

L'effet des margines sur la germination des graines de fève (*Vicia faba. L*)

Abderrahmane YAAKOUBI* et Badia AGHANCHICH

Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia, Département de Biologie, Laboratoire de Biotechnologie et Physiologie Végétale, Boulevard du Prince Moulay-Abdallah, BP 2390, Marrakech, Maroc

* Correspondance, courriel : elyaakoubiya@gmail.com

Résumé

L'objectif de la présente étude est de déterminer l'effet des margines sur la germination des graines de deux variétés choisies (*Alfia 5* et *Alfia 21*) de *Vicia faba. L* afin de sélectionner la variété qui supporte mieux la margine avant de procéder à leur épandage en pots. Le protocole expérimental comporte un essai de germination en boîtes de pétri à différentes dilutions de Margines brutes. Les résultats montrent que la diminution du taux de germination pour les deux variétés testées par rapport au témoin est en fonction de l'augmentation des concentrations des Margines. Cependant, cette diminution ne se manifeste pas de la même façon pour les deux variétés. En effet, les deux variétés (*Alfia 5* et *Alfia 21*) présentent une tolérance pouvant aller jusqu'à une concentration de 20 % où on a enregistré un taux de germination de 96 % et de 75 % respectivement pour la variété *Alfia 5* et *Alfia 21*. Cette tolérance est exprimée même à une concentration élevée de 50 % des Margines où on a enregistré un taux de germination de 22 % pour la variété *Alfia 5* contre un taux de 7 % pour la variété *Alfia 21*. Ce qui montre que la variété *Alfia 5* est la plus tolérante aux margines que la variété *Alfia 21* au cours de la phase de germination. En outre, l'ajout des margines à des faibles concentrations montre également une légère diminution de la vitesse de germination et de la longueur de la radicule. Toutefois, une concentration de margine plus élevée (50 %) montre une forte réduction de tous les paramètres évalués. A une concentration extrême (100 %), les margines inhibent totalement la germination des graines des deux variétés.

Mots-clés : *Vicia faba. L*, margines, germination, tolérance.

Abstract

The effect of olive mill wastewater (OMW) on the germination of bean seeds (*Vicia faba. L*)

The objective of this study is to determine the effect of OMW on the germination of seeds of two selected varieties (*Alfia 5* and *Alfia 21*) of *Vicia faba. L* to select the variety that best supports the OMW before spreading them in pots. The experimental protocol includes a germination test in petri dishes at different dilutions of raw OMW. The results show that the decrease in the germination rate for the two varieties tested compared to the control is a function of the increase in OMW concentrations. However, this decrease is not the same for the two varieties. Indeed, the two varieties (*Alfia 5* and *Alfia 21*) have a tolerance of up to 20 % where a germination rate of 96 % and 75 % was recorded for the variety *Alfia 5* and *Alfia 21* respectively. This tolerance is expressed even at a high concentration of 50 % of the OMW where a

germination rate of 22 % was recorded for the variety *Alfia 5* against a rate of 7 % for the variety *Alfia 21*. This shows that the variety *Alfia 5* is the most tolerant to OMW than the variety *Alfia 21* during the germination phase. In addition, the addition of OMW at low concentrations also shows a slight decrease in germination rate and radicle length. However, a higher OMW concentration (50 %) shows a significant reduction in all parameters evaluated. At an extreme concentration (100 %), the OMW totally inhibit the germination of the seeds of both varieties.

Keywords : *Vicia faba. L, olive mille wastewater, germination, tolerance.*

1. Introduction

Le procédé d'extraction de l'huile d'olive (presse et de centrifugation à 3 phases) engendre deux types de sous-produits : Les grignons (résidus solides) et les margines (résidus liquides) [1]. Cet effluent liquide, caractérisé par une intense couleur brun-violet ou brun-rouge à noir et une odeur de l'huile d'olive, est composé des eaux de végétation du fruit de l'olivier et des eaux du process (lavage et traitement) [2]. D'où la production d'une grande quantité de margines dont le volume estimé est d'environ 30 millions de m³ par an [3, 4]. Ces quantités relativement très élevées commencent à poser des problèmes de pollution menaçant la stabilité environnementale. Cette pollution est dû au fait que les margines ont un pH acide, une forte charge en substances toxiques (les composés phénoliques) et une charge polluante en matière organique très élevé [5, 6]. Or, ces effluents présentent une source de nutriments (sels minéraux: potassium, sodium, magnésium, etc.) et de matière organique (composés phénoliques, lipides, sucres, protéines, etc.) bénéfique pour l'amélioration de la fertilité des sols et de la productivité des cultures [6 - 8]. Bien qu'ils soient riches en nutriments pour les plantes, leur épandage sur les sols agricoles d'une façon incontrôlée ou leur stockage dans les cuvettes exposent les systèmes eau-sol-plante à une pollution inéluctable [2, 9]. Dans ce sens, de nombreux travaux réalisés par certains auteurs [10] sont orientées vers l'épandage agricole des margines dans des conditions bien définies : Ils montrent que les margines d'olives peuvent être utilisées comme fertilisant organique jusqu'à 100 m³/ha sur un sol alcalin toutes les deux à trois années. Au-delà de cette dose et fréquence, une attention particulière devrait être accordée aux polyphénols connus pour leur effet phytotoxique. D'autres études sur la valorisation des margines ont montré également que l'utilisation des margines a des effets bénéfiques à la fois pour les cultures et pour les sols d'accueil [8]. De plus, une autre étude réalisée par certains auteurs [11] montre également que l'utilisation des margines brutes (concentrées) provoque une inhibition complète de la germination des graines des quatre espèces et un accroissement du processus de germination en fonction de la dilution des margines. De ce fait, l'utilisation des margines à des fin agricole par épandage contrôlé constitue une excellente solution d'épuration et de valorisation. L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'effet des Margines de centrifugation brutes et diluées sur la germination des graines de deux variétés de féverole (*Vicia faba. L*) en suivant plusieurs paramètres liés à la germination afin de déterminer les seuils d'application des margines et de sélectionner la variété qui supporte mieux la margine avant d'envisager à l'épandage en pot.

2. Matériel et méthodes

2-1. Échantillonnage

2-1-1. Margines

Les échantillons de margines ont été prélevés au niveau d'une huilerie d'olive (système de centrifugation à 3 phases), située dans la ville d'El Attaouia région Marrakech-Safi, Maroc, en pleine campagne oléicole (2016 - 20017). Les échantillons étaient prélevés à partir du bassin de stockage des margines, homogénéisées, et obtenu sans modification de leurs caractéristiques. Les margines ont été acheminées au laboratoire, dans des bocaux en verre de 1 L, puis stockées à l'obscurité à une température de 4°C pour garder les mêmes caractéristiques physico-chimiques des margines.

2-1-2. Matériel végétal utilisé

Au cours de notre expérimentation, nous avons utilisés des graines de fève (*Vicia faba. L*) en tant que matériel végétale. Le choix de cette espèce repose sur sa grande capacité de germination et l'importance de sa vitesse de croissance. Pour cela, nous avons utilisé des graines appartenant à deux variétés d'origine marocaine (*Alfia 5 et Alfia 21*) provenant de l'INRA de la Ville Tamellalet (Région Marrakech). Les graines de deux variétés (*Alfia 5 et Alfia 21*) ont été triées et désinfectées avec de l'hypochlorite de sodium (4°) pendant 5 min, puis ont été rincées abondamment à l'eau distillée stérile pour éliminer l'eau de javel ainsi que les produits de conservation ayant adhéré à la graine.

2-2. Caractérisation des margines

Les paramètres physico-chimiques des margines utilisées sont indiqués dans le **Tableau 1**. Le pH est mesuré sur la margine fraîche par un pH mètre de type HANNA modèle HI 2209. La conductivité électrique est également mesurée sur la margine fraîche par un conductimètre de type HANNA modèle EC 215. La détermination de matière sèche (MS) de margine consiste à évaporer un échantillon de 20 ml dans une capsule en porcelaine à 105°C jusqu'à poids constant. L'échantillon est pesé après refroidissement pour déterminer son poids sec. Elle est exprimée en g/L par rapport au poids frais. L'échantillon sec de margine est calciné dans un four à moufle à 550°C. Après refroidissement dans un dessiccateur, les produits de l'incinération sont pesés et constituent la matière minérale. La teneur en matière organique est obtenue par déduction entre le poids sec des margines et leur poids après calcination (matière minérale) [12]. L'extraction de l'huile résiduelle contenue dans la matière sèche des margines a été déterminée par l'hexane à une température de 40 à 60 °C au moyen d'un appareil de Soxhlet [13]. La détermination de la concentration des phénols totaux dans les échantillons a été réalisée par la technique colorimétrique de *Folin Ciocalteu* décrite par [14] et une lecture de la densité optique par spectrophotométrie à 760 nm.

2-3. Essai de germination en boites de pétri

Le présent travail vise à mettre en évidence l'influence des margines sur la germination des graines de deux variétés (*Alfia 5 et Alfia 21*) de *Vicia faba. L*. Le protocole comporte sept dilutions et un témoin sans Margines. Les graines sont placées sur du papier filtre imbibé par le mélange margine stérile (120°C/20 mn) et eau distillée relative aux différentes dilutions. Tout d'abord, les graines sont disposés par dix dans des boites de Pétri (9 cm de diamètre) contenant deux couches du papier filtre imbibé de 10 ml d'eau distillée stérile (témoin) et, dans les autres cas, nous avons ajouté 10 ml de margines stérilisées à des différentes dilutions (0 %, 0.1 %, 1 %, 5 %, 10 %, 20 %, 50 % et 100 %). Les boites de pétri sont mise en incubation à l'obscurité sous une température de 20 °C. Après 24 heures, nous avons commencés à comptabiliser les graines germés pour chaque dilution pendant 7 jours. Une graine a été considérée germée lorsqu'il y a eu émergence de la racine.

2-4. Paramètres de germination

L'évaluation de l'effet des margines sur la germination des graines de *Vicia faba. L* a porté sur les paramètres suivants :

2-4-1. Taux de germination

Ce paramètre constitue le meilleur moyen d'identification de la concentration des margines qui présente la limite physiologique de germination des graines. Le % de la germination est exprimé par le rapport du nombre de graines germées au temps t sur le nombre total de graines [15].

$$(\%) \text{ Germination} = \frac{N_t}{N_i} \times 100 \quad (1)$$

N_t le nombre de graines germées au temps t et N_i le nombre de graines mises à germer.

2-4-2. L'indice de vélocité (IV) de la germination

L'indice de vélocité estimé par l'indice Timson [16] est défini comme suit :

$$IV = \frac{\sum G}{T} \quad (2)$$

G le pourcentage de germination à un intervalle de temps de 2 jours et T la période totale de germination.

2-4-3. Vitesse de la germination

C'est le temps moyen à la germination (TMG : T_{50}) de 50 % des graines. Elle permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine. Il s'agit de calculer chaque jour la vitesse de germination sous les différentes concentrations des margines. Elle est exprimée par le nombre de graines germées à 24, 48, 72, 96 et 120 h après le début de l'expérience. C'est un paramètre qui permet de mieux appréhender la signification écologique du comportement germinatif des variétés étudiées ainsi que l'ensemble des événements qui commencent par l'étape d'absorption de l'eau par la graine et se terminent par l'élongation de l'axe embryonnaire et l'émergence de la radicule.

2-4-4. La longueur de la radicule (LR)

La longueur de la radicule a été mesurée à l'aide d'une règle graduée pour évaluer la croissance de la plantule vis-à-vis du margines, après 7 jours de germination.

3. Résultats et discussion

3-1. Caractérisation des margines étudiées

Les résultats de la caractérisation physicochimique des margines (**Tableau 1**) révèlent qu'elles sont acides (pH = 4.46). Cette acidité est due à la présence des acides organiques (acides phénoliques, acides gras, etc.) [17]. La valeur de la conductivité électrique (CE = 6,7 ms/cm) donne une idée générale sur la teneur élevée en sel minéraux dissous [19]. Elle est due surtout aux ions potassium, chlorure, calcium et magnésium [18]. Ceci concorde avec [12, 19]. Notre margine renferme une valeur moyenne (26 g/L) en matière sèche dont la

matière minérale et la matière organique sont de l'ordre de 4,36 g/L et 21,64 g/L respectivement. Ceci peut être expliqué par le fait que la dilution des pâtes d'olives avec de l'eau chaude, requise par le système de centrifugation, se traduit par une dilution des eaux de végétation produites [20]. Elles portent également une teneur considérable en polyphénols (6.51 g/L) peu biodégradable et une faible teneur en huile résiduelle (0,28 %). ces valeurs demeurent en fonction de la variété d'olive, de la durée de stockage des olives et du procédé d'extraction de l'huile d'olive [21, 22]. Ceci est en accord avec [23,24].

Tableau 1 : Caractérisation physicochimique des margines de centrifugation

Paramètres physico-chimiques	Margines brutes
pH	4.46
Conductivité électrique (mS/cm)	6.7
Matière sèche (g/l)	26
Matière minérale (g/l)	4,36
Matière organique (g/l)	21,64
Huile résiduelle (%)	0,28
Polyphénols (g/l)	6.51

3-2. Effet des margines sur le taux de la germination de *Vicia. faba. L*

Le suivi des tests de germination des graines de *Vicia. faba. L* irriguées par les margines brutes à différentes dilutions pendant sept jours montre une augmentation du nombre de graines germées en fonction du temps; plus le taux de dilution augmente plus le nombre de graines germées est important (**Figure 1**). Le taux de germination le plus élevé est observé pour la dilution 20 %. Ceci est accord avec [11]. En effet, à cette concentration, les margines favorisent aussi bien la germination des graines de la variété *Alfia 5* que celle de la variété *Alfia 21* (dont le taux de germination est d'environ 96 % et 75 % respectivement). Ceci pourrait être expliqué par le fait que la dilution des margines réduit sa charge en éléments inhibant la germination [25]. Cependant, à une concentration de 50 %, le taux de germination tend à diminuer fortement de 80 % et 90 % respectivement pour les deux variétés (*Alfia 5* et *Alfia 21*) jusqu'à ce qu'il s'annule à une concentration de 100 % (margines brutes). En effet, cette inhibition de la germination des graines à des concentrations élevées est dûe à l'action toxique de la salinité, des acides organiques et des polyphénols contenues dans les margines, et qui agissent directement sur l'embryon [26 - 28]. Généralement, l'évolution du taux de germination des graines de la variété *Alfia 5* demeure, durant toute la période d'essai, supérieure que celui de la variété *Alfia 21* quelque soit la concentration des margines. Ce qui signifie que la variété *Alfia 5* supporte mieux les margines que la variété *Alfia 21*.

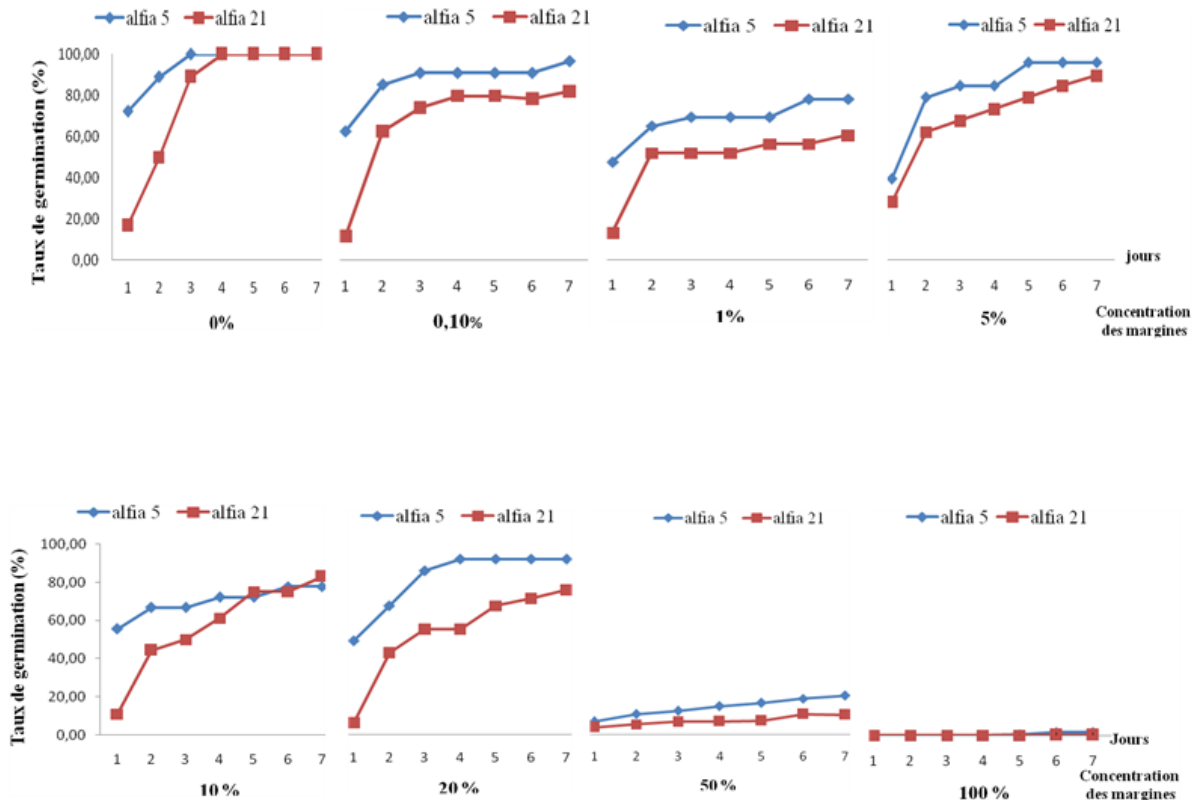


Figure 1 : Taux de germination (%) de 2 variétés testées (Alfia 5 et Alfia 21) en fonction des différentes concentrations des Margines

3-3. Effet des margines sur l'indice de vélocité (IV)

En milieu sans margines (Témoin : 0 %), il n'y a pas de différence entre la valeur de l'indice de vélocité (14) des graines d'*Alfia 5* et celle des graines d'*Alfia 21* (**Figure 2**). En revanche, l'imbibition des graines avec des margines à une concentration de 0.1 % a diminué l'indice de vélocité jusqu'à 11.5 et 13.5 respectivement pour les deux variétés *Alfia 21* et *Alfia 5*. A une concentration de 1 %, l'écart de l'IV entre les deux variétés a significativement accru. En effet, l'indice de vélocité des graines d'*Alfia 5* revient à sa valeur initiale (14), alors que celui de la variété *Alfia 21* diminue légèrement de 11.5 à 11. De plus, l'ajout des margines avec une concentration de 5% a augmenté l'IV des graines de la variété *Alfia 21* à une valeur de 12 (mais, cette valeur demeure encore inférieure à celle de la variété *Alfia 5* (13). Ceci explique que les graines de la variété *Alfia 21* germent lentement par rapport à celle de la variété *Alfia 5*. Cependant, au delà de cette concentration jusqu'à 20 %, on a enregistré une légère diminution progressive de l'IV des graines des deux variétés; chose qui explique, dans ce cas là, que les deux variétés se comportent de la même façon et ne montrent donc aucune différence significative pour le critère de l'IV. En outre, au delà de cette concentration (20 %), l'IV décroît brutalement jusqu'à ce qu'il s'annule parfaitement à la concentration 100 %. Ceci confirme les résultats rapportés par [5, 11]. Ceci pourrait être expliqué par le fait que les margines concentrées présentent des propriétés hautement phytotoxiques, principalement dues aux phénols [29]. Généralement, l'indice de vélocité tient compte du temps et du pourcentage de germination final, et donne une idée sur la vitesse de germination. Des valeurs élevées de cet indice indiquent que l'embryon montre une vitesse de germination plus élevée [30].

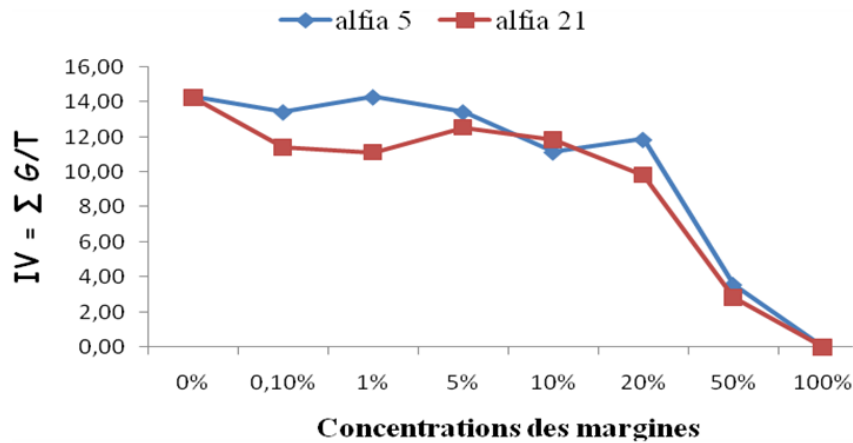


Figure 2 : Effet de la concentration des margines sur l'indice de vélocité des graines de deux variétés étudiées

3-4. Effet des margines sur le temps moyen de germination (TMG)

Le temps moyen de germination (TMG) correspond à la germination de 50 % du lot de graines (**Figure 3**). En absence de margines (Témoïn : 0 %), Ce temps varie entre 19 h et 40 h respectivement pour les deux variétés *alfa 5* et *alfa 21*. A partir de cette concentration (0 %) jusqu'à 1 % de margines, ce temps (T50) demeure pratiquement stable. par contre, de la concentration 1 % jusqu'à 20 % de margines, il y a une augmentation progressive en fonction de pourcentage de margines appliquées: le TMG passe de 20 h à 45 h pour les graines d' *alfa 5* et de 38 h à 70 h pour *alfa 21*. Alors qu'au de là de 20 %, le TMG des deux variétés a connu une augmentation en parallèle (à une concentration de 50 % le TMG atteint des valeurs 94 h et 120 h respectivement pour *alfa 5* et *alfa 21*). Cependant, cette tolérance à ce stade n'est pas suffisante pour expliquer le comportement des deux variétés en présence des Margines au cours du cycle végétatif. Par ailleurs, un retard dans le processus de germination par rapport au témoin a été remarqué pour les deux variétés. Toutefois, pour la variété *Alfia 5* ce retard n'est remarquable qu'à partir de la concentration élevée (50 %). En revanche, pour *alfa 21* ce retard est observé à partir des concentrations bien inférieures. Cette constatation vient de confirmer les résultats de [31] qui a démontré que la présence du sel dans le milieu de culture provoque en effet une baisse significative de nombre de graines germées et un retard dans l'initiation du processus de germination. En outre, l'inhibition du processus de germination observé à une concentration extrême de margines (100 %) peut être expliquée par la teneur très élevée en sels des margines soit par la toxicité spécifique des ions soit par l'effet osmotique des sels. Les effets osmotiques se traduisent par une difficulté des graines à absorber des quantités d'eau suffisantes pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation et de déclencher les processus de germination. Ils conduisent à une baisse de la vitesse de germination [32]. Les effets toxiques, liés à une accumulation des sels à l'intérieur des cellules, provoquant des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination [19], empêchent la germination des embryons ce qui conduit à une diminution de la capacité germinative. Par conséquent, le retard de la germination des graines de l'ensemble des deux variétés étudiées avec l'augmentation de la concentration des margines est expliqué, d'une part, par le temps nécessaire à la graine de mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne [33] et d'autre part, de la forte sensibilité des graines à la toxicité des polyphénols des margines [33] ou bien à leur salinité plus ou moins élevée qui provoque un stress salin [30, 33, 34].

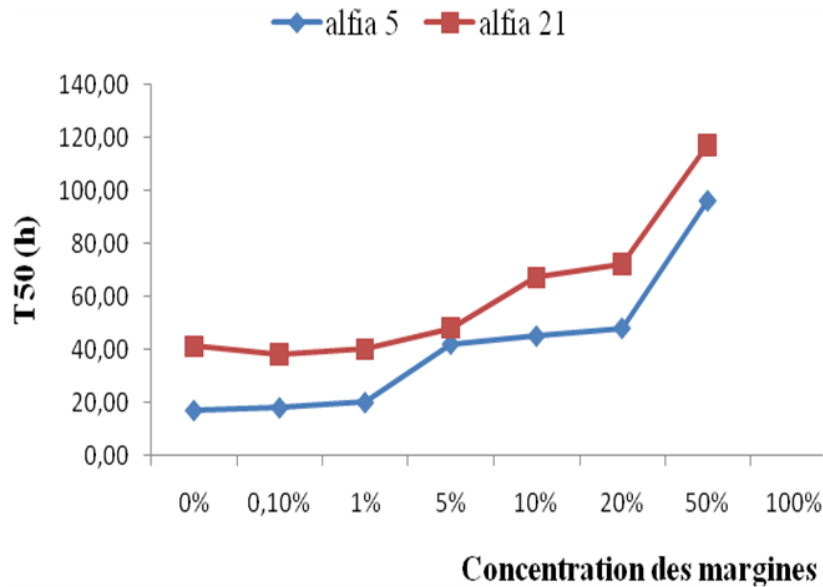


Figure 3 : Effets de différentes concentrations de margines sur le temps moyen de germination (T50) des graines

3-5. Effet des margines sur la longueur de la radicule

La longueur de la radicule a été mesurée pour évaluer l'effet des margines à différentes concentrations sur la croissance de l'embryon (**Figure 4**). Nos résultats indiquent que, en absence de margines, la longueur de la radicule (LR) enregistrée est 2.2 cm et 2.3 cm respectivement pour les deux variétés *alfia 21* et *alfia 5*. Le traitement des graines avec des concentrations de margines allons jusqu'à 1 % a légèrement stimulé la longueur de la radicule comparativement aux semences non traitées (témoin 0 %). Cependant, au delà de cette concentration jusqu'à 20 % on note une diminution progressive de la longueur de la radicule jusqu'à une valeur de 1.7 cm. Après cette concentration (20 %), la margine exerce un effet inhibitrice sur la longueur de la radicule jusqu'à ce qu'elle s'annule à 100 %. Ces résultats sont accord avec [32].

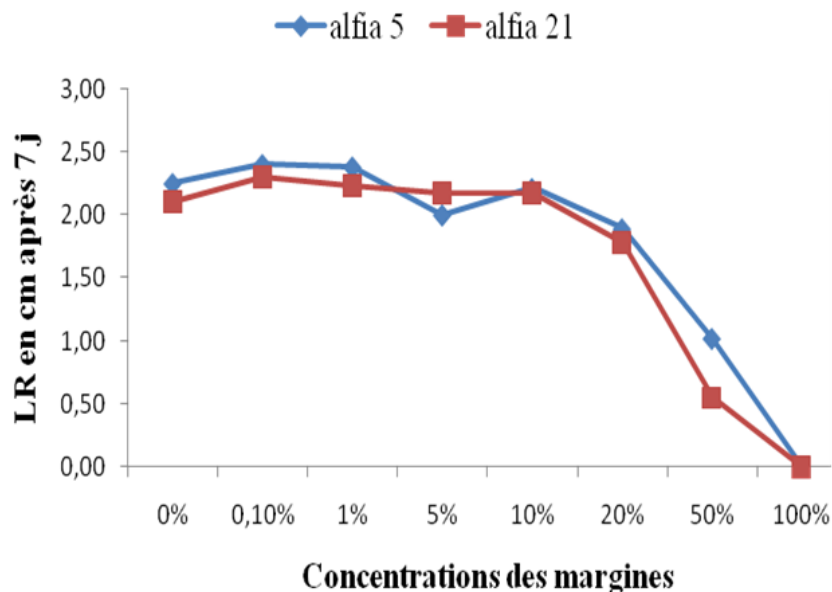


Figure 4 : Effet de la concentration des margines sur la longueur de la radicule des graines germées des deux variétés étudiées

4. Conclusion

La germination des graines est un ensemble de processus métaboliques qui aboutissent à l'émergence de la radicule. Ce stade de développement est considéré comme une étape critique dans l'établissement des semis et ainsi la détermination d'une production agricole réussie. Dans cette étude nous avons comparé l'effet des margines brutes (concentrées) et diluées sur la capacité germinative de deux variétés de *Vicia faba.L.* A la lumière des résultats obtenus, nous avons constaté que les deux variétés utilisées ont eu une germination pratiquement comparable, bien que les graines d'*Alfia 21* aient eu une germination plus faible par rapport aux graines d'*Alfia 5*. L'évolution du taux de germination des deux variétés testées par rapport au témoin demeure dépendante de la concentration des margines et du temps. En effet, Le suivi des tests de germination des graines de *Vicia faba. L* irriguées par les margines brutes à différentes dilutions pendant sept jours montre une augmentation du nombre de germes en fonction du temps; plus le taux de dilution augmente plus le nombre de graines germées est important. Le taux de germination le plus élevé est observé pour la dilution 20 %. Cette concentration a permis d'améliorer significativement non seulement le taux de germination des graines mais également l'indice de vitesse de germination, la vitesse de germination et la croissance de la radicule. Ceci pourrait être expliqué par le fait que la dilution des margines est le principal prétraitement technique affectant la phytotoxicité des margines (C'est à dire que la dilution des margines réduit sa charge en éléments inhibant la germination). De plus, un retard dans le processus de germination par rapport au témoin a été remarqué pour les deux variétés. Toutefois, pour la variété *Alfia 5* ce retard n'est remarquable qu'à partir de la concentration élevée (50 %). Alors que, pour *Alfia 21* ce retard est observé à partir des concentrations bien inférieures. Ce qui montre que la variété *Alfia 5* supporte mieux la marge que la variété *Alfia 21*. Néanmoins, à une concentration plus élevée (50 %), les margines ont entraîné à une inhibition partielle de la germination des graines de *Vicia faba.L.* Ceci montre que les variétés testées sont affectées par une dépression osmotique et toxique sauf *Alfia 5* qui semblent être affectées seulement par un effet osmotique. Cette inhibition devient total en présence de margines pures (100 %). Ceci est dû à l'action toxique des acides organiques et des polyphénols contenues dans les margines, et qui agissent directement sur l'embryon. Par conséquent, ces tests de germination nous permettent de prévoir la concentration et la dose des margines à appliquer avant d'envisager à l'épandage des margines en pôt ou en parcelles.

Références

- [1] - A. ZAHARI, A. TAZI et M. AZZI, *J. Mater. Environ. Sci.*, 5 (2) (2013) 484 - 489
- [2] - D. DAASSI, J. L. SANCHEZ, I. B. LINARES, L. BELBAHRI, S. WOODWARD and H. Z. MECHICHI, *Corioloopsis gallica, Chemosphere*, 113 (2014) 62 - 70
- [3] - G. OUZOUNIDOU and M. ASFI, *Journal Plant Nutr*, 35 (5) (2012) 726 - 738
- [4] - A. MEKKI, A. DHOUB and S. SAYADI, *Int J Recycl Org Waste Agric*, 2 (1) (2013) 1 - 7
- [5] - M. ASFI, G. OUZOUNIDOU and M. MOUSTAKAS, *Environ Sci Pollut Res*, 19 (6) (2012) 2363 - 2371
- [6] - A. C. BARBERA, C. MAUCIERI, A. IOPPOLO, M. MILANI and V. CAVALLARO, *Water Res*, 52 (2014) 275 - 281
- [7] - S. AYOUB, K. AL-ABSI, S. AL-SHDIEFAT, D. AL-MAJALI and D. HIJAZEAN, *Sci Hortic*, 175 (2014) 160 - 166
- [8] - R. ALTIERI and A. ESPOSITO, *Int. Biodeterior. Biodegrady*, 64 (2010) 124 - 128
- [9] - W. HAMZA, H. MEKKI et M. BENZINA, École Nationale d'Ingénieurs de Sfax, Tunisie, 13 (2010)
- [10] - Z. MAJBAR, Z. RAIS, M. EL HAJI, M. BEN ABBOU, H. BOUKA and M. NAWDALI, *JMES*, 8 (9) (2017) 3162 - 3167
- [11] - Z. RAIS, M. EL HAJI, M. BENABBOU, Z. MAJBAR, K. LAHLOU, M. TALEB, Y. ZAYTOUNI, R. RHERIBI, H. BOUKA and M. NAWDALI, *Revue des sciences de l'eau*, 30 (1) (2017) 57 - 62
- [12] - E. DE MARCO, M. SAVARESE, A. PADUANO et R. SACCHIA, *Food chemistry*, 104 (2007) 858 - 867

- [13] - L. DI GIOVACCHINO, *Olivae*, 104 (2005) 55 - 63
- [14] - D. ATANASSOVA, P. KEFALAS and E. PSILLAKIS, *Environ. Int.*, 31 (2) (2005) 275 - 280
- [15] - A. EL HADRAMI, M. BELAQZIZ, M. ELHASSNI, S. HANIFI, A. ABBAD, R. CAPASSO, L. GIANFREDA and I. EL HADRAMI, *Journal of Agronomy, Italy*, (3) (2004) 247 - 254
- [16] - N. ASSAS, L. AYED, L. MAROUANI et M. HAMDY, *International Biodeterioration et Biodegradation*, 63 (2009) 407 - 413
- [17] - A. ESMAIL, N. CHAHBOUN, Z. MENNANE, R. AMIYARE, H. ABED, M. BARRAHI, A. QEBIBO, M. OUHSSINE et E. H. BERNY, *J. Mater. Environ. Sci.*, 6 (3) (2015) 869 - 876
- [18] - N. YAHYAOU, "Etude de l'adsorption des composés phénoliques des margines d'olive sur carbonate de calcium, hydroxyapatite et charbon actif". Mémoire de magister. Université de Mouloud Mammeri. Tiziouzou, (2012) 129 p.
- [19] - R. DAKHLI, R. LAMOURI et E. MALLEK-MAALEJ, *J. Mater. Environ. Sci.*, 5 (3) (2014) 915 - 922
- [20] - M. ACHAK, N. OUZZANI, A. YAACOUBI et LAILA MANDI, *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 22 (3) (2008) 421 - 433
- [21] - L. C. DAVIES, A. M. VILHENA, J. M. NOVAIS et S. MARTINS-DIAS, *Journal Grasas y Aceites*, 55 (3) (2004) 233 - 241
- [22] - F. E. ERGÜL, S. SARGIN, G. ONGEN et F. V. SUKAN, *International Biodeterioration and Biodegradation*, 63 (2009) 1 - 6
- [23] - A. BEN SASSI, A. BOULARBAH, A. JAOUAD, G. WALKER and A. BOUSSAID, *Process Biochemistry*, 41 (2006) 74 - 78
- [24] - E. A. ABBASSI, H. KIAI and A. HAFIDI, *Food chemistry*, 132 (2012) 406 - 412
- [25] - A. MUSCOLO, M. SIDARI, C. MALLAMACI and E. ATTINÀ, *Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology*, 4 (1) (2009) 75 - 83
- [26] - O. FEDILA, S. TIBARIOUS, "Valorisation des margines par épandage agricole". Mémoire, Université A. MIRA - Bejaia, (2016)
- [27] - A. MEKKI, F. ALOUI, A. DHOUIB et S. SAYADI, *J. Soil Sci. Environ. Manage*, 3 (1) (2012) 1 - 8
- [28] - R. DAKHLI, R. LAMOURI and E. MALLEK-MAALEJ, *J. Mater. Environ. Sci.*, 5 (3) (2014) 915 - 922
- [29] - A. C. BARBERA, C. MAUCIERI, A. IOPPOLO, M. MILANI and V. CAVALLARO, *Water Res*, 52 (2014) 275 - 281
- [30] - M. FARISSI, C. GHOULAM and A. B. GAREN, *Fourrages*, 216 (2013) 329 - 332
- [31] - H. SITI-AISHAH, A. R. SABERI, R. A. HALIM and A. R. ZANHARA, *J. Agron*, 9 (2010) 169 - 74
- [32] - M. M. ALAOUI, L. EL JOURMI, A. OUARZANE, S. LAZAR, S. EL ANTRI, M. ZAHOUILY et A. HMYENE, *J. Mater. Environ. Sci.*, 4 (6) (2013) 997 - 1004
- [33] - L. BENIDIRE, K. DAoui, Z. A. FATEMI, W. ACHOUAK, L. BOUARAB et K. OUFDOU, *J. Mater. Environ. Sci.*, 6 (3) (2015) 840 - 85
- [34] - M. FARISSI, C. GHOULAM and A. B. GAREN, *Fourrages*, 219 (2014a) 271 - 275