



## Evaluation de l'effet de nutrition azotée sur la productivité de l'eau de quelques variétés de blé dur

### Evaluation of the effect of nitrogen nutrition on the water productivity of some durum wheat varieties

Hiba Ghazouani\*<sup>1</sup>, Chokri Hafsi<sup>2</sup>, Roua Amami<sup>3</sup>, Farooq Sher<sup>4</sup>, Dorsaf Slimani<sup>2</sup>, Basma Marai<sup>1</sup> & Zaineb Arfaoui<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Regional center for field crop researches of Béjà

<sup>2</sup> Higher institute of biotechnology of Beja

<sup>3</sup> Higher agronomic institute of Chott meriem

<sup>4</sup> Nottingham Trent University

#### Article info

Histoire :

Reçu le 18/02/2022

Accepté le 16/06/2022

Mots-Clés : Fertilisation, blé, régime pluvial, efficacité d'utilisation de l'eau.

\* Auteur correspondant

ghazouani\_hibaunipaisa@yahoo.com

#### Article info

Article history:

Received 18/02/2022

Accepted 16/06/2022

Keywords: Fertilization, wheat, rainfall regime, water use efficiency.



Copyright © 2022 JOASD

\* Corresponding author

ghazouani\_hibaunipaisa@yahoo.com

**Conflict of Interest :** The authors declare no conflict of interest.

#### Résumé

Le blé dur a besoin d'énergie pour accomplir les principales fonctions métaboliques et physiologiques, cette énergie est fournie principalement par l'azote qui est en outre un constituant fondamental de la plante. Malgré son importance et à cause de sa forte solubilité, l'azote est classé un polluant potentiel pour l'environnement. L'objectif de ce travail est d'étudier la réponse de quatre variétés de blé dur (Karim, Razzak, INRAT100 et Dhahbi) au traitement azoté. Les résultats ont montré que nouvelle obtention (Dhahbi) a donné le meilleur rendement et les efficacités d'utilisation de l'eau les plus élevées que ce soit avec ou sans fertilisation grâce à l'impact d'amélioration génétique. Ainsi, Il est recommandé de planter la variété Dhahbi pour limiter l'utilisation des engrais azotés, protéger l'environnement et maximiser le revenu brut surtout des petits exploitants.

#### Abstract

Durum wheat needs energy to accomplish the main metabolic and physiological functions; this energy is provided mainly by nitrogen which is also a fundamental constituent of the plant. Despite its importance and because of its high solubility, nitrogen is classified as a potential pollutant for the environment. The objective of this work is to study the response of four varieties of durum wheat (Karim, Razzak, INRAT100 and Dhahbi) to nitrogen treatment. The results showed that the new variety (Dhahbi) gave highest yield and water use efficiency either with or without fertilization thanks to the impact of genetic improvement. Thus, it is recommended to plant the Dhahbi variety to limit the use of nitrogen fertilizers, protect the environment and maximize gross income, especially for small farmers.

## 1. INTRODUCTION

La céréaliculture représente une activité ancienne. Le blé (*Triticum aestivum* L.) est l'une des trois principales céréales chargées de

combler le déficit alimentaire dans le monde (Billen et al., 2014). Il a été bien documenté que les différences de rendement observées entre les régions du monde sont dues à des facteurs climatiques tels que les températures et les

précipitations (Licker et al., 2010 ;Iwanska et al.,2020) et édaphiques tel que la fertilité et la gestion du sol. En effet, l'importance de la fertilité des sols dans la production alimentaire ne peut pas être ignorée (Jones et al.,2013). Chez le blé, une carence en éléments nutritifs réduit l'absorption d'azote (N) et affectera, par conséquent, le rendement en grain (Schjoerring et al, 2019). Les variétés de blé modernes ont atteint un potentiel de rendement élevé au cours des dernières décennies. Cependant, leur sensibilité aux facteurs environnementaux a augmenté [6]. Les principaux facteurs, affectant de manière significative la réalisation du potentiel de rendement de chaque culture sont l'eau et N qui ne sont pas complémentaires [Sinclair et al., 2012 ; Grafton et al., 2015].

En Tunisie, les céréales occupent une place importante dans l'économie agricole, du fait de leur position dans la composition alimentaire humaine de tous les jours, de leur poids dans le système de production agricole, de leur contribution dans la formation du revenu des agriculteurs et de la création d'emplois dans les régions à vocations agricole (Latiri, et al 2010).

Le changement climatique affecte fortement les pays de l'Afrique du nord comme la Tunisie et entraîne une baisse de la production de céréales qui menace la sécurité alimentaire. Dans ce contexte, la variabilité météorologique et le changement climatique notamment associés à l'augmentation des températures (par exemple, l'augmentation du stress thermique), à l'ampleur et la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes (par exemple, les sécheresses, les inondations) et à l'évolution des conditions agro-écologiques (par exemple, les cycles phénologiques et les saisons de récolte) (Challinor et al., 2014) peuvent significativement affecter le stock des nutriments dans le sol.

La situation actuelle de la Tunisie nécessite une meilleure prise en charge de l'amélioration de la production agricole. La maîtrise de la fertilisation met à la disposition de la plante les éléments nutritifs nécessaires à l'expression de ses potentialités tout en protégeant l'environnement. Dans ce contexte, la recherche la recherche de la dose d'engrais optimale pour avoir un meilleur rendement reste toujours l'objet de plusieurs travaux de recherche. C'est dans cette optique que s'inscrit le présent travail. Il a pour objectif d'étudier la réponse de quatre variétés de blé dur (Karim, Razzak, INRAT100 et Dhahbi) au traitement azoté.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Présentation de la zone

L'expérimentation a été conduite à l'unité expérimentation agricole oued Béja relevant de centre régionale de recherches en grandes cultures (CRRGC) située dans la nord-ouest de la Tunisie au gouvernement de Béja 9° de longitude et 37° de latitude et d'élévation de 165 m par rapport à la mer. Elle a été créée en 1971. Sa superficie est 350 h dont 230 h sont consacrées aux cultures. La région d'Oued Béja est située dans l'étage bioclimatique subhumide avec une moyenne égale à 510 mm.

Le Tableau 1 représente la pluviométrie durant la campagne 2019/2020. Les mois de novembre et décembre ont enregistré les précipitations les plus élevées (70,4 et 74,2, respectivement).

**Tableau 1.** Pluviométrie (P) et température (T) mensuelles pour la campagne 2019/2020  
Source : météo Béja

Mois	P(mm)	T min	T max	T moy
Septembre	56,8	19,08	31,92	25,5
Octobre	37,2	13,99	26,90	19,99
Novembre	70,4	9,38	19,28	14,94
Décembre	74,2	8,13	17,81	12,97
Janvier	20	6,8	15,32	11,06
Février	2,6	6,8	16,3	5,77
Mars	15,8	7,5	18,6	13,05
Avril	84,5	9,3	21,3	15,5
Mai	1,5	12,3	25,7	18

Pour le blé dur, les exigences globales en températures annuelles sont assez importantes. Elles varient entre 1800 et 2400°C selon les variétés (Belaid, 1986). Il est à noter que chaque stade de développement nécessite des températures particulières. La température optimale de croissance varie entre 20 et 22°C. Selon Simon et al. (1989), la température 0°C, bloque la germination. Le blé a la capacité de supporter les températures inférieures à 4°C considérée comme la température minimale pour la croissance.

### 2.2. Conduite de l'essai

#### 2.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans ce travail est constitué de quatre variétés de blé dur (*Triticum durum*): Karim, Razek qui sont des variétés anciennes tandis que Dhahbi et INRAT100 sont des variétés de nouvelle obtention.

### 2.2.2. Dispositif expérimental

L'azote est apporté sous la forme d'ammonitrate qui constitue un engrais azoté à base de nitrate d'ammonium contenant 33,5% d'azote. Nous avons administré deux doses. La première dose a été effectuée au début du tallage (01-01-2020) à raison de 50 unités correspond 150 kg/ha pour favoriser le tallage. La deuxième est effectuée en plein tallage (15-02-2020) pour favoriser l'épiaison.

Les variétés étudiées sont: (bloc 1 : Karim, bloc 2 : Razek, bloc3 : Dhahbi et bloc 4 : INRAT100). L'essai a été conduit en blocs aléatoires complètement randomisés à six répétitions (Fig. 1), la longueur de chaque répétition est de 2 m et de même pour la largeur, l'allé entre eux égal à 0,5 cm.

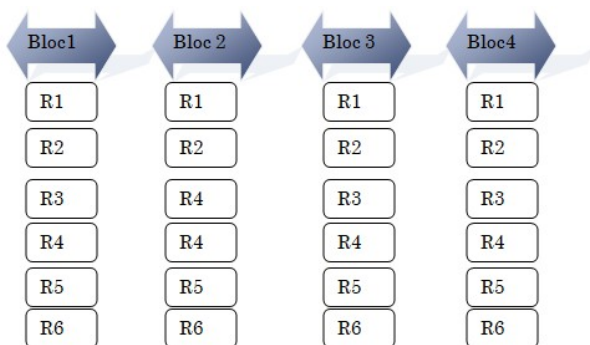


Fig. 1. Dispositif expérimental en bloc complet randomisé utilisé.

### 2.2.3. Pratiques culturales

#### Semis

La date de semis est un facteur limitant vis-à-vis du rendement, c'est pourquoi la date Propre à chaque région doit être respectée sérieusement pour éviter les méfaits climatiques. Le semis a été exécuté le 17 décembre 2020 avec un semoir de précision spécifique pour la recherche avec une densité de 350 grains par m<sup>2</sup>. La dose varie en fonction des paramètres climatiques, la taille des grains, la faculté germinative et la fertilité du sol.

#### Fertilisations azoté

L'azote est apporté sous la forme d'ammonitrate qui constitue un engrais azoté à base de nitrate

d'ammonium contenant 33,5% d'azote. Nous avons administré deux doses. La première dose a été effectuée au début du tallage (01-01-2020) à raison de 50 unités correspond 150 kg/ha pour favoriser le tallage. La deuxième effectuée au plein tallage en 15-02-2020 pour favoriser l'épiaison.

### 2.3. Composantes finale du rendement

A la récolte, différents composants de rendements ont été déterminée ainsi les composants finals du rendement ont été mesurée par un mètre carré, puis les quantités seront extrapolées par un hectare.

#### 2.3.1. Nombre d'épis par mètre carré

Il s'agit de compter le nombre d'épi sur une superficie d'un mètre carré.

#### 2.3.2. Nombre de grains par épi

A la récolte, nous avons collectée 30 épis de chaque parcelle élémentaire, ont fait l'objet d'un battage manuel suivi d'un comptage des grains.

Le nombre de grains moyen par épi s'obtient par la formule :

$$N^g/e = Ng \text{ total} / N^{\text{épi}}$$

Ng/e = Nombre de grains /épi

Ng total : Nombre de grains total obtenus par un mètre carré

Népi : Nombre d'épi

#### 2.3.3. Poids de mille grains

Après battage, les grains résultent des épis d'un mètre carré de chaque parcelle élémentaire sont comptée manuellement puis peser à l'aide d'une balance électrique.

Formule :  $PMG = (p * 1000) / N$

PMG : poids de mille grains

P : Poids de l'échantillon

N : Nombre de grains de l'échantillon

#### 2.3.4. Rendement en grains

Pour l'estimation du rendement en grains, le nombre d'épis par m<sup>2</sup> (NE), le nombre de grains par épis (NG) et le poids de 1000 grains (PMG) ont été déterminés.

Formule :

$$\text{rendement} / m^2 = \frac{NE * NG * PMG}{1000}$$

NE : Nombre d'épis  
NG : Nombre de grains  
PMG : Poids mille grains

### 2.3.5. Rendement biologique par m<sup>2</sup>

Après la récolte manuelle, nous avons passé à la détermination du poids total sur une superficie d'un mètre carré, la prochaine étape consiste à convertir les valeurs obtenues en qx/ha.

### 2.3.6. Rendement réel

Après le battage, on pèse le blé à l'aide d'une balance électrique.

### 2.4. Analyses statistiques

Les analyses statistiques sont effectuées à l'aide du logiciel SPSS. 10 Windows (1996). L'analyse de la variance est réalisée à l'aide du test Student.

## 3. RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1. Caractérisation Climatiques de la région d'étude

Le climat d'Oued Béja a été étudié par le biais du diagramme ombrothermique, présentée au niveau de la Fig. 2. Ce diagramme a été effectué sur une série de données météorologiques de 1986 à 2018. L'échelle des ordonnées pour les précipitations est construite de telle sorte que sa valeur correspond au double de la valeur des températures. La période de sécheresse est identifiée par le traçage de la perpendiculaire à l'axe des abscisses aux points d'intersection entre les courbes de pluie et celles des températures. D'après ce diagramme on constate que les précipitations étaient concentrées pendant la saison automne-hiver, notamment les mois de décembre et janvier, avec un cumul mensuel de l'ordre de 70 mm. La saison sèche est de six mois, du mai à septembre.

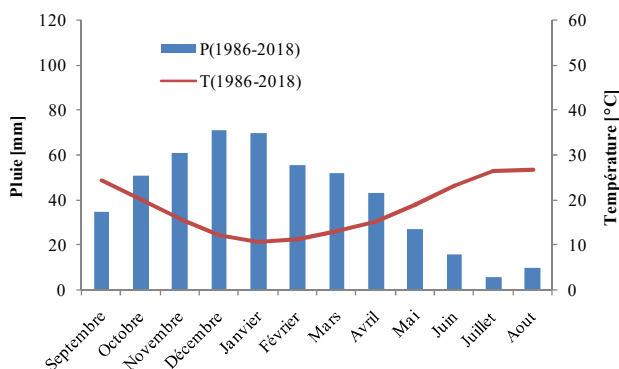


Fig. 2. Diagramme ombrothermique de la zone d'étude

La Fig. 3 présente l'évolution mensuelle des précipitations et des températures moyennes de

la station d'Oued Béja du mois de décembre au mois de mai de la saison 2019-2020. Ce diagramme a été tracé de la même façon que le diagramme ombrothermique pour dégager la tendance des variables météorologiques étudiés par rapport au climat de la région. En effet, la Fig. 4 montre un épisode de période sèche de deux mois, du début de janvier au début de février. Cet épisode représente un aléa climatique relatif à la saison 2019, est très différent des moyennes observées sur 34 ans. L'occurrence de cette période de sécheresse aurait certainement des effets néfastes sur le stade de tallage et réduira par la suite le nombre total des épis.

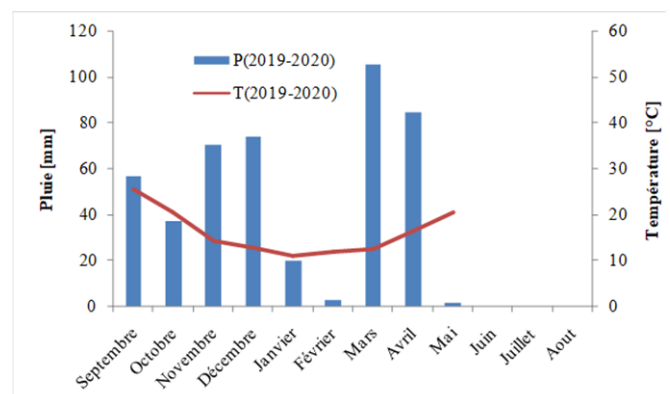
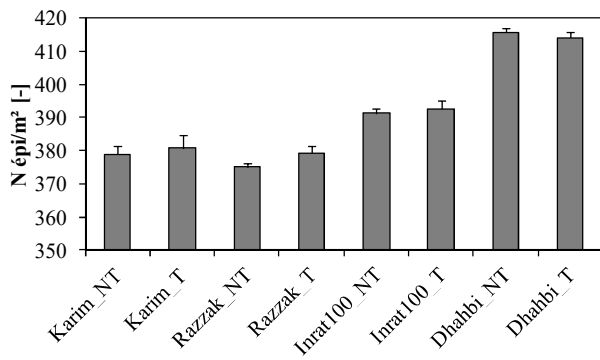


Fig. 3. Variation de la température et des précipitations pour la saison 2019-2020

### 3.2. Nombre d'épis par m<sup>2</sup>

La Fig. 4 présente la variation du nombre d'épis par m<sup>2</sup> qui est le premier composant de rendement. D'après l'analyse statistique il existait une différence significative entre les variétés. Ainsi, quatre groupes ont été obtenus avec le nombre plus élevé chez la nouvelle obtention Dhahbi, suivi de l'INRAT 100. La différence entre les traitements traités et non traités résultait non significative suite à l'impact du stress hydrique observé pendant le stade du tallage. En effet, la période sèche et le manque de précipitations durant ont d'une part favorisé un stress hydrique chez tous les traitements et ont affecté l'absorption d'azote malgré sa présence dans le sol.

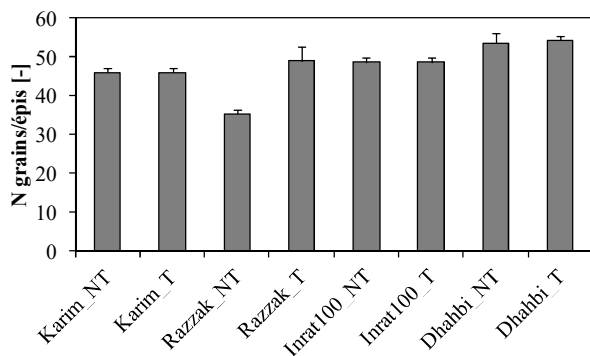
Les résultats enregistrés au cours de notre étude sont contradictoires à ceux publiés par (Castro et al., 2018). Ces auteurs ont montré qu'un apport d'azote augmente le nombre d'épis/m<sup>2</sup>.



**Fig. 4.** Nombre d'épi par m<sup>2</sup> des quatre variétés avec fertilisation (T) et sans fertilisation (NT)

### 3.3. Nombre de grains par épis

Les analyses statistiques ont montré qu'il n'y a pas une différence significative entre les variétés, donc ce paramètre n'est pas affecté par la dose de l'engrais azoté ajouté, à l'exception de la variété Razzak en absence du traitement. Alors que l'azote généralement favorise la croissance végétative et améliore le nombre des talles et par la suite le nombre des grains par épis. Le manque et la mauvaise répartition de pluie ont inhibée l'absorption et la valorisation de l'azote. De même on peut observer une légère augmentation chez les nouvelles obtentions ce qui est plus liée à la performance de cultivar.

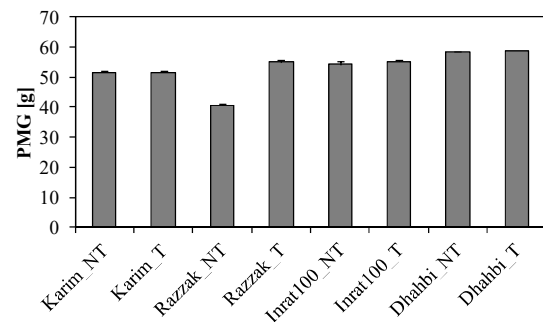


**Fig. 5.** Nombre de grain par épi par m<sup>2</sup> des quatre variétés avec fertilisation (T) et sans fertilisation (NT)

### 3.4. Poids de mille grains

Selon les résultats rapportés dans la Fig. 6, l'analyse statistique de PMG entre les quatre variétés a montré l'absence de différence significative entre les variétés, avec une légère augmentation chez la variété Dhabbi. Des résultats similaires ont été obtenus par Marino et al. (2009). Ces auteurs ont montré que l'apport d'une dose d'azote appartenant à

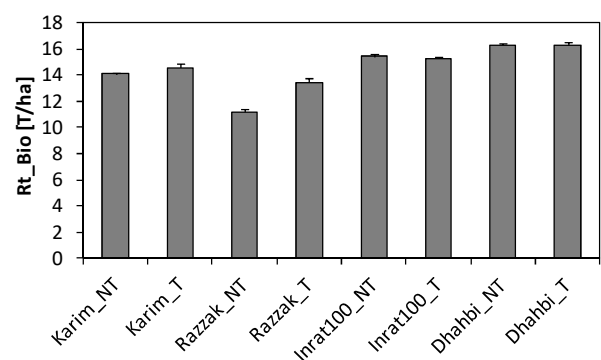
l'intervalle [240 kg/ha ; 360 kg/ha] n'a pas influencé de manière significative les composantes de rendement. Mais dans ces conditions de stress hydrique on ne peut pas ajouter des doses d'azote pour obtenir un rendement estimé car son absorption reste inhibé.



**Fig. 6.** Poids de mille grains des quatre variétés avec fertilisation (T) et sans fertilisation (NT)

### 3.5. Rendement biologique

Selon les résultats de l'analyse statistique rapportés dans la Fig. 7, on note qu'il n'y a pas une différence significative entre les variétés et entre les répétitions. Avec une augmentation chez la variété Dhabbi qui atteint 16,51 T/ha). Les résultats similaires à ceux enregistrés par Abedi et al. (2011). Ces auteurs ont montré que la quantité d'azote apportée influence significativement le rendement et qu'à une certaine dose (dose optimale) tout autre apport n'aurait plus d'effet sur l'augmentation du rendement biologique.

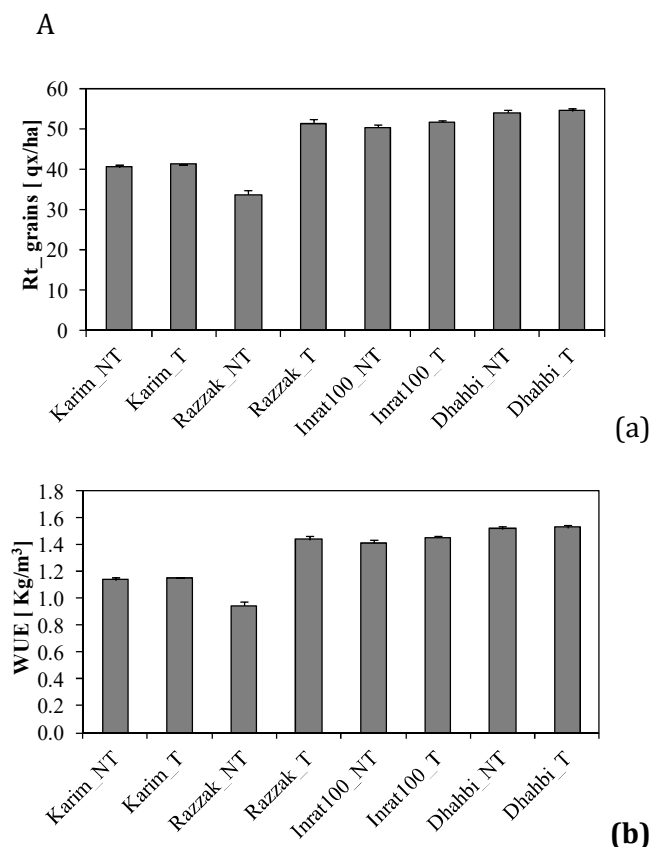


**Fig. 7.** Rendement biologique des quatre variétés avec fertilisation (T) et sans fertilisation (NT)

### 3.6. Rendement en grains

Les effets de la dose de l'engrais azoté sont présentés sur les rendements en grains et l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans la Fig. 8. L'analyse statistique des rendements en grains

et des WUE entre les quatre variétés ont montré qu'il existait une différence significative entre les nouvelles obtentions, que ce soit traité ou non traité et les anciennes variétés. En outre, la variété Razak a donné le rendement et WUE les plus faibles et a montré une différence significative entre les traitements traités et non traités. Cependant, la variété Dhahbi a donné le rendement et WUE les plus élevés (58 qx/ha), suivi de la variété INRAT 100 (53 qx/ha), donc les nouvelles obtentions présentent des meilleurs rendements par rapport aux anciennes variétés et ceci reflète l'importance de l'amélioration des plantes. De nombreuses autres recherches ont montré que l'application d'azote augmentait le rendement du blé (Dobermann, 2005 ; Tabak et al., 2020). Douan et al. (2018) ont conclu que le nombre de talles fertiles par unité de surface, le nombre de grains par épi (NGE) et l'indice de récolte avaient considérablement augmenté en accroissant les niveaux de la fertilisation azotée.



**Fig. 8.** Rendement en grains (a) et les efficacités de l'utilisation de l'eau (b) des quatre variétés avec fertilisation (T) et sans fertilisation (NT)

#### 4. CONCLUSION

L'étude de la réponse des quatre variétés de blé dur (Karim, Razzak, INRAT100 et Dhahbi) au traitement azoté a montré que le meilleur

rendement était obtenu par la nouvelle obtention (Dhahbi). Elle a également montré les efficacités d'utilisation de l'eau les plus élevées. La variété Dhahbi est donc fortement recommandée pour minimiser l'utilisation des engrais azotés et protéger l'environnement.

#### REFERENCES

- Melki M. (2015). Etude qualitative et quantitative de la production du blé dur (*triticum durum* desf.) conduit sous différentes modalités de fractionnement de nitrate d'ammonium. *Journal of Newscience* 20(6).
- Billen, G., Lassaletta, L., Garnier. (2014). biochemical view of the global agro-food system: Nitrogen flows associated with protein production, consumption and trade. *Global Food Section*. 3, 209–219.
- Castro, A.C.; Fleitas, M.C.; Schierenbeck, M.; Gerard, G.S.; Simón, M.R. (2014). Evaluation of different fungicides and nitrogen rates on grain yield and bread-making quality in wheat affected by *Septoria tritici* blotch and yellow spot. *J. Cereal Sci.* 2018, 83, 49–57
- Challinor, A. J., Watson, J., Lobell, D. B., Howden, S. M., Smith, D. R., and Chhetri, N. (2014). A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nat. Clim. Change* 4, 287–291. doi: 10.1038/nclimate2153
- Belaid, 1986
- Dobermann, A. Nitrogen use efficiency—State of the art. (2005). In *Proceedings of the IFA International Workshop on Enhanced Efficiency Fertilizers*, Frankfurt, Germany, 28–30 June 2005; pp. 1–16.
- Duan, J.; Wu, Y.; Zhou, Y.; Ren, X.; Shao, Y.; Feng, W.; Zhu, Y.; Wang, Y.; Guo, T. (2018). Grain number response to pre-anthesis dry matter and nitrogen in improving wheat yield in the Huang-Huai Plain. *Scientific Reports*. 7, 1–26.
- Grafton, R.Q., Williams, J., Jiang, Q. (2015). Food and water gaps to 2050: Preliminary results from the global food and water systems (GFWS) platform. *Food Security*. 7, 209–220.
- Iwanska, M., Paderewski, J., St epien, M., Rodrigues, P.C. (2020). Adaptation of winter wheat cultivars to different environments: A case study in Poland. *Agronomy*, 10, 632.
- Jones, D.L., Cross, P., Withers, P.J., DeLuca, T.H., Robinson, D.A., Quilliam, R.S., Harris, I.M., Chadwick, D.R., Edwards-Jones, G. Nutrient stripping. (2013). The global disparity between food security and soil nutrient stocks. (2013). *Journal of Applied Ecology*, 50, 851–862.
- Latiri K., Lhomme J.P., Annabi M., SEetter T.L. (2010). Wheat production in Tunisia:

- Progress, inter-annual variability and relation to rainfall. *European Journal of* , 33, 33-42.
- Licker, R., Johnston, M., Foley, J.A. (2010). Mind the gap: How do climate and agricultural management explain the “yield gap” of croplands around the world? *Glob. Ecol. Biogeogr.* 19, 769–782.
- Marino S, Tognetti R, Alvino A. 2009. Crop yield and grain quality of emmer Populations grown in central Italy, as affected by nitrogen fertilization. *European Journal of Agronomy* 31 , 233–240.
- Schauberger, B., Ben-Ari, T., Makowski, D., Kato, T., Kato, H., Ciaï, P. (2018). Yield trends, variability and stagnation analysis of major crops in France over more than a century. *Scientific reports*, 8, 16865.
- Schjoerring, J.K., Cakmak, I., White, P.J.(2019). Plant nutrition and soil fertility: Synergies for acquiring global green growth and sustainable management. *Plant Soil* 2019, 434, 1–6.
- Sinclair, T.R., Rufty, T.W. 2012. Nitrogen and water resources commonly limit crop yield increases, not necessarily plant genetics. *Glob. Food Security*, 1, 94–98.
- Tabak, M.; Lepiarczyk, A. (2020). Filipek–Mazur, B.; Lisowska, A. Efficiency of Nitrogen Fertilization of Winter Wheat Depending on Sulfur Fertilization. *Agronomy*, 10, 1304.