



Effet de l'application du fongicide sur la productivité de l'eau du blé tendre Effect of fungicide application on soft wheat water productivity

Hiba Ghazouani^{1*}, Chokri Hafsi², Roua Amami³, Farooq Sher⁴, Dorsaf Slimani², Jamel Nasri¹, Basma Merai¹ & Zaineb Arfaoui¹

¹ Regional center for field crop researches of Beja

² Higher institute of biotechnology of Beja

³ Higher agronomic institute of Chott Meriem

⁴ Nottingham Trent University

Article info

Histoire :

Reçu le 18/02/2022

Accepté le 29/02/2022

Mots-Clés : Fongicide, Productivité de l'eau, Blé tendre.

* Auteur correspondant

ghazouani_hibaunipaisa@yahoo.com

Article info

Article history:

Received 18/02/2022

Accepted 29/02/2022

Keywords: Fungicide, Water productivity, Soft wheat.



Copyright©2022 JOASD

* Corresponding author

ghazouani_hibaunipaisa@yahoo.com

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

Résumé

En Tunisie, le secteur céréalier joue un rôle socio-économique important. Le présent travail est réalisé dans l'objectif d'étudier l'effet d'un fongicide sur l'efficacité de l'utilisation de l'eau des anciennes variétés et des nouvelles obtentions de blé tendre. Les composantes finales du rendement ainsi que les efficacités de l'utilisation de l'eau des anciennes et nouvelles variétés ont été statistiquement analysées à la fin de la campagne expérimentale. Les résultats ont montré que les variétés Kodss et Maktarus ont présenté des performances meilleures même en absence du traitement fongicide. Ceci confirme leurs capacités de résistance à la rouille jaune la plus dévastatrice de la culture du blé tendre. Néanmoins, le fongicide utilisé (ogame) a prouvé son efficacité à protéger les cultures contre les stress biotiques et à améliorer les rendements et la qualité de la production. Ainsi, il est recommandé d'éviter les traitements fongiques sur les nouvelles variétés.

Abstract

In Tunisia, the cereal sector plays an important socio-economic role. This work is carried out to study the effect of fungicide on water use efficiency and yield components of old and new varieties of bread wheat. The final yield components as well as the water use efficiencies were statistically analyzed at the end of the experimental campaign. The results showed that the Kodss and Maktarus varieties presented better performance even in the absence of the fungicide treatment. This confirms their ability to resist the most devastating stripe rust in bread wheat. Nevertheless, the used fungicide (ogame) has proven its effectiveness in protecting crops against biotic stress and improving yields, water use efficiencies, and production quality. Thus, it is recommended to avoid fungal treatments on new varieties.

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 (Ransom et al., 2008). La culture du blé dépasse en superficie et en production toute les autres cultures

céréalières (y compris le riz, le maïs, etc.) et fournit près de 55% des glucides et 20% des calories alimentaires consommées dans le monde (Billen et al., 2014). Cependant, 11% de la population mondiale actuelle est en situation de sous nutrition énergétique en micronutriments (FAO et al., 2019). La crise

sanitaire de COVID-19 devrait encore exacerber la situation d'insécurité alimentaire suite à la récession de l'économie mondiale et à la perturbation des chaînes d'approvisionnement dont dépendent certains pays, en particulier en Afrique comme la Tunisie (FSIN, 2020a, b ; OCDE, 2020).

L'amélioration de la sécurité alimentaire dépendra de l'utilisation et de la gestion durables des ressources, y compris entre autres le sol, l'eau et les nutriments. Ainsi, les systèmes de production durables sont appelés à trouver un juste équilibre entre la sécurité nutritionnelle et la protection de l'environnement dans un contexte de changement climatique (Willett et al., 2019).

En Tunisie, le secteur céréalier tient un rôle socio-économique éminent par l'importance des superficies occupées et par son poids dans la sécurité alimentaire. Il fournit des denrées alimentaires de base pour la plupart des ménages tunisiens. Les céréales sont cultivées sur près d'un tiers des terres agricoles dont 58% sont situées dans les régions du Nord Ouest. 54% de la superficie emblavée est alloué au blé dur (*Triticum turgidum*), contre 36% pour le blé tendre (*Triticum aestivum*) et 10% pour l'orge (FAO, 2017).

Malgré cette importance, la production céréalière de la Tunisie, comme pour toute la région du nord d'Afrique, reste confrontée à des nombreux défis biotique et abiotique. En effet, les céréales sont cultivées essentiellement sous régime pluvial et leur productivité reste essentiellement tributaire des pluies. Cependant, le régime pluviométrique sud-méditerranéen est irrégulier, imprévisible et les changements climatiques ne feront qu'amplifier l'impact du stress abiotique lié à la sécheresse (Slama et al., 2004). En outre, l'attaque par diverses maladies comme la rouille peut entraîner des pertes supplémentaires énormes des rendements. Ces pertes sont d'autant plus importantes que les variétés sensibles sont emblavées et les conditions environnementales sont favorables à l'expansion des maladies (Ezzahiri, 2001). Les dommages causés par les ravageurs et les maladies sont multiples et affectent autant bien la quantité que la qualité. Ainsi, le contrôle des maladies apparait comme l'un des facteurs les plus limitatifs du rendement (Kahiluoto et al., 2019). Des interventions phytosanitaires sont nécessaires, notamment, les fongicides qui ont prouvé leur efficacité à protéger les cultures contre les stress biotiques et à améliorer les rendements et la qualité de la production

agricole. Cependant, la lutte chimique n'est pas dépourvue d'inconvénients et plusieurs effets secondaires sur la santé humaine et sur l'équilibre environnemental ont surgi suite à la l'utilisation excessive des fongicides. Outre encore, l'application massive des fongicides exerce une forte pression au sein des populations d'agents pathogènes et entraîne l'apparition des souches de plus en plus virulentes capables de contourner les résistances de la plante et de développer des résistances aux matières actives utilisées. Ces utilisations sont responsables d'importantes pertes économiques et de dégâts environnementaux irréversibles (Kahiluoto et al., 2019).

Dans ce contexte, il est intéressant d'implémenter une étude comparative de quelques variétés de blé tendre et d'analyser leurs réponses aux traitements phytosanitaires. Ainsi, il serait possible de choisir pour la zone d'intervention la variété qui permettra de réduire au maximum l'application des fongicides et d'optimiser la productivité.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de la zone d'étude et dispositif expérimental

L'essai a été conduit du mois de décembre au mois du juin pendant la campagne agricole 2019/2020 à l'unité expérimentale d'Oued Béja appartenant au centre régional de recherche en grandes cultures de Béja. Le site expérimental est situé à 9° de longitude et de 37° de latitude et à une altitude de 165 m par rapport au niveau de la mer. Il appartient à l'étage climatique subhumide. Durant la campagne, les données météorologiques ont été enregistrées à partir d'une station météorologique installée dans le site expérimental. Le semis a été effectué à l'aide d'un semoir expérimental le 17 décembre 2020, avec une densité de 350 pieds par mètre carré.

Le dispositif expérimental est un dispositif en blocs. Le nombre des unités expérimentales par bloc est égale au nombre de variétés. Chaque bloc contient quatre variétés. Deux anciennes (Salamboo et byrsa) et deux nouvelles variétés (Kods et Maktarus). Au début de l'attaque par la rouille jaune (la race Warrior), chaque variété a été soumise à deux niveau de traitements fongicide (Traité (T) et non traité (NT)) et chaque unité expérimentale a été répétées trois fois. Les parcelles élémentaires sont séparées par une allée de 0,5 m de large (Fig. 1).

Suite à l'attaque de la rouille, le traitement a été réalisé le 15-03-2020 avec un ogame qui

appartient à la famille de des Triazole et dont les matières actives sont l'Epoxiconazole et le Krésoxim-méthyl. L'efficacité de l'ogame a été prouvé pour la rouille.

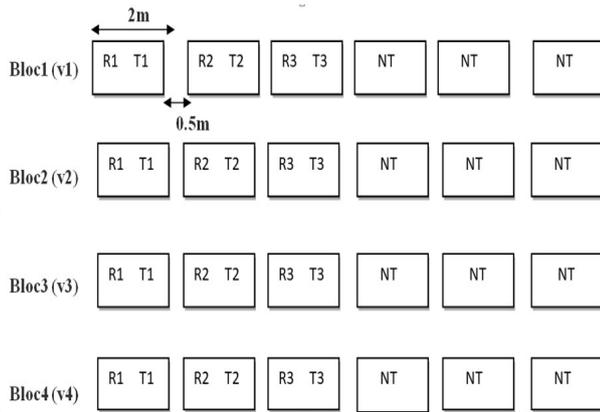


Fig.1. Plan de l'essai

v1: variété Salammbô ; v2: variété Byrsa ; v3: variété Kodss ; v4: variété Maktarus ; T: traité par fongicide ; NT: Non traité ; R: Répétition

2.2. Caractérisation physico-chimique du sol

L'échantillon du sol a subi une série d'opérations pour la détermination de la courbe granulométrique, la conductivité électrique, le taux en calcaire total et en matière organique. Le mode opératoire adopté dans ce travail pour la détermination de la courbe granulométrique est celui de la norme ASTM-D-152H. Ceci est basé sur le tamisage de la fraction de sable et la sédimentation du limon et de l'argile. D'une façon générale, le protocole expérimental se divise en trois étapes à savoir la préparation de l'échantillon du sol, la calibration de l'hydromètre et la lecture en suspension. La deuxième caractérisation concerne le pH du sol. Pour ce faire, l'échantillon du sol a été préalablement tamisé à 2 mm puis mélangé avec 25 ml d'eau et agitée magnétiquement pendant une demi-heure. La lecture du pH a été directement effectuée à l'aide d'un pH mètre. La conductivité électrique, quand à elle, a été déterminée par la méthode 1:5. La détermination du calcaire total a été réalisée à l'aide d'un calcimètre permettant de mesurer le volume de CO₂ dégagé par action de l'acide chlorhydrique (HCl) sur le carbonate de calcium (CaCO₃). Finalement, le taux en matière organique est assuré ici par une calcination dans un four à une température de 450 °C.

2.3. Rendement et composantes finales du rendement

La récolte a été effectuée le 15 juin 2020 manuellement après la maturité totale des plantes. Le rendement et ses composantes sont obtenus à partir des échantillons fauchés manuellement, le comptage du nombre des épis par mètre carré, le rendement en grains et le rendement biologique sont déterminés par battage des épis. Le nombre de grains par épis et le poids de mille grains (PMG) sont mesurés par comptage.

Pour déterminer le nombre d'épis par mètre carré, un cadre d'un mètre carré a été placé en diagonal au niveau de la parcelle. Ensuite, le nombre d'épis par mètre carré pour tous les échantillons étudiés a été compté.

Pour le Nombre de grains par épis, On a sélectionné au hasard 10 épis dans chaque unité expérimentale en évitant l'échantillonnage à la fin des lignes. Ces épis ont été battus à l'aide d'un batteur d'épis et le nombre des grains par épis ont été pesés (poids en g).

Le rendement en grain (Rg) a été déterminé après le battage total de tous les échantillons prélevés à l'aide d'une moissonneuse batteuse, les grains ont été nettoyés puis pesés et convertis en quintaux par hectare. Le rendement biologique a été quantifié sur une superficie de 1 m², les échantillons ont été fauchés et placés dans des sacs. Ensuite, une pesée totale du poids a été effectuée. Finalement, l'efficacité de l'utilisation de l'eau (WUE) a été déterminée à partir du rapport entre le rendement en grains et la quantité de pluie :

$$WUE = Rg/P$$

Avec, Rg : Rendement en grains (Kg/ha) et P : Hauteur cumulée de pluie (m³/ha).

2.4. Analyse statistique

L'effet de l'application de l'ogame sur les différents paramètres de rendement a été statistiquement étudié via une analyse de la variance à deux facteurs (traitement et variété). En outre, pour comparer les paramètres de rendement on a procédé par une comparaison Tukey, appliqué en utilisant le logiciel SPSS version 25. Afin de déterminer les groupes de variétés statistiquement différent pour les les échantillons traités et non traités, on a effectué une analyse de la variance à un seul facteur (variété). Ainsi, les différentes lettres minuscules indiquent l'existence d'une différence statistiquement significative du traitement fongique sur les paramètres étudiés pour une même variété. Néanmoins, les différentes lettres majuscules désignent les

groupes des variétés statistiquement significatives séparément pour les échantillons traités et non traités. La présence d'une étoile montre que l'interaction de la variété et du traitement est statistiquement significative pour les paramètres étudiés.

3. RESULTATS AND DISCUSSION

3.1. Caractérisation Climatiques de la région d'étude

La caractérisation générale du site a été effectuée en utilisant les données météorologiques pour une série chronologique de 34 ans, de 1986 à 2018. La Fig. 2 montre le diagramme ombrothermique de Bagnolus et Gausson, permettant de définir la « période sèche », au cours de laquelle, la précipitation moyenne mensuelle (P), exprimée en mm, n'est pas supérieure à la température moyenne (T), exprimée en degré Celsius, de deux fois par mois ($P < 2T$). Ce diagramme est construit en amenant l'axe de la précipitation en double échelle que l'axe de la température représentée; sur l'axe des abscisses sont indiqués les mois de l'année. La période sèche est identifiée par le traçage, à partir des points d'intersection entre les deux courbes, la perpendiculaire à l'axe des abscisses. Du diagramme de Bagnolus et de Gausson, on constate que la pluviométrie annuelle moyenne est concentrée en automne-hiver (surtout au cours des mois de décembre et janvier) et que la durée de la période sèche pour la région est d'environ six mois, du mois de mai au mois d'octobre.

3.2. Nombre de grains par mètre carré

La Fig. 3 montre la variation de nombres d'épis par m^2 en fonction du traitement fongicide et de différentes variétés. L'analyse de cette figure montre une différence non significative entre les blocs traités et non traité Ceci a été valable pour les différentes variétés testées. Ainsi, le traitement fongicide n'a aucun effet sur le nombre d'épis. Cependant, la variété Salammbô a produit significativement le nombre le plus faible d'épis avec une moyenne de 333 épis/ m^2 . Étant donné que la densité de semis était de 350 g/m^2 pour toutes les variétés, le nombre obtenu d'épis par m^2 , qui variait entre 333 et 439, est considéré faible. Cette faible variation peut être expliquée par une période de sécheresse observée entre janvier et février et qui correspondait au stade du tallage.

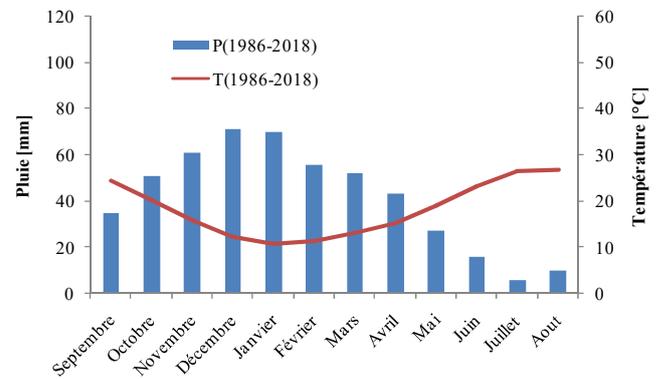


Fig. 2. Diagramme ombrothermique de la région d'Oued-Béja (période 1986-2018)

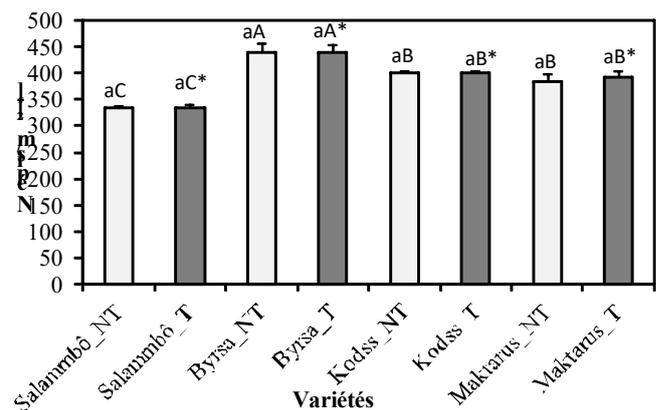


Fig. 3. Etude de la variation du nombre d'épis/ m^2 en fonction du traitement et de la variété

3.3. Nombre de grains/épis

L'histogramme de la Fig. 4 présente la variation du nombre de grains par épis en fonction du traitement fongicide et de différentes variétés. Les test ANOVA ont montré que le traitement fongicide a significativement amélioré le nombre de grains par épis seulement pour l'ancienne variété Salammbô. L'analyse ANOVA a montré une différence significative entre les blocs traités et les blocs non traités seulement pour l'ancienne variété Salammbô. Cette différence significative est due à la sensibilité des anciennes variétés à la rouille. Des résultats antérieurs ont même montré l'augmentation du nombre et du poids volumique des grains suite à l'application des fongicides foliaires (Meynard, 1985; Ransom et Mc Mullen, 2008). Par contre, l'analyse statistique pour les variétés Kodss et Maktarus a montré une différence non significative du traitement fongicide. Ceci peut être expliqué par leur pouvoir de résistance aux agents pathogènes, qui était le produit d'une amélioration génétique. En outre, La variété

Maktarus a présenté significativement le nombre de grains par épis le plus élevé. De même, l'interaction entre variété et traitement était statistiquement significative que pour les anciennes variété Salammbô et Byrsa.

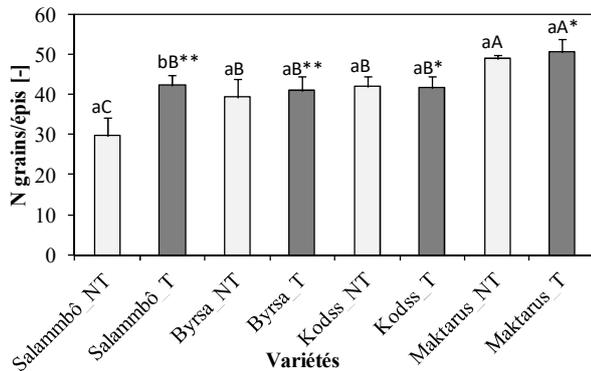


Fig. 4. Réponse de la variation de nombre de grains par épis des variétés étudiées au traitement fongique

3.4. Rendement biologique

La Fig. 5 montre la variation du rendement biologique en fonction du traitement pour les différentes variétés testées. Cette figure révèle la réponse évidente des anciennes variétés Salammbô et Byrsa au traitement fongicide. En effet, l'analyse de la variance résultait significatif, pour l'effet du traitement et de son interaction avec les anciennes variétés. De plus, en absence du traitement, le rendement biologique était de l'ordre de 7 et 10 T/ha, respectivement pour les variétés Salammbô et Byrsa. L'application du traitement fongicide a permis d'améliorer la production de 3,2 et 2,3 T/ha, en moyenne respectivement pour Salammbô et Byrsa. Ransom et McMullen (2008) ont également trouvé que l'application de fongicide foliaire a considérablement augmenté le rendement en blé.

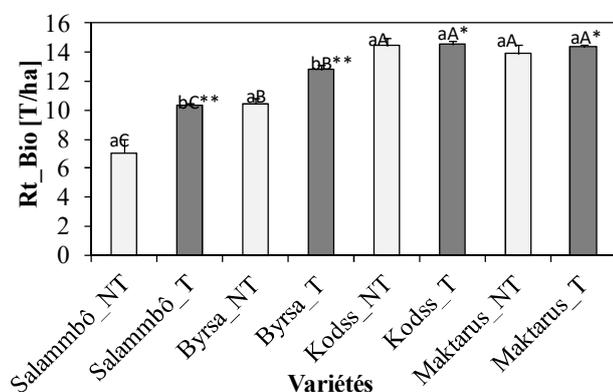


Fig. 5. L'effet de la variation de rendement biologique en fonction du traitement

Les rendements biologiques les plus élevés s'observent chez les nouvelles variétés que ce soit avec ou sans traitement. De plus, on remarque que les variétés Kodss et Maktarus produisaient approximativement le même rendement biologique, même en absence du traitement fongicide. En effet, le test ANOVA a montré que les rendements biologiques de ces variétés appartenaient au même groupe statistique.

3.5. Rendement en grain et Efficience d'utilisation de l'eau

La Fig. 6 présente la variation de rendement en grains (a) et de l'efficience d'utilisation de l'eau (b) en fonction du traitement fongique pour les différentes variétés. On remarque que les nouvelles variétés Maktarus et Kodss ont présentait les rendements en grains et les WUE les plus élevés que ce soit avec ou sans traitement. En outre, dans les parties traitées et non traitées, la valeur reste stable aux alentours de 68 qx /ha. En effet, même l'analyse de la variance a montré une différence non significative pour ces variétés du traitement fongicide sur le rendement en grain et les WUE. L'interaction entre la variété et le traitement fongique résultait également non significative. Contrairement aux nouvelles variétés, le traitement fongicide a permis d'améliorer significativement le rendement en grains et les WUE des anciennes variétés. Cet effet significatif du fongicide foliaire sur les anciennes variétés était en accord avec les résultats antérieurs (Lopez et al., 2015 ; Ransom et McMullen, 2008 ; Youbi, 2005).

Ainsi, l'utilisation des nouvelles variétés augmentera le revenu brut des agriculteurs en diminuant la charge liée au traitement fongicide. Dans cette direction, Ransom et McMullen (2008) et Wegulo et al. (2008) ont montré que l'application de fongicide foliaire est rentable lorsque des génotypes sensibles sont plantés dans des conditions environnementales favorables au développement de la maladie. En outre, le choix des nouvelles variétés permettra de mieux protéger l'environnement, notamment le sol et les nappes d'eau, tout en évitant la pollution causée par traitement fongicide sur les milieux récepteurs.

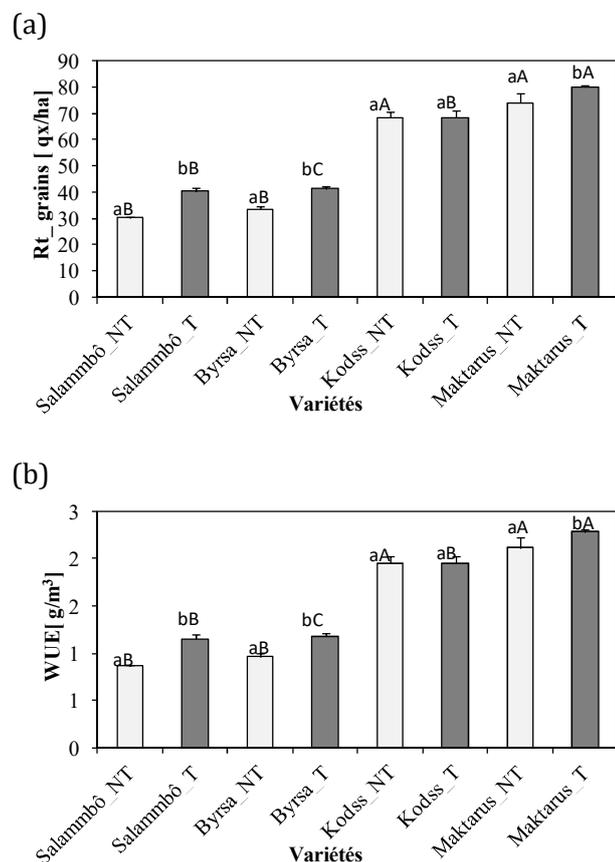


Fig. 6. Etude de l'impact du traitement fongique sur le rendement en grains (a) et de l'efficacité de l'utilisation de l'eau (b) des variétés testées

4. CONCLUSION

Le présent travail est réalisé dans l'objectif d'étudier l'effet d'un fongicide sur des anciennes variétés de blé tendre et des nouvelles obtentions. Les résultats ont montré que les nouvelles variétés Kodss et Maktarus ont présenté les meilleures performances du point de vue du rendement et efficacité d'utilisation de l'eau. Ceci confirme leurs capacités de résistance à la rouille jaune la plus dévastatrice sur la culture du blé tendre.

REFERENCES

- Billen, G., Lassaletta, L., Garnier. (2014). Nitrogen flows associated with protein production, consumption and trade. *Global Food Security*, 3, 209–219.
- Ezzahiri, B. (2001). Les maladies du blé Identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. Transfert de technologie en Agriculture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA 77, 4p
- Ezzahiri B., 2001. Les maladies du blé : identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. Bulletin de transfert de technologie en agriculture, N° 77, 4p.
- FAO (2017). The Future of Food and Agriculture: Trends and Challenges. Rome: FAO.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, and WHO. (2019). The State of Food Security and Nutrition in the World 2019. Safeguarding Against Economic Slowdowns and Downturns. Rome: FAO.
- FSIN (2020a). 2020 Global Report on Food Crises. Food Security Information Network (FSIN). Available online at: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/WFP-0000114546.pdf>
- FSIN (2020b). Regional Focus on the Intergovernmental Authority on Development (IGAD) Member States. Rome: Food Security Information Network.
- Kahiluoto H., Kaseva J., Balek J. et al. (2019). Decline in climate resilience of European wheat. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 116, 123–128.
- Lopez, JA, Rojas, K, Swart, J. (2015). The economics of foliar fungicide applications in winter wheat in Northeast Texas. *Crop Protection*. 67, 35–42.
- Meynard, JM. (1985). Les besoins en azote du blé d'hiver jusqu'au début de la montaison. *Agronomie*. 5 (7), 579-589.
- OECD (2020). OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19) – COVID-19 and Africa: Socio-Economic Implications and Policy Responses. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- Ransom JK, McMullen MV. (2008). Yield and disease control on hard winter wheat cultivars with foliar fungicides. *Agron. J.* 100,1130–1137.
- Slama A, Ben Salem M, Zid. La proline est elle un osmorégulateur chez le blé dur ? Communication aux 15es. Journées biologiques, 18-21 mars 2004, Forum des sciences biologiques, Association tunisienne des sciences biologiques
- Wegulo, S. N., and Dowell, F. E. 2008. Near-infrared versus visual sorting of Fusarium-damaged kernels in winter wheat. *Can. J. Plant Sci.* 88:1087- 1089.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S. (2019). Food in the anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet* 393, 447–492. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31788-4FAO, 2017
- Youbi M. (2005). Effet de deux fongicides ARTEA et PUNCH nouvellement introduits en Algérie sur la physiologie et le métabolisme respiratoire du blé dur (*Triticum durum* Desf. Université d'Annaba. Thèse de magistère. Option : biologie végétal : 64 p.

