

Study of different soil water suction regimes on growth parameters and yield in two varieties of durum wheat in Northern Tunisia

Etude de différents régimes de succion de l'eau du sol sur les paramètres de croissance et du rendement chez deux variétés du blé dur au Nord de la Tunisie

A. BOUGHDIRI¹, G. TIBAOU², M. M.H. SELLAMI³, M. HAMMAMI⁴, B. BEN NOUNA⁵, H. BAHROUNI⁶, S. SLIM⁷

^{1,2,7} School of Higher Education in Agriculture of Mateur, University of Carthage, Tunisia

^{3,4} School of Higher Education of Engineers in Rural Equipment of Medjez El Bab, University of Jandouba

^{5,6} National Research Institute for Rural Engineering, Water and Forestry, Ariana, Tunisia

*Corresponding author: amor.boughdiri@yahoo.fr

Abstract – The present work aims at the study of the effect of four water suction treatments on some agro-physiological parameters: height of the plant, rate of dry matter, number of leaves per plant, leaf area and the parameters of yield : number of tillers per plant, number of ears per plant, number of spikelets per ear, number of grains per ear, weight of one thousand grains in two varieties of durum wheat, Karim and Maali.. The trial was carried out in the experimental plots of the Mateur School of Agriculture during the 2015/2016 year. Four water regimes (treatments) corresponding to four levels of water pressure in the soil were tested, R1: -300, R2: -500, R3: -700 and R4: -1000 mbars. Physiological and agronomic parameters were measured. The results showed a significant effect of irrigation on all of these parameters. Indeed, the maintenance of a ground pressure of -300 and -500 allowed an increase of the height of the plants from 11 to 20% compared to the witness. For the R4 and R3 diets a very significant reduction in the number of fertile tillers compared to R1 was observed, 66.6% and 75% respectively. A decrease in the number of spikelet per ear was recorded for R1 and R4 treatments, a decrease of more than 65%. The thousand grain weight in both varieties varied inversely with the level of stress. The highest value was 61 g for R3, the lowest was 47 g under R1.

Keywords: Karim, Maali, treatment, suction, thousand grain weight, stress, agro-physiological parameters.

Résumé – Le présent travail vise à l'étude de l'effet de quatre traitements de succion d'eau sur quelques paramètres agro-physiologiques à savoir, la hauteur de la plante, taux de matière sèche, nombre de feuilles par plante, surface foliaire et les paramètres de rendement : nombre de talle par plante, nombre d'épi par plante, nombre d'épillets par épi, nombre de grain par épis, poids de mille grains chez deux variétés du blé dur, Karim et Maali. Un essai a été effectué dans les parcelles expérimentales de l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur au cours de la campagne agricole 2015/2016. Quatre régimes (traitements) de succion de l'eau correspondant à quatre niveaux de pression de l'eau dans le sol ont été testés, R1 : -300 mbars, R2 : -500 mbars, R3 : -700 mbars et R4 : -1000 mbars. Des paramètres physiologiques et agronomiques ont été mesurés. Les résultats ont montré un effet significatif de l'irrigation sur l'ensemble de ces paramètres. En effet, le maintien d'une pression au sol de -300 et -500 a permis une augmentation de la hauteur des plantes de 11 à 20 % par rapport au témoin. Pour les traitements R4 et R3 une réduction très significative du nombre de talles fertiles par rapport à R₁ a été observée, soit 66,6 % et 75 % respectivement. Une baisse du nombre d'épillets par épis a été enregistrée pour les traitements R1 et R4, soit une baisse de plus de 65 %. Le Poids de mille grains chez les deux



variétés a varié inversement proportionnel au niveau du stress. La valeur la plus élevée a été de 61 g pour R3, la plus faible a été de 47 g sous R1.

Mots clés : Karim, Maali, traitement, succion, poids de mille grains, stress, paramètres agro-physiologiques

1. Introduction

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale. Parmi ces céréales, le blé occupe la première place dans la production mondiale et est la deuxième source de nourriture humaine après le riz, assurant jusqu'à 15 % des besoins énergétiques (Bajji, 1999)

La céréaliculture en Tunisie est une activité ancienne, elle est essentiellement pluviale, ses emblavures ainsi que ses rendements sont largement dépendantes des conditions climatiques (Daaloul, 1986). Les productions nationales n'ont pas permis la satisfaction des besoins domestiques. En effet le blé dur représente 70 % de la production des céréales. Il satisfait en moyenne 72 % de la demande nationale. La production du blé tendre couvre à peine 20 % des besoins nationaux. Les importations des céréales ont donc constitué la solution pour combler les déficits enregistrés (Bachta, 2005).

La disponibilité en eau est l'un des facteurs le plus déterminant pour la croissance et la productivité des plantes (Mayer et al., 2004). En effet la sécheresse est le principal facteur limitant la productivité agricole dans les régions arides et semi-arides (Mir et al. 2012) comme la zone méditerranéenne qui se caractérise par des précipitations irrégulières (Habech et al., 2009). Cette irrégularité des précipitations est à l'origine d'une fluctuation énorme au niveau du rendement (Rezgui et al., 2010). Pour produire 1 kilo de grains, le blé a besoin de transpirer entre 500 et 1000 litres d'eau, dont 200 à 400 entre l'anthèse et la maturité (Rezgui, 1995). L'efficacité de l'eau dépend toutefois non seulement des caractéristiques biologiques propres à l'espèce, mais aussi de la durée de la saison de culture, de la fertilisation, du rapport système racinaire sur partie aérienne, et de facteurs climatiques, notamment le déficit de saturation de l'air, ce dernier est faible en hiver, et augmente sensiblement vers la fin du printemps. Dans les régions semi-arides de la Tunisie tels que la région de Siliana l'efficacité d'utilisation de l'eau de la variété du blé dur Karim passe de 0,3 kg/m³ à 0,9 kg/m³ respectivement pour le régime pluvial et irrigué (Boughdiri, 2014).

2. Matériel et Méthodes

2.1. Présentation du site expérimental

L'essai a été conduit à la station expérimentale de l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur, située dans le gouvernorat de Bizerte, au Nord Est de la Tunisie (Altitude 20 m, latitude 37°03'N, longitude 9°36'E). La région appartient à l'étage bioclimatique sub-humide. La pluviométrie enregistrée au cours du stade végétatif du blé a été de 300 mm

2.2. Protocole expérimental

Deux variétés du blé dur : Karim et Maali ont été utilisées. Le semis a été effectué le 10 décembre 2015 avec une densité de 350 plants/m². Un labour moyen de profondeur 20 cm a été effectué et suivi de deux recroisements. La fumure du fond a été apportée sous forme de DAP avec une dose de 150 kg/ha. Un traitement herbicide et fongicide a été effectué durant les mois de février et mars respectivement. Au niveau de chaque unité expérimentale deux tensiomètres ont été installés au niveau de la profondeur 10 cm et 30 cm. Les mesures de la pression de l'eau dans le sol (succion) a été effectué par une sonde Watermark. Le présent essai comprend 4 traitements hydriques qui correspondent à 4 niveaux de pression d'eau dans le sol qui sont : R1 (-300 mbars), R2 (-500 mbars), R3 (-700 mbars) et R4 (-1000 mbars). Le dispositif expérimental employé est un dispositif en bloc randomisé avec 3 répétitions, chaque unité expérimentale possède une superficie de 20 m² (4mx5m).

2.3. Paramètres mesurés

2.3.1. Paramètres agro-physiologiques

- La hauteur de la plante : a été mesurée depuis le collet jusqu'au sommet de l'épi terminal
- La surface foliaire : La détermination de la surface foliaire consiste à couper une feuille par variété, par traitement et par répétition, puis l'étaler sur une feuille blanche sur laquelle un segment de 1 cm est tracé pour préciser l'échelle. Puis à l'aide du logiciel Mesurim ; toutes les images ont été traitées et les résultats ont été affichés en cm².

- La matière sèche a été mesurée en prélevant un échantillon par variété, et par répétition et pour chaque traitement. On sépare la partie aérienne de la partie souterraine de la plante et on les pèse immédiatement au laboratoire pour déterminer leurs poids frais (Pf). On met les échantillons dans l'étuve à 60 °C pendant 48 heures. Après dessèchement, on détermine le poids sec (Ps). Le taux de matière sèche a été mesuré en recourant à la formule suivante :

$$\text{Taux MS}(\%) = \frac{Ps}{Pf} * 100 \quad (1)$$

2.3.2. Paramètres de rendement

Au stade fin épiaison, cinq plants par traitement et par répétition ont été choisis au hasard et sur lesquels les paramètres de rendement ont été mesurés à savoir :

- Nombre de talles/plant : Toutes les talles de plus de 10 cm ont été comptabilisées
- Nombre de talles fertiles/plant : Chaque talle ayant un épi a été considéré comme fertile
- Nombre d'épillets/épi : L'ensemble des épillets de chaque épi ont été comptabilisés puis classés selon leur ordre d'insertion sur le rachis.
- Nombre de grains/épi : Le nombre de grains de chacun des épillets a été mesuré séparément en respectant l'ordre d'insertion de ces derniers sur le rachis
- Nombre de grains/épi : La somme totale des grains de chaque épi a été comptabilisée

2.4. Analyse statistique

Un outil statistique SASS a été utilisé pour l'analyse de la variance et identifier l'effet des différents paramètres étudiés.

3. Resultats et Discussion

3.1. Paramètres agro-physiologiques

3.1.1. Hauteur de la plante

La hauteur des plantes a varié d'une manière linéaire en fonction des régimes hydriques (figure 1). En effet la hauteur la plus importante a été observée pour T1 chez les deux variétés. Par contre la hauteur la plus faible a été mesurée pour le régime T4 avec une hauteur de 80 cm et 95 cm respectivement pour la variété Karim et Maali. Les deux autres traitements (T2 et T) ont donné des résultats intermédiaires. Par ailleurs, un effet variétal a été observé. Maali a donné la hauteur la plus importante pour les quatre traitements avec une augmentation de 11,6 % par rapport à l'autre variété.

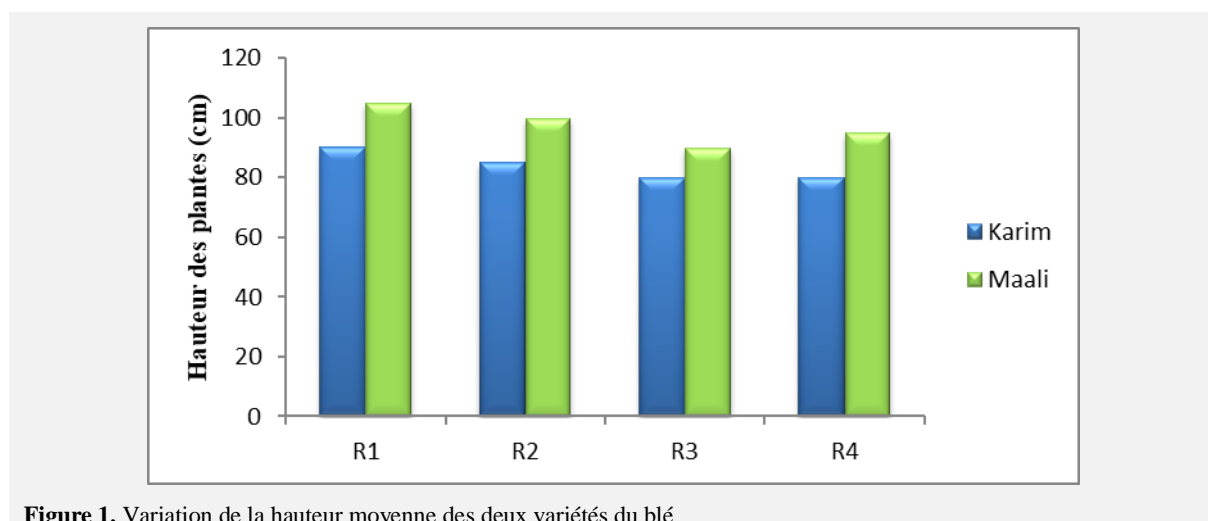


Figure 1. Variation de la hauteur moyenne des deux variétés du blé

3.1.2. Taux de matière sèche

Le taux le plus important de la matière sèche de la partie aérienne a été observé au niveau du régime hydrique qui correspond à R1= -300 mbars (figure 2) pour les deux variétés (27%) par rapport au témoin. Les valeurs les plus faibles ont été enregistrées pour R4 (Maali : 22%, Karim : 21%) et R3 (Maali : 24 %, Karim : 21%). Un effet significatif des régimes hydriques sur le taux de matière sèche des parties aériennes a été observé.

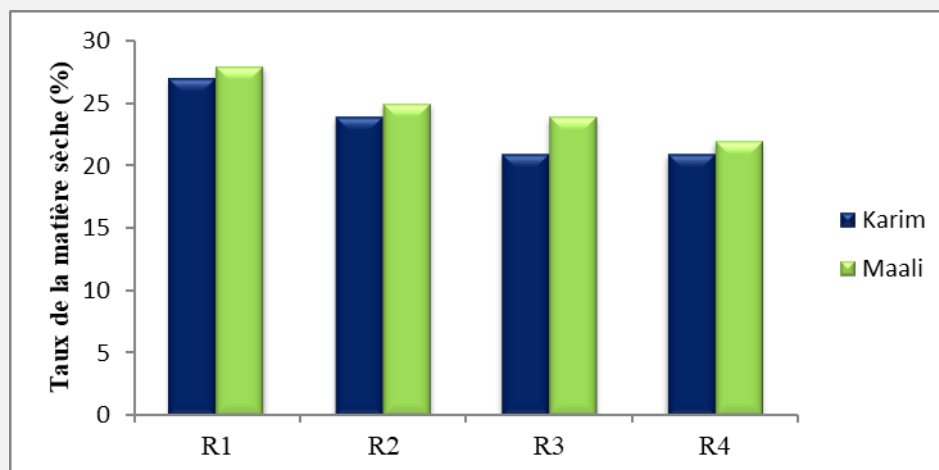


Figure 2. Variation de la matière sèche des deux variétés du blé dur

3.1.3. Nombre des feuilles par plante

Le nombre des feuilles par plante varie d'une manière significative en fonction du régime hydrique. Le régime hydrique R1 a permis une augmentation de 65 % du nombre des feuilles par rapport à R3 (figure 3), et cette tendance s'est également maintenue chez la variété Maali avec plus de 100 % par rapport à R4 pour la variété Karim. La valeur la plus importante observée chez Karim est de 27 feuilles pour R1. Le nombre de feuilles les plus faibles est de 15, 17 feuilles respectivement pour R3 et R4. Le traitement R1 affecte plus la variété Maali.

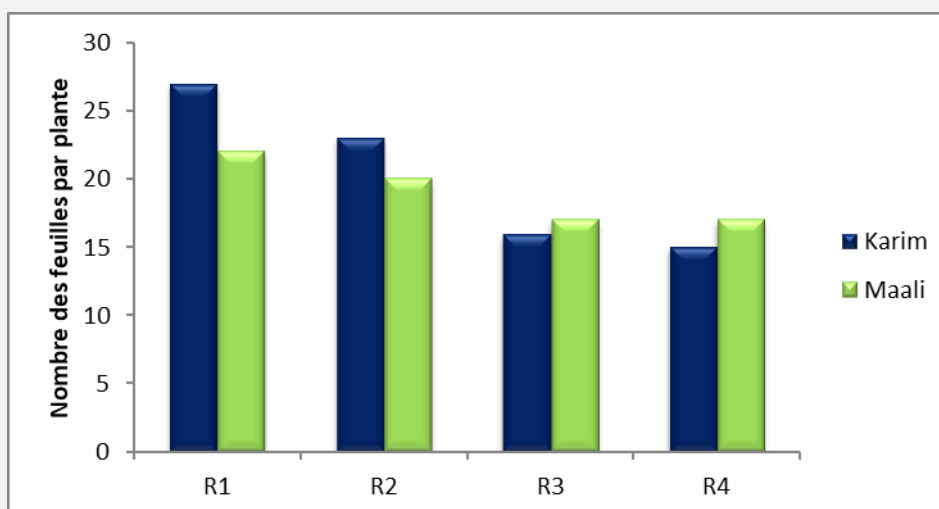


Figure 3. Variation de nombre des feuilles par plante des deux variétés du blé dur

3.1.4. Surface foliaire

Un effet significatif des régimes hydriques a été observé au niveau de la surface foliaire. La surface foliaire des deux variétés a varié d'une manière linéaire avec les régimes hydriques. Les valeurs les plus importantes ont été observées chez R1 avec une moyenne de 422 cm² pour la variété Maali et 400 cm² pour la variété Karim. Les surfaces foliaires les plus faibles chez Karim ont été de 269 cm² et 292 cm² respectivement pour R4 et R3 (figure 4), soit une réduction de plus de 8%.

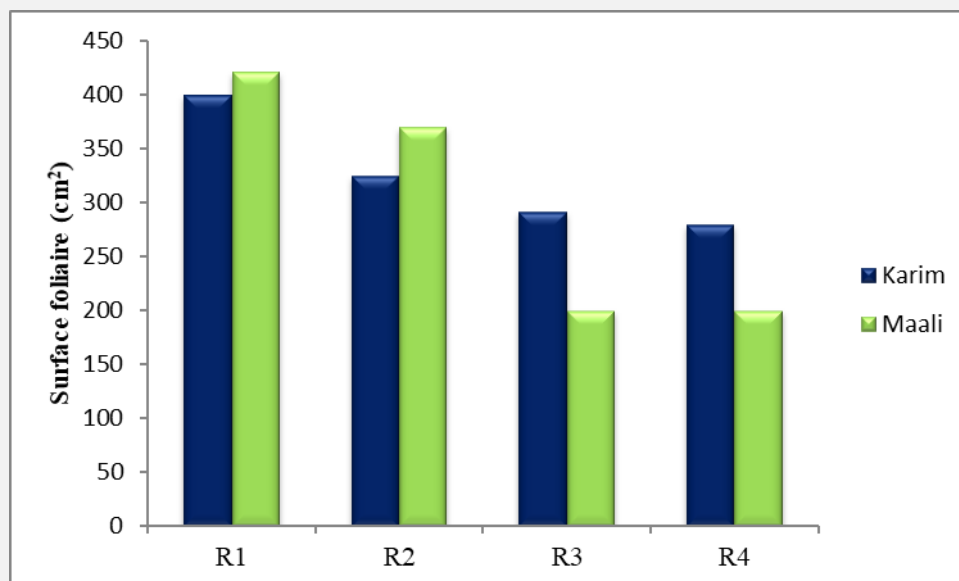


Figure 4. Variation de la surface foliaire de deux variétés du blé dur

3.2. Paramètres de Rendement

3.2.1. Nombre de talle par plante

Un effet significatif des régimes hydriques a été observé avec le nombre de talle par plante. De même ce paramètre a varié d'une manière hautement significative avec la variété. Le meilleur régime ayant donné une valeur maximale de 8 talles par plante a été observé chez le traitement R2 pour la variété Karim. Les valeurs les plus faibles ont été de 3 talles par plante respectivement chez le traitement R3 et le traitement R4 pour les deux variétés, soit une réduction de 30%.

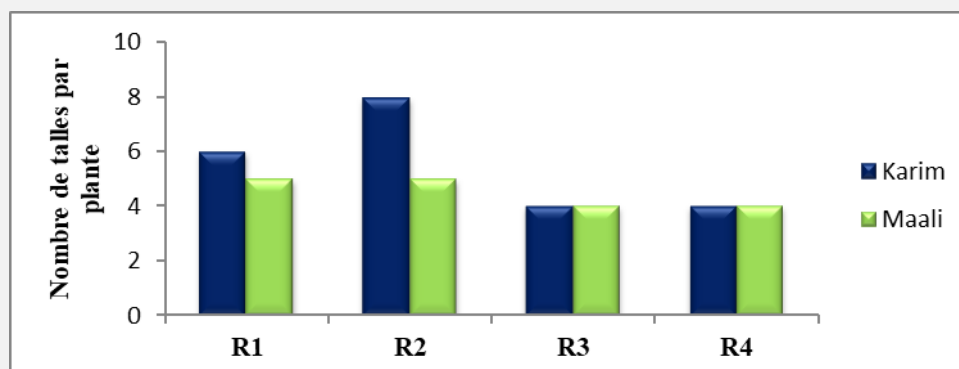


Figure 4. Variation du nombre de talles/plante chez les deux variétés du blé

3.2.2. Nombre d'épi par plante

La variété Karim a donné la valeur la plus importante du nombre d'épis soit 6 épis par plante pour le traitement R2 (figure 5). Le nombre d'épi le plus faible a été de 3 et 4 épis par plante respectivement pour R4 et R3 chez les deux variétés.

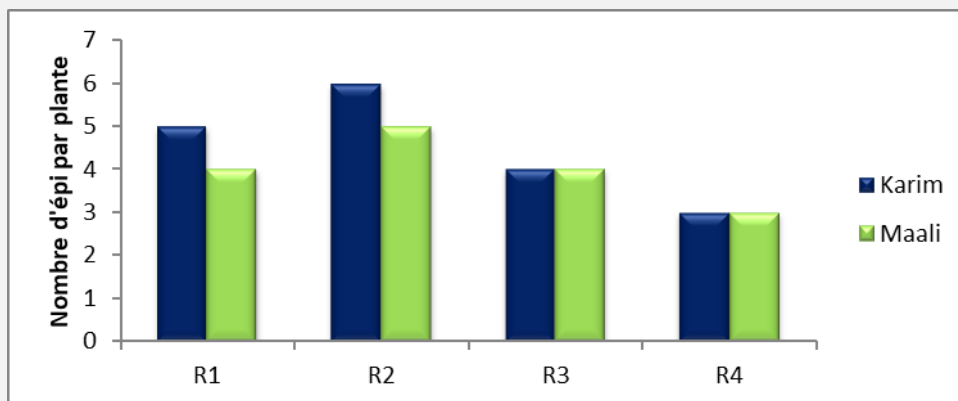


Figure 5. Variation moyenne du nombre d'épi par plante chez les deux variétés du blé

3.2.3. Nombre d'épillet par épi

Un effet significatif a été enregistré de régime de succion sur le nombre d'épillet par épi. Le nombre d'épillet par épi le plus faible a été obtenu au niveau du régime R4 pour les deux variétés (15 épillets par épi pour la variété Maali, 13 épillets par épi pour la variété Karim). La valeur la plus élevée a été observée chez R1, 17 épillets par épi pour la variété Maali et 16 pour la variété Karim (figure 6).

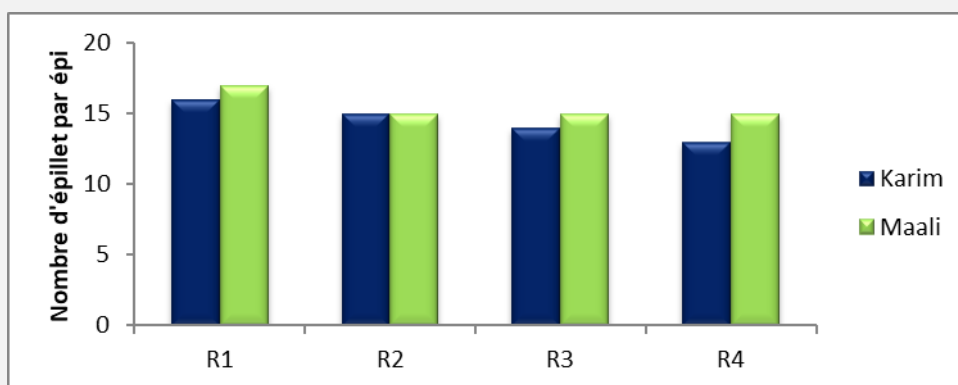


Figure 6. Variation du nombre d'épillet par épi chez les deux variétés du blé dur

3.2.4. Nombre de grain par épis

La valeur de la moyenne du nombre de grain par épis la plus importante a été observée chez le régime R1, soit 45 graines par épi. Par ailleurs, les valeurs les plus faibles ont été 29, 30 graines par épis respectivement pour le régime R3 et le régime R4 (figure 7).

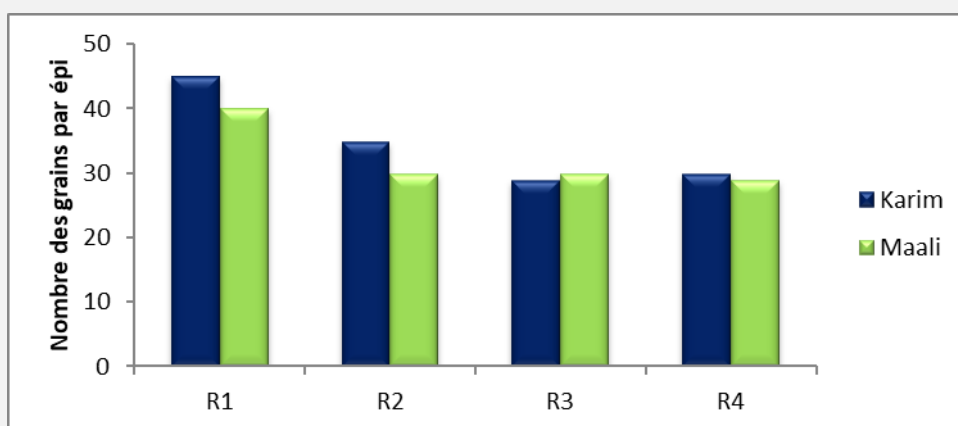


Figure 7. Variation du nombre de grains par épi chez les deux variétés du blé dur

3.2.5. Poids de mille grains

Un effet significatif du régime de succion sur le poids de mille grains a été enregistré. La valeur maximale du poids de mille grains a été enregistrée chez le régime hydrique R3 pour les deux variétés soit une moyenne de 66 g (figure 8). La valeur la plus faible a été de 64 g et 49 g chez le régime R1 respectivement pour la variété Maali et Karim. La réduction moyenne du poids de mille grains a été de 35 % pour Karim et 3 % pour Maali.

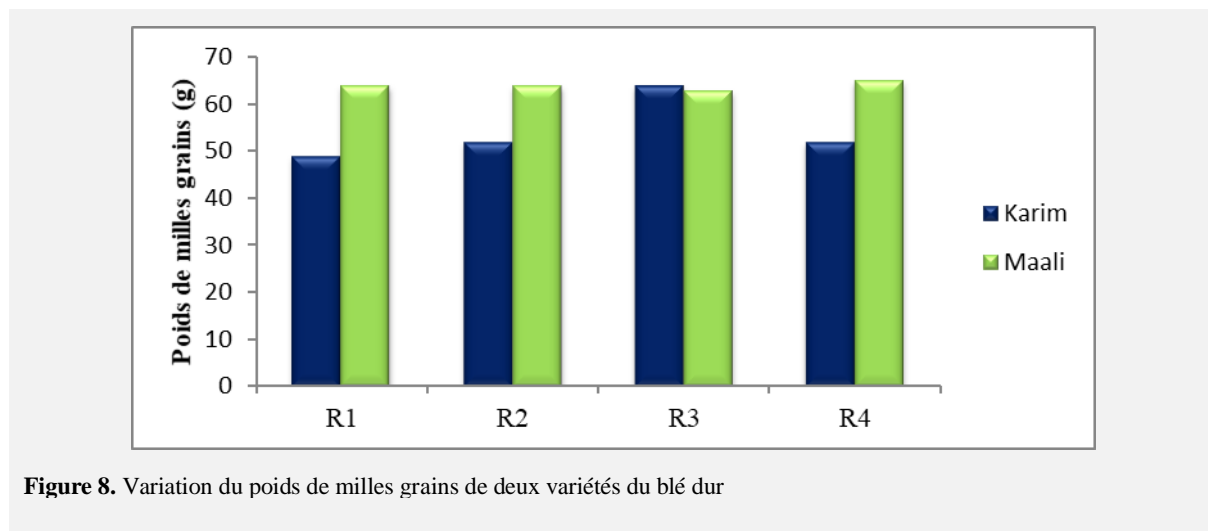


Figure 8. Variation du poids de milles grains de deux variétés du blé dur

4. Conclusion

Cette étude a été réalisée dans les parcelles expérimentales de l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur. Elle s'intéresse à l'étude de l'effet de différents sucions de l'eau dans le sol sur les paramètres de croissance et de rendement pour deux variétés du blé dur Karim et Maali. Quatre régimes R1 (-300 mbar), R2 (-500 mbar), R3 (-700 mbars) et R4 (-1000 mbar) ont fait l'objet de cette étude. La comparaison des différents régimes montre l'efficacité de l'eau dans l'amélioration des paramètres de croissance et du rendement. Il apparaît ainsi que l'eau touche la croissance en hauteur des plantes. La hauteur la plus faible a été enregistrée chez les plantes sur lesquels un régime hydrique plus accentué a été appliquée (R4) et ceux qui possèdent des hauteurs plus poussées ont un régime hydrique favorable (R3).

Le meilleur nombre d'épis observé a été chez la variété Karim, soit 6 épis par plante pour le traitement R2. Un effet significatif a été enregistré du régime de succion sur le nombre d'épillet par épi. Le nombre d'épillet par épi le plus faible a été obtenu au niveau du régime R4 pour les deux variétés (15 épillets par épi pour la variété Maali, 13 épillets par épi pour la variété Karim). La valeur de la moyenne du nombre de grain par épis la plus importante a été observée chez le régime R1, soit 45 graines par épi. La valeur maximale de poids de mille grains a été enregistrée chez le régime hydrique R3 pour les deux variétés soit une moyenne de 66 g.

5. Références

- Bachta M.S. (2005).** Agriculture, pêche, alimentation et développement rural dans la région méditerranéenne. Rapport annuel, Tunisie, Institut National Agronomique, Tunis, 70 p.
- Bajji M. (1999).** Etude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variants somaclonaux sélectionnés in vitro. Thèse de doctorat. Univ. Louvain. 215 pp.
- Boughdiri, A., Daghari, H., Saidi, A. (2014).** The Water use Efficiency for Different Varieties of Wheat and the Effect of Supplemental Irrigation in the Semi-Aride Regions of Tunisia. International Journal of Agriculture Innovations and Research, Volume 3, Issue 1, ISSN (On- line) 2319- 1473: 326-330 P.
- Daaloul A. (1986).** Recherches Agronomiques sur les céréales en Tunisie : Situation actuelle et perspectives. CIHEAM Montpellier, Options Méditerranéennes : Serie Etudes N° 1986-11, pp119-123.

- Habech, D.Z., Kehel, Z., Nachit, M., 2009.** Genomic approaches for designing durum wheat ready for climate change with a focus on drought. *J. Exp. Bot.* 60 (10), 2805-2815.
- Kellou R. 2008.** Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des coopératives Sud Céréales, groupe coopératif Occitan et Aude coop Master of science, Masters n° 93. CIHEAM-IAMM, Montpellier Pp 39-41.
- Mayer, S., Reeb, C., Bosdeveix, R. 2004.** Botanique Biologie et physiologie végétales. Ed., Maloine, Paris, Pp 461.
- Mir, R., Zaman Allah, M., Sreenivasulu, N., Trethowan, R., Varshney, R.K., 2012.** Integrated genomics, physiology and breeding approaches for improving drought tolerance in crops. *Theor. Appl. Genet.* 125, 625-645.
- Rezgui M., Hamza M. (1995).** Utilisation des Paramètres Ecophysiologiques comme Indicateurs de la Contrainte Hydrique pour Trois Variétés de Blé Dur. *Les Annales de l'INRGEREF*, No. Spécial, Economie de l'Eau en Agriculture, pp. 18-32.
- Rezgui, S., Fakhfakh, M., 2010.** Optimizing Nitrogen Use on the Farm. In: El Mourid, M., Macpherson, H.G., Rawson, H.M. (Eds), *Explore on -Farm: The Case of North Africa* ICARDA and FAO, pp. 85-96.