS}	-0,729	0,1615 ^{NS}	-0,724	0,1659 ^{NS}
Anthocyanes	0,864	0,0345*	0,948	0,0137**	0,884	0,0464*	0,922	0,0256*
Polyphénols	0,858	0,0125*	0,901	0,0364*	0,933	0,0203*	0,956	0,0108**
Flavonoïdes	0,858	0,0221*	0,901	0,0364**	0,933	0,0203*	0,956	0,0108**

C.C. : Coefficient de corrélation de Pearson, p : Probabilité associée NS : Non significative, * : Significative à 5-8%, ** : Significative à 1%.

Les résultats de l'effet de la nutrition organique au thé de vermicompost sur les paramètres physiologiques et l'expression végétative sont reportés dans le tableau 4. Les interactions montrent qu'il existe une corrélation positive

très marquée entre le taux de la chlorophylle totale, les anthocyanes et la croissance des plants. Par contre, le taux des sucres totaux influence négativement le gain pondéral des plants.

Tableau 4 : Corrélations entre la stimulation physiologique et l'expression végétative sous l'effet de jus de vermicompost

	Poids sec des feuilles		Poids sec totale des feuilles		Poids frais des plants		Poids sec des plants	
	CC	p	CC	p	CC	p	CC	p
Chlorophylle a	0,704	0,1844 ^{NS}	0,82	0,0886*	0,808	0,0980*	0,911	0,0311*
Chlorophylle b	0,95	0,0130**	0,72	0,1701 ^{NS}	0,975	0,0046**	0,967	0,0068**
Chlorophylle totale	0,927	0,0230*	0,776	0,1228 ^{NS}	0,968	0,0067**	0,994	0,0005**
caroténoïdes	0,507	0,3826 ^{NS}	0,749	0,1444 ^{NS}	0,575	0,3099 ^{NS}	0,753	0,1414 ^{NS}
Sucres totaux	0,603	0,2810 ^{NS}	0,636	0,2485 ^{NS}	0,819	0,0896*	0,77	0,1273 ^{NS}
Proline	-0,012	0,9838 ^{NS}	-0,471	0,4229 ^{NS}	-0,017	0,9778 ^{NS}	0,175	0,7779 ^{NS}
Anthocyanes	0,857	0,0632*	0,901	0,0364*	0,919	0,0271*	0,953	0,0118**
Polyphénols	0,652	0,2324 ^{NS}	0,805	0,0999*	0,827	0,0840	0,791	0,1108 ^{NS}
Flavonoïdes	-0,52	0,3683 ^{NS}	-0,119	0,8476 ^{NS}	-0,549	0,0741	-0,303	0,1602 ^{NS}

C.C. : Coefficient de corrélation de Pearson, p : Probabilité associée NS : Non significative, * : Significative à 5-8%, ** : Significative à 1%.

Les résultats de l'effet de la nutrition organique de l'extrait aqueux de Moringa sont reportés dans le tableau 5.

Les interactions montrent qu'il existe une corrélation positive entre le taux de la chlorophylle b et le poids des feuilles.

Tableau 5 : Corrélations entre la stimulation physiologique et l'expression végétative sous l'effet de l'extrait aqueux de Moringa

	Poids sec des feuilles		Poids sec totale des feuilles		Poids frais des plants		Poids sec des plants	
	CC	p	CC	p	CC	p	CC	p
Chlorophylle a	0,544	0,3427 ^{NS}	0,838	0,0758*	0,315	0,6046 ^{NS}	0,395	0,5096 ^{NS}
Chlorophylle b	0,811	0,0955*	0,985	0,0020**	0,251	0,6835 ^{NS}	0,304	0,6186 ^{NS}
Chlorophylle totale	0,7008	0,1873 ^{NS}	0,979	0,0034**	0,185	0,7653 ^{NS}	0,268	0,6627 ^{NS}
Caroténoïde	0,451	0,4454 ^{NS}	0,813	0,0937*	0,135	0,8280 ^{NS}	0,284	0,6430 ^{NS}
Sucre totaux	0,683	0,2036 ^{NS}	0,373	0,5353 ^{NS}	0,095	0,8785 ^{NS}	-0,014	0,9815 ^{NS}
Proline	-0,355	0,5570 ^{NS}	-0,390	0,5157 ^{NS}	-0,584	0,3006 ^{NS}	-0,696	0,1915 ^{NS}
Anthocyanes	0,648	0,2367 ^{NS}	0,964	0,0079**	0,229	0,7098 ^{NS}	0,339	0,5766 ^{NS}
Polyphénol	0,559	0,3267 ^{NS}	0,863	0,0391*	0,222	0,7185 ^{NS}	0,359	0,5528 ^{NS}
Flavonoïde	-0,057	0,9274 ^{NS}	0,316	0,0411*	-0,775	0,1231 ^{NS}	-0,745	0,1479 ^{NS}

C.C. : Coefficient de corrélation de Pearson, p : Probabilité associée NS : Non significative, * : Significative à 5-8%, ** : Significative à 1%.

L'effet de l'extrait aqueux de la prêle est consigné dans le tableau 6. Les interactions montrent que l'accumulation des anthocyanes et

de la chlorophylle influencent positivement le poids des feuilles.

Tableau 6 : Corrélations entre la stimulation physiologique et l'expression végétative sous l'effet de l'extrait aqueux de la prêle

	Poids sec des feuilles		Poids sec totale des feuilles		Poids frais des plants		Poids sec des plants	
	CC	p	CC	p	CC	p	CC	p
Chlorophylle a	0,766	0,1308 ^{NS}	0,886	0,0451*	0,657	0,2278 ^{NS}	0,58	0,3046 ^{NS}
Chlorophylle b	0,801	0,1029 ^{NS}	0,91	0,0317*	0,785	0,1156 ^{NS}	0,613	0,2711 ^{NS}
Chlorophylle totale	0,747	0,1461 ^{NS}	0,885	0,0458*	0,702	0,1855 ^{NS}	0,524	0,3646 ^{NS}
Caroténoïdes	0,967	0,0070**	0,934	0,0199*	0,921	0,0261*	0,937	0,0187*
Sucres totaux	0,777	0,1217 ^{NS}	0,836	0,0777*	0,682	0,2045 ^{NS}	0,538	0,3495 ^{NS}
Proline	-0,543	0,3435 ^{NS}	-0,461	0,4334 ^{NS}	-0,377	0,5311 ^{NS}	-0,54	0,3466 ^{NS}
Anthocyanes	0,819	0,0894*	0,934	0,0202*	0,744	0,1488 ^{NS}	0,637	0,2474 ^{NS}
Polyphénols	0,615	0,2691 ^{NS}	0,787	0,1140 ^{NS}	0,744	0,4236 ^{NS}	0,34	0,5746 ^{NS}
flavonoïdes	-0,321	0,5978 ^{NS}	-0,356	0,5561 ^{NS}	0,744	0,4069 ^{NS}	-0,438	0,4601 ^{NS}

C.C. : Coefficient de corrélation de Pearson, p : Probabilité associée NS : Non significative, * : Significative à 5-8%, ** : Significative à 1%.

Les résultats de l'effet de la nutrition conventionnelle de produit chimique sont référés dans le tableau 7,

la chlorophylle a influencé positivement les différents paramètres de croissance contrairement aux sucres totaux.

Tableau 7 : Corrélations entre la stimulation physiologique et l'expression végétative sous l'effet de produit chimique

	Poids sec des feuilles		Poids sec totale des feuilles		Poids frais des plants		Poids sec des plants	
	CC	<i>p</i>	CC	<i>p</i>	CC	<i>p</i>	CC	<i>p</i>
Chlorophylle a	0,577	0,3077 ^{NS}	0,936	0,0189**	0,958	0,0099**	0,917	0,0282*
Chlorophylle b	0,635	0,2496 ^{NS}	0,922	0,0254*	0,932	0,021*	0,877	0,0503*
Chlorophylle totale	0,682	0,2041 ^{NS}	0,919	0,0269*	0,955	0,0111**	0,922	0,0254*
Caroténoïdes	0,53	0,3582 ^{NS}	0,967	0,0069**	0,885	0,0457*	0,7009	0,1872 ^{NS}
Sucres totaux	-0,01	0,9869 ^{NS}	0,735	0,1565 ^{NS}	0,591	0,2939 ^{NS}	0,424	0,4762 ^{NS}
Proline	-0,328	0,5893 ^{NS}	0,015	0,9805 ^{NS}	0,137	0,8249 ^{NS}	0,359	0,5521 ^{NS}
Anthocyanes	0,596	0,2878 ^{NS}	0,959	0,0095**	0,965	0,0076**	0,881	0,0483*
Polyphénols	0,409	0,4934 ^{NS}	0,91	0,0317*	0,865	0,0578*	0,739	0,1528 ^{NS}
flavonoïdes	-0,085	0,8914 ^{NS}	0,139	0,8234 ^{NS}	0,315	0,6051 ^{NS}	0,535	0,352 ^{NS}

C.C. : Coefficient de corrélation de Pearson, *p* : Probabilité associée NS : Non significative, * Significative à 5-8%, ** : Significative à 1%.

DISSCUSSION

1. Effets des biofertilisants sur les paramètres physiologiques de l'olivier

L'évolution du taux de la chlorophylle sous l'effet des biofertilisants appliqués montre que le thé de vermicompost et les extraits aqueux végétaux révèlent le meilleur taux accumulé de chlorophylle par rapport au correcteur de carence et au témoin. Cet état de fait, nous permet d'avancer l'hypothèse suivante : la qualité et la concentration des biofertilisants a un effet sur la phytochimie des plants. Les propos avancés trouvent leur justification au niveau des études qui ont été réalisées sur la qualité de biofertilisant et son effet sur la phytochimie des plantes. Beaucoup de travaux argumentent l'impact des biofertilisants sur la physiologie des plantes [19]. L'accumulation de sucres totaux s'est avérée importantes chez les blocs des biofertilisants que l'engrais chimique. Les résultats concernant la production de la proline sous l'effet des biofertilisants ont montré que l'apport de l'extrait aqueux de *Moringa* révèle une forte accumulation. Ce constat suggère que l'extrait aqueux de *Moringa* assure une bonne protection de plante. Selon les études de Visvanathan et al. [20], l'accumulation de la proline a été démontrée chez de nombreuses espèces et dans différentes situations de stress. D'après Saeed Reza & Raheleh [21], l'accumulation de la proline constitue aussi un véritable mécanisme de tolérance au stress. D'autres parts, Ashraf & Neilly [22], ont constaté que l'accumulation de la proline permet la protection de la membrane cellulaire et participe à l'ajustement osmotique et que l'augmentation de proline est inversement proportionnelle à la teneur en eau dans les feuilles.

Concernant le bio fertilisant végétal, l'utilisation de son extrait aqueux brut pour nourrir les cultures est une pratique ancienne utilisée dès l'antiquité. Plus récemment, plusieurs travaux de recherche Briand [23], ont été orientés vers la mise au point de procédés de purification des substances actives afin d'améliorer leur efficacité biostimulante et de développer des modes d'apports plus adaptés aux cultures actuelles. L'analyse de la composition de ces biofertilisants a révélé la présence de macro et microélément essentiels tels que Ca, Mg, K, P...etc. Ils contiennent également des antioxydants, des composés phénoliques et des phytohormones. Cette composition diverse, indique que leurs extraits peuvent être utilisés comme biostimulants végétal. De nombreuses recherches ont souligné aussi le rôle des biofertilisants dans l'amélioration de la croissance et le développement des plantes de différentes cultures [24]. Plusieurs scientifiques ont beaucoup commenté les avantages du thé de vermicompost, lorsqu'il est utilisé comme source de nutriments dans l'agriculture biologique [25]. Les travaux antérieurs ont montré une amélioration du rendement des cultures sous traitements organiques. Cela est contrasté avec la plupart des études similaires comparant des sources organiques de nutriments avec des engrais chimiques [26].

2. Effets des biofertilisants sur la croissance des plants d'olivier

Les biofertilisants ont un effet significatif sur les paramètres d'expression végétative, où nous remarquons que les biofertilisants présentent la meilleure production foliaire, contrairement à la fertilisation conventionnelle qui présente le taux le plus faible.

Les résultats affichent une croissance de la phytomasse des plants qui montre une évolution graduelle et rapide du gain pondéral des plants sous l'effet de différents types de biofertilisants (extrait aqueux végétaux et thé de vermicompost). Nous estimons que les biofertilisants stimulent la multiplication du parenchyme qui permet de façon importante l'augmentation de la croissance des plantes. Aussi, la croissance en longueur des végétaux en générale est assurée par les méristèmes apicaux situés au niveau des apex et méristèmes intercalaires situés au niveau des ramifications. Ces zones (méristèmes) constituent le lieu de prolifération des cellules. Ces résultats sont similaires à ceux de Pettit [27], qui a montré que la croissance des plantes maraîchères (piment et poivron, etc.) sous l'influence des fertilisants organiques indique un apport convenable d'azote qui influence notablement la croissance en longueur de ces plantes. En ce qui concerne les paramètres de croissance, des différences significatives ont été signalées en rapport avec l'effet des biofertilisants. La réduction des écarts de différences pour l'ensemble des variables de croissance, signifie à notre sens que les biofertilisants étaient en mesure de fournir suffisamment de nutriments pour une croissance appropriée des plants de l'olivier. Ces résultats pourraient se rapporter à la richesse des biofertilisants en substances humiques, qui agissent comme des activateurs des paramètres physiologiques et facilitent par conséquent l'absorption des nutriments. Atiyeh, et al. [28], rapportent que le thé de vermicompost est en mesure d'affecter positivement la croissance des plants à cause de sa richesse en hormones végétales liées à la microflore associée au vermicompostage et aux métabolites libérées des déchets ménagers.

CONCLUSION

Notre travail s'intègre dans le cadre de la gestion de la nutrition des plantes dans un cadre d'une agriculture intelligente, à travers la valorisation des déchets et la rationalisation de la biomasse. L'application des biofertilisants améliorent les paramètres morpho-physiologique et le fonctionnement de plantes. Il serait intéressant par ailleurs d'étudier, d'une part, plus profondément les effets nutritifs et biostimulants qui peuvent être apporté par ce type de fertilisation et à déterminer d'une façon plus détaillée la valeur ajoutée d'un tel produit. Ces résultats nous ont amené à

considérer les divers types de déchets comme une matière première efficace pour produire des biofertilisants de qualité satisfaisante, répondant à la problématique d'usure de la matière organique des sols et permettant de satisfaire les attentes de la profession agricole.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. Gomes S., Martins-Lopes P. & Guedes-Pinto H. (2012). Olive Tree Genetic Resources Characterization through Molecular Markers, *Plant Molecular Biology. Reports*, 123: 82-89.
- [2]. Meslayet M.F. (2007). *Herbier méditerranées*. Ed. Sud, 9p.
- [3]. F.A.O. (2010). Séries statistiques. www.FAO.org, consulté 22/03/2016.
- [4]. Mendil M. (2009). *L'oléiculture : Expériences algériennes*. Filaha Innove, 1111,4762, 6p.
- [5]. Larbi M. (2006). Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Thèse .Doct. Univ de Neuchâtel. 140 p.
- [6]. Vessey J.K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soi*. 255:571-586.
- [7]. [] Dominguez J. & Edwards C.A. (2010). *Biology and ecology of earthworm species used for vermicomposting*. Vermiculture Technology (Vol. 47). Boca Raton, Florida: CRC Press.
- [8]. Dadkhah A. & Rassam GH. (2016). Phytotoxic Effects of Aqueous Extract of Sugar Beet, *Ephedra* and *Canola* on Seed Germination, Growth and Photosynthesis of *Convolvulus arvensis*. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 12(2): 667-676
- [9]. Ndegwa P.M. & Thompson S.A. (2001). Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Bioresource Technology*, 76 (2): 107-12.
- [10]. Chaichi W., Djazouli Z.E., Zebib B. & Merah O. (2018). Effect of Vermicompost Tea on Faba Bean Growth and Yield, *Compost Science & Utilization*, DOI: 10.1080/1065657X.2018.1528908
- [11]. Anonyme (2017). *Index des produits phytosanitaires à usage agricole*. Ministre de l'Agriculture, du Développement Rural et de la pêche, Alger, Algérie, 232 p.
- [12]. Lichtenthaler H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic bio membranes. *Methods in Enzymology*. 148:350-382.
- [13]. Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A. & Smith F. (1956). Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Anal. Chem.*, 28(3): 350-356.
- [14]. Kishor P.B.K. & Sreenivasulu N. (2014). Is proline accumulation per se correlated with stress tolerance or is proline homeostasis a more critical issue? *Plant, Cell Environ*. 37: 300-311.
- [15]. Giusti M.M. & Wrolstad R.E. (2001). "Anthocyanins: characterization and measurement with UV visible spectroscopy" Current protocols in food analytical chemistry, New York. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 87 : 13 -21.
- [16]. Oomah B.D., Corbé A. & Balasubramanian P. (2010). Antioxidant and anti-inflammatory activities of bean hulls. *Journal of agricultural and food chemistry*. 58:8225-8230.

- [17]. Chang C.C., Yong M.H., Wen H.M. & Chern J.C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of food and drugs analysis*.10:178-182.
- [18]. SPSS, Inc., (2016) –SYSTAT 4.00 for windows, statistics and graphics.
- [19]. Hassan H.S.A., Sarrwy S.M.A & Mostafa E.A.M. (2010). Effect of foliar spraying with liquid organic fertilizer, some micronutrients, and gibberellins on leaf mineral content, fruit set, yield, and fruit quality of “Hollywood” plum trees. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1: 638-643.
- [20]. Visvanathan C., Trankler J., Joseph K. & Nagendran R., (2010). Vermicomposting as an Eco-Tool in Sustainable Solid Waste Management. *Technology and Investment*, 1(3), 155–172.
- [21]. Saeed Reza H. & Raheleh A. (2018). Evaluation of vermicompost fertilizer application on growth, nutrient uptake and photosynthetic pigments of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under moisture deficiency conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 41(10): 1276-1284.
- [22]. Ashraf M. & Neilly T.Mc. (2004). Salinity tolerance in Brassica oil seeds. *Reviews in Plant Sciences*, 23(2),157-174.
- [23]. Briand X. (1998). IPA-systemic nutrition in foliar fertilisers. *Agro food Industry Hi-Tech*. 9: 5-10.
- [24]. Rady M., Bhavya M., Varma C. & Howladar S.M. (2013). "Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seedlings overcome NaCl stress as a result of presoaking in *Moringa oleifera* leaf extract," *Scientia Horticulturae*. 162: 63-70.
- [25]. Mistry J. (2015). Vermicompost, the best superlative for organic farming: A review. *Advance Research in Agriculture and veterinary science*. 2: 8-14.
- [26]. Gopinath K.A., Saha S., Mina B.L., Pande H., Srivastva A.K. & Gupta, H.S. (2009). Bell pepper yield and soil properties during conversion from conventional to Organic production in Indian Himalayas. *Scientia Horticulturae*. 122 :339 -345.
- [27]. Pettit R.E. (2002). Organic Matter, Humus, Humate, Humic Acid, Fulvic Acid and Humin: Their Importance in Soil fertility and Plant Health. Presented at the Humate Research and Information, Emeritus Associate Professor Texas University.
- [28]. Atiyeh R.M., Edwards C.A., Subler S. & Metzger J.D. (2002). Earth worm processed organic wastes as component of horticultural potting media for growing marigold vegetable seedlings. *Compost science And utilisation*, 8 : 215-223.