

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA 1
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET AGRO-ÉCOLOGIE**

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Académique

Spécialité : Système de production agro écologique

THEME

Evaluation morpho-physiologiques et technologiques de 15
variétés de triticales dans la région sub-humide d'Alger (ITGC Oued
Smar).

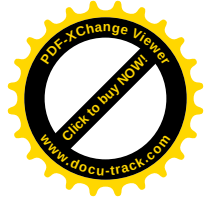
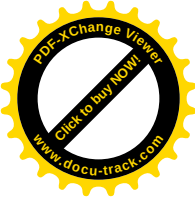
Présenté par :

Melle MEDBAL Melissa
Melle RABAH Hiba

Devant le jury :

Mr. DEROUCHE. B	MCB	USDB1	Promoteur
Dr. KHERIF. O	Directeur de ITGC Oued Smar		Co. Promoteur
Mme. CHAOUIA.C.	Professeur	USDB1	Présidente de jury
Mme. MOUAS.Y.	MCA	USDB1	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2024/2025



REMERCIEMENT

Nous remercions tout d'abord **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné la santé, la patience, la puissance et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Au terme de ce travail, on tient à exprimer nos sincères remerciements et notre gratitude à Notre promoteur **Dr DEROUICHE.B.** de nous avoir guidé, corrigé et encouragé tout au long de ce travail.

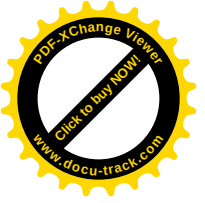
Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à **Mme CHAOUIA C.** qui a accepté de présider le jury

Nous remercions également **Mme MOUAS Y.** d'avoir accepté de nous faire l'honneur d'examiner ce mémoire.

Nous remercions notre Co-promoteur **M. KHERRIF O.** Le directeur de l'institut technique des grandes cultures, pour la confiance et les orientations et les conseils durant la réalisation de ce travail

Nous exprimons notre reconnaissance à **Mme BOUTBILA** et à toute l'équipe de l'ITGC d'Oued Smar pour son aide dans toutes les démarches pratiques depuis la mise en place de l'essai jusqu'à la récolte.

Enfin, pour toute personne qui nous a aidé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire et que nous n'avons pas cité dans ces quelques lignes.



DEDICACE

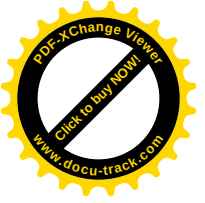
Je dédie ce travail à **mes parents** je vous remercie pour votre amour, vos sacrifices, votre patience et votre soutien tous le long de ce parcours.

A **mes sœurs** Tinhinane, Yasmine ,Imene et Nesrine et **mes frères** Anis et Amine, votre présence vos conseille et votre affection a toujours été une source de motivation et d'affection.

A mes **grands-parents**, et toute la famille **MEDBAL** et **NAAR**

A **mes amis** Hiba, Maroua, et Samira qui ont partager cette aventure avec moi.

Medbal Melissa



DEDICACE

À moi,

pour chaque pas fait dans le silence, pour chaque larme retenue,
pour avoir cru, même quand tout semblait incertain.

Tu es la preuve que la persévérance peut naître dans le doute.

À ma mère,

pour son amour éternel, sa patience infinie,
et sa force silencieuse qui m'a portée plus que les mots ne pourraient le dire.

À mon père,

pour sa présence discrète mais solide,
pour les sacrifices invisibles et le soutien constant.

À mes frères Mabrouk et Chamssou,

compagnons de vie et de souvenirs,
merci pour votre affection, votre humour et votre présence.

À mes tantes Fatma, Nassima et Samia,

pour leur douceur, leur générosité et leur soutien constant au fil des années.

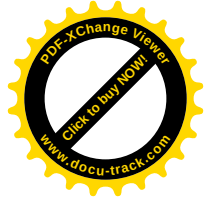
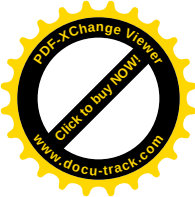
À ma binôme, Melissa,

pour avoir partagé ce chemin avec bienveillance, courage et complicité.
Ta présence a fait toute la différence.

À mes amies, Maroua et Samira,

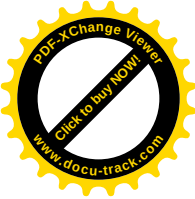
celles qui ont semé de la lumière là où, parfois, tout était sombre.
Merci d'avoir été là, simplement.

Rabah Hiba



SOMMAIRE

Introduction.....	1
PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	1
CHAPITRE 01 : GENERALITE DU TRITICALE	2
1.1 Historique	3
1.2 Etat de la culture du triticales.....	3
1.3 L'intérêt du triticales.....	5
1.4 La valeur alimentaire et utilisation.....	6
Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales.....	4
2.1 Classification botanique.....	10
2.2 Taxonomie et génétique	10
2.3 Caractéristique morphologique	10
2.4 Biologie de la plante	12
2.5 Les exigences du triticales	14
2.6 Itinéraire technique	15
2.7 Les contraintes de la production du triticales	20
2.8 Maladies et ravageurs	24
2.9 Critères d'appréciation de la qualité de la semence de triticales.....	26
2.10 Facteurs d'altération des semences stockées.....	28
PARTIE II : PARTIE EXPÉRIMENTALE	10
Objectif de l'essai.....	29
1. Lieu expérimentale.....	29
2. Les données climatiques	30
3. Protocole expérimentale	33
4. Paramètres étudiés.....	38
PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION	29
5. Paramètres étudiés.....	52
Conclusion.....	54



Résumé :

Le triticale (× Triticosecale Wittmack) est une céréale hybride issue du croisement entre le blé et le seigle, combinant la productivité du premier et la rusticité du second. Il se caractérise par sa bonne adaptation aux conditions agroclimatiques difficiles et par sa double valorisation en grain et en fourrage.

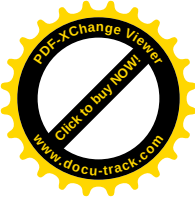
Cette étude a porté sur 15 génotypes de triticale, dont cinq en cours d'homologation et deux témoins, cultivés en conditions subhumides à la station expérimentale de l'ITGC d'Oued Smar (El Harrach) durant la campagne 2024–2025. Un dispositif en blocs aléatoires complets à quatre répétitions a été utilisé.

En plus des paramètres agronomiques et technologiques classiques (PMG, faculté germinative, rendement en grain et en paille, teneur en protéines, humidité...), cette étude a intégré des indicateurs morpho-physiologiques complémentaires tels que la teneur en chlorophylle, la teneur en eau, la matière organique et les cendres au niveau des organes aériens, afin d'affiner la caractérisation des génotypes.

Les résultats mettent en évidence une forte variabilité génétique entre les génotypes étudiés, aussi bien pour les caractères de rendement que pour les paramètres physiologiques. Certains génotypes, tels que V3, V12, V15 et V11, ont présenté des rendements en grain élevés ($> 400 \text{ g/m}^2$), tandis que V1 et V9 se sont distingués par une production de paille importante ($> 700 \text{ g/m}^2$). Du point de vue technologique, les variétés V3, V4 et V5 ont affiché les meilleures performances globales, avec un bon poids spécifique, une forte proportion de grains sains et des teneurs en protéines intéressantes.

Ces résultats offrent une base solide pour la sélection variétale et la valorisation du triticale dans les systèmes de production algériens.

Mots-clés : triticale, variabilité génétique, rendement, qualité technologique, paramètres physiologiques.

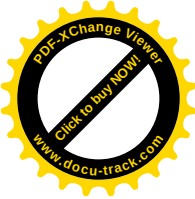


النسب المورفولوجي والتكنولوجي لبعض أصناف التريتيكال في المنطقة شبه الرطبة بالجزائر (المعهد التقني للزراعات الكبرى، واد سمل)

المخلص

التريتيكال هو نوع من الحبوب الهجينة ناتج عن تهجين القمح والشعير، يجمع بين إنتاجية الأول وقساوة (تحمل) الثاني. يتميز بتكيفه الجيد مع الظروف الزراعية المناخية الصعبة وقيمته المزدوجة كحبوب وأعلاف ركزت هذه الدراسة على 15 نمطاً وراثياً (جينوتيب) من التريتيكال، بما في ذلك خمسة في طور المصادقة وشاهدان، زُرعت في ظروف شبه رطبة في المحطة التجريبية للمعهد التقني للزراعات الكبرى بواد سمل (الحراش) خلال الحملة الزراعية 2024-2025. تم استخدام تصميم في كتل عشوائية كاملة بأربعة مكررات. بالإضافة إلى المعايير الزراعية والتكنولوجية الكلاسيكية (وزن الألف حبة، القدرة على الإنبات، مردود الحبوب والتبن، محتوى البروتين، الرطوبة...)، أدرجت هذه الدراسة مؤشرات مورفولوجية تكملية مثل محتوى الكلوروفيل، محتوى الماء، المادة العضوية والرماد على مستوى الأجزاء الهوائية للنبات، من أجل تحسين توصيف الجينوتيبات. تُبرز النتائج تبايناً وراثياً قوياً بين الجينوتيبات المدروسة، سواء بالنسبة لصفات المردود أو للمعايير الفسيولوجية. أظهرت بعض الجينوتيبات، مثل V3، V12، V15 و V11، مردوداً عالياً من الحبوب ($< 400 \text{ غ/م}^2$)، في حين تميزت V1 و V9 بإنتاج كبير من التبن ($< 700 \text{ غ/م}^2$)، أظهرت الأصناف V3، V4 و V5 من الناحية التكنولوجية أفضل الأداءات الإجمالية، بوزن نوعي جيد، ونسبة عالية من الحبوب السليمة، ومحتويات بروتينية مثيرة للاهتمام. توفر هذه النتائج قاعدة صلبة للاختيار الوراثي للأصناف واستغلال التريتيكال في أنظمة الإنتاج الجزائرية.

الكلمات المفتاحية: تريتيكال، تباين وراثي، مردود، جودة تكنولوجية، معايير فسيولوجية.



Morpho-physiological and technological evaluation of some triticale varieties in the sub-humid region of Algiers (ITGC Oued Semar)

Summary:

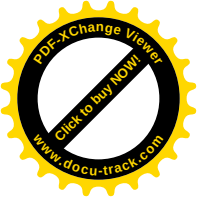
Triticale (*Triticosecale* Wittmack) is a hybrid cereal derived from a cross between wheat and rye, combining the productivity of the former with the hardness of the latter. It is characterized by its good adaptation to difficult agro-climatic conditions and its dual valorization as grain and forage.

This study focused on 15 triticale genotypes, including five currently being registered and two controls, cultivated under sub-humid conditions at the ITGC experimental station in Oued Smar (El Harrach) during the 2024–2025 season.

A randomized complete block design with four replications was used. In addition to the classical agronomic and technological parameters (Thousand Grain Weight (PMG), germination capacity, grain and straw yield, protein content, moisture content, etc.), this study incorporated complementary morpho-physiological indicators such as chlorophyll content, water content, organic matter, and ash in the aerial organs, in order to refine the characterization of the genotypes.

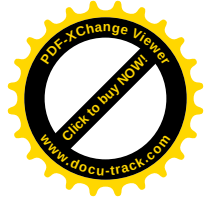
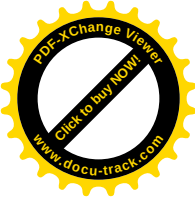
The results highlight strong genetic variability among the genotypes studied, both for yield traits and physiological parameters. Some genotypes, such as V3, V12, V15, and V11, showed high grain yields ($> 400\text{g/m}^2$), while V1 and V9 were distinguished by a significant straw production ($> 700\text{g/m}^2$). From a technological standpoint, varieties V3, V4, and V5 displayed the best overall performance, with a good test weight, a high proportion of sound grains, and interesting protein contents. These results provide a solid basis for varietal selection and the valorization of triticale in Algerian production systems.

Keywords: triticale, genetic variability, yield, technological quality, physiological parameters.



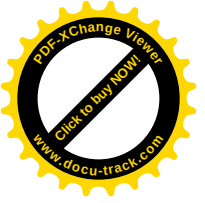
Liste des tableaux

Tableau 1. Production mondiale du triticales par pays	4
Tableau 2. Evolution de la superficie de la culture des céréales en Algérie (FAOSTAT, 2023).....	5
Tableau 3. Valeurs nutritives de quelques céréales pour ruminants (par Kg de MS)....	7
Tableau 4. Classification de triticales (Triticosecale wittmack)	10
Tableau 5. Type d'assolement et rotation pour le triticales.....	15
Tableau 6. Apports d'engrais pour le triticales	17
Tableau 7. La distribution des doses d'azote pour le triticales.....	18
Tableau 8. Application d'herbicides sur triticales.....	19
Tableau 9. Variations des températures moyennes, minimales et maximales durant le cycle de culture.....	30
Tableau 10. Variation des valeurs de l'humidité minimale, maximale durant le cycle de culture.....	31
Tableau 11. Variation des valeurs de la vitesse du vent minimale, maximale durant le cycle de culture.....	31
Tableau 12. Variation des précipitations moyennes mensuelles durant la période de l'essai.....	32
Tableau 13. Caractéristiques physicochimiques de la parcelle de l'essai	32
Tableau 14. les opérations culturale (ITGC 2025)	34



Liste des figures

Figure 1. Localisation du site expérimentale (Google Earth 2025)	32
Figure 2. La station météorologique de (Oued Smar)	33
Figure 3. Dispositif expérimental	36
Figure 4. Photo réelle du dispositif expérimentale	37
Figure 5. Le passage du covercrop 21/11/2024	38
Figure 6. Le trassage des parcelles à l'aide de la chaux	39
Figure 7. Semi des graines de triticales à l'aide d'un semoir de précision	39
Figure 8. Passage du Rouleau croskill	40
Figure 9. Récolte manuelle du triticales	41
Figure 10. les grains germée après 7 jours	42
Figure 11. Comptage du peuplement le 29 et 30 /12/2024	43
Figure 12. Le matériel végétal utilise pour la quantification du tallage	43
Figure 13. Mesure de la hauteur de la tige à l'aide d'une règle graduée.	44
Figure 14. Mesure du diamètre de la tige à l'aide d'un pied à coulisse	45
Figure 15. Mesure de la chlorophylle foliaire à l'aide du SPAD	46
Figure 16. Les cendres	47
Figure 17. Batteuse a épis	48
Figure 18. Le broyage des échantillons	48
Figure 19. Le testeur du poids spécifique	48
Figure 20. Test de germination des grains	48
Figure 21. Hauteur finale moyenne des plantes (cm)	48
Figure 22. Diamètre moyen finale des tiges	48
Figure 23. Nombre moyen de feuilles.	48
Figure 24. Nombre moyen des nœuds/plants	48
Figure 25. Nombre moyen des talles par plant	48
Figure 26. Poids frais de la partie aérienne	48
Figure 27. Poids sec de la partie aérienne	48
Figure 28. Teneur en eau en (%) de la partie aérienne	48
Figure 29. Quantité de la chlorophylle produite par plant pour le stade pâteux.	48
Figure 30. Teneur moyenne de la MO.	48
Figure 31. Teneur moyenne des cendres (%).	48
Figure 32. Nombre d'épis/m ²	48
Figure 33. Nombre de grains par épis	48
Figure 34. Rendement en grains g/m ²	48
Figure 35. Rendement en paille g/m ²	Error! Bookmark not defined.
Figure 36. Critères de qualité technologiques des graines de triticales pour 15 variétés testées	48



Liste des abréviations

CIMMYT : Centre International d'Amélioration du Maïs et du Blé.

FAO STAT: Food and Agriculture Organizations of the United Nations.

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures

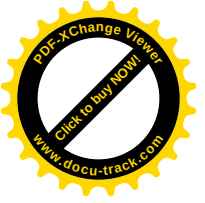
OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

ONAB : l'Office National des Aliments du Bétail

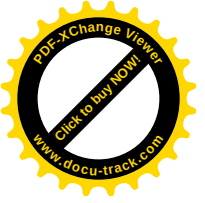
OAIC : l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales

PMG : poids de mille grains

Ps : poids spécifique



INTRODUCTION



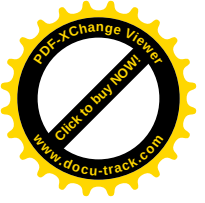
Introduction

Les céréales jouent un rôle fondamental à l'échelle mondiale au sein du système agricole. Elles occupent une position centrale et cruciale dans la production alimentaire, offrant une source essentielle de nutriments pour de nombreuses populations à travers le monde. Les céréales représentent un pilier clé de la sécurité alimentaire mondiale, contribuant de manière significative à la satisfaction des besoins énergétiques de la population mondiale **(Chaouadi et Ihdj Mohand, 2024)**.

En Algérie, les céréales jouent un rôle stratégique dans l'économie et l'alimentation, étant à la base de nombreux plats traditionnels. Elles sont également profondément ancrées dans le tissu socioculturel du pays **(Talamli, 2004)**. La production céréalière a connu une faible croissance comparativement à la consommation qui a fortement augmenté sous l'effet de la croissance démographique et du soutien par l'Etat des prix à la consommation **(Djermoun, 2009)**. En plus une bonne partie des terres céréalières est fortement érodée et donc peu fertile. Donc le pays est en train d'importer massivement des céréales. C'est dans ce contexte que le triticales apparaît comme une culture prometteuse. **(MERGOUM et al., 1992, BELAID, 1994 et SAADE 1995)**.

Issu d'un croisement entre le blé et le seigle, le triticales (*X Triticosecale wittmack*) combine les meilleurs caractères de ses parents, tels que la productivité du blé et la résistance aux maladies et la rusticité du seigle **(SOLTNAIRE, 2000)**. Comparé à d'autres cultures, le triticales offre en général des rendements plus élevés en céréales et en fourrage avec moins d'intrants de production et un impact potentiellement moindre sur l'environnement. Il est également meilleur en termes d'utilisation des nutriments du sol, de tolérance au stress, de problèmes de ravageurs et d'avantages pour la qualité du sol et de l'eau. **(MERGOUM et al., 1992, BELAID, 1994 et SAADE 1995)**.

En Algérie le triticales est encore peu connu chez les agriculteurs, mais son potentiel est immense. Sa haute productivité, son adaptation aux conditions semi-arides et ses multiples utilisations en font une culture adaptée aux défis de l'agriculture algérienne **(Hormisdas, 2008)**.

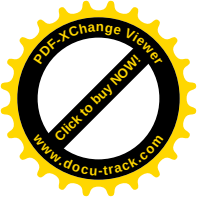


Le triticales (*x Triticosecale wittmack*) suscite un intérêt croissant en raison de son potentiel élevé de rendement et de sa bonne résistance aux conditions environnementales contraignantes.

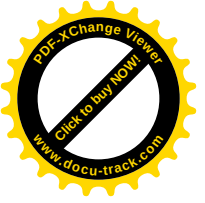
Dans ce contexte, la présente étude a pour objectif d'analyser le comportement végétatif de quinze variétés de triticales, dont cinq récemment introduites, en conditions subhumides.

Cette étude s'inscrit dans cette démarche en réalisant une évaluation morpho-physiologique et technologique de plusieurs variétés cultivées dans la région subhumide d'Alger, au sein de la station expérimentale de l'ITGC d'Oued Smar, en vue d'apprécier leur capacité d'adaptation à ce milieu agro-climatique.

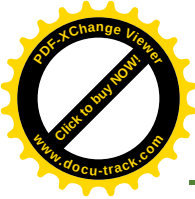
Ce travail prolonge les études antérieures sur le triticales en Algérie, principalement axés sur les paramètres classiques tels que le rendement en grain, la biomasse et les composantes du rendement. Dans la continuité de ces études, notre travail vise à approfondir la caractérisation en intégrant des paramètres complémentaires, notamment la teneur en chlorophylle, la teneur en matière organique, la teneur en cendres, la distribution de l'eau entre les organes et le poids spécifique (PS) afin d'obtenir une vision plus complète du potentiel des génotypes étudiés. Cette approche permet de mieux comprendre leurs performances dans des conditions subhumides, et d'orienter plus efficacement la sélection variétale.



PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE



CHAPITRE 01 : GENERALITE DU TRITICALE



Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Généralités du triticales

1.1 Historique :

Le triticales est un hybride résultant du croisement entre le blé (*triticum*) et le seigle (*secale*). En 1876, **Stephen Wilson** a rapporté à la Edinburgh Botanical Society le premier croisement, mais ce dernier était stérile. Il avait saupoudré le pollen du seigle sur le stigmate du blé, après avoir dans la plupart des cas émasculé le blé en enlevant les anthères. Seules quelques graines ont germé, mais la plante F1 n'a produit aucune graine (**M. Coppock ,2007**).

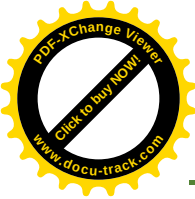
L'hybride fertile mais de faible productivité a été signalé plus tard par l'allemand Rimpau (1891) et a été découvert comme étant un amphiploïde. Selon **Muntzing (1979)**, un effort important en matière de sélection du triticales a été réalisé en Russie à Saratov entre 1918 et 1934. On a toutefois découvert en 1937 que lorsqu'une plantule F1 était traitée à la colchicine, sa composition chromosomique était doublée et que le triticales qui en résultait était partiellement fertile (**M. Coppock, 2007**).

Les amphiploïdes triticales sont issus d'hybridations de blés hexaploïdes et tétraploïdes avec du seigle diploïde afin de donner naissance aux triticales octoploïdes et hexaploïdes. Jusqu'à présent, les triticales hexaploïdes se sont révélées plus stables que les octaploïdes (**K. Gupta et M. Priyadarshan ,1982**).

1.2 Etat de la culture du triticales :

1.2.1 Au niveau mondial :

Au niveau mondial, l'augmentation annuelle moyenne de la production de triticales par hectare depuis 1985 est de près de 100 kg/ha/an, ce qui est remarquable par rapport à 45, 39, 28 et 21 kg/ha/an pour le maïs, le riz, le blé et l'orge, respectivement, au cours de la même période. (**FAO 2004**). En 2002, les rendements moyens par pays les plus élevés étaient de 6,8, 6,3 et 5,5 tonnes/ha en Suisse, 5,5 tonnes/ha en Suisse, en Belgique et en France, (**FAO, 2004**) Les plus importantes évolutions de la production ont eu lieu dans les pays d'Europe centrale et orientale (**FAO, 2003**).



Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Généralités du triticales

Tableau 1. Production mondiale du triticales par pays

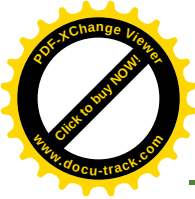
Pays	Production (Tonnes)
Algérie	304.81
Australie	113707
Canada	43914
Chine	373293.15
Pologne	5282390
Tunisie	22113.48
Brésil	58914
France	1646460
Allemagne	1832400
Mexique	21983.74
Espagne	288190

(FAOSTAT, 2023)

1.2.2 Au niveau nationale :

Le triticales a été introduit en Algérie en 1972 sous forme de matériel génétique dissocié, issu de la lignée « Armadillo » du CIMMYT. Ce matériel a été évalué dans le cadre d'essais agronomiques réalisés pendant la campagne agricole 1974-1975, selon un plan en blocs aléatoires, sur trois stations expérimentales situées à Alger, Saïda et Sétif (**Hormisdas, 2008**). Les variétés sélectionnées lors de ces essais ont montré une meilleure capacité d'adaptation par rapport au blé, à l'orge et au seigle, notamment dans les zones côtières bénéficiant d'une bonne répartition et d'une abondance des précipitations (**Benbelkacem, 1987**).

Face aux difficultés d'importation du maïs vers 1992, un programme de promotion du triticales a été lancé, avec pour ambition de développer cette culture sur 50 000 hectares. Ce projet a été porté par trois grandes institutions : l'Office National des Aliments du Bétail (ONAB), l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) et l'Office



Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Généralités du triticales

Algérien Interprofessionnel des Céréales (OAlC). Cependant, malgré cette initiative institutionnelle, la surface maximale cultivée n'a jamais dépassé les 12 000 hectares. **(Hormisdas, 2008).**

Avec l'assouplissement progressif des règles d'importation du maïs, le programme triticales a progressivement été abandonné. Dès 2004, plus aucune donnée statistique officielle ne mentionnait cette culture, désormais cantonnée aux stations de recherche ou à quelques exploitations isolées **(Hormisdas, 2008).**

Tableau 2. Evolution de la superficie de la culture des céréales en Algérie (FAOSTAT, 2023)

Année	Ble (ha)	orge (ha)	avoine (ha)	triticales (ha)	totale (ha)
2020	1848083	978114	62353	261	2 888 879
2021	1368702	525631	43274	379	1 938 091
2022	1800000	1025000	80000	326	2 905 446

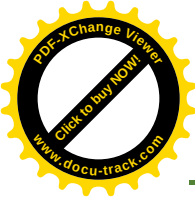
1.3 L'intérêt du triticales :

1.3.1 Agronomique :

L'hybride démontre une plus grande adaptabilité environnementale que l'un ou l'autre de ses parents et, en particulier, qu'il poussera avec succès sur des terres que l'on peut qualifier de marginales **(H. Hulse et M. Laing 1974)**. En fin de cycle, il est plus résistant que le blé et l'orge aux températures élevées **(Biberdzic, et al, 2019)**. Le triticales est très tolérant à la sécheresse et pousse avec des précipitations supérieures à 250 mm **(Anonyme, 2006).**

1.3.2 Fourragère :

Le rendement en paille élevé du triticales est une caractéristique appréciée des éleveurs **(A. Bouguennec et al ;2020)**. Comme céréale d'hiver pour l'engraissement des bovins



Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Généralités du triticales

de boucherie Le triticales de printemps a le potentiel de fournir des aliments d'hiver aux vaches de boucherie gestantes dans un système de pâturage. **(K. Gupta et M. Priyadarshan 1982)**.

1.3.3 Economique :

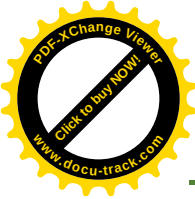
Le triticales est plus performant que le blé tendre en ce qui concerne l'utilisation des éléments nutritifs du sol, la résistance aux problèmes biotiques et abiotiques **(Mergoum & Gómez-Macpherson, 2004)**. Son importance économique est accentuée par la variété de son utilisation que ce soit au niveau de l'alimentation humaine ou animale comme fourrage, il pourrait participer à combler le déficit de la production nationale afin de réduire la facture des importations des céréales **(Hormisdas, 2008)**.

- Également, les intérêts économiques du triticales sont :
 - Une conduite économique en intrants grâce à sa rusticité.
 - Une productivité élevée (rendement en grains).
 - Une production en paille plus élevée que celle des autres céréales d'hiver.
 - Une utilisation en alimentation animale pour l'économie du tourteau.
 - Une utilisation de la farine de triticales en mélange avec la farine de blé tendre, contribue à la réduction des importations de cette dernière. **(ITGC, 2020)**.

1.4 La valeur alimentaire et utilisation :

1.4.1 Valeur alimentaire :

La qualité nutritionnelle du triticales dépasse, à certains égards, celle du blé ou est similaire, mais la teneur en lysine du triticales est plus élevée, une meilleure digestibilité des protéines et un meilleur équilibre minéral le rend particulièrement approprié pour être utilisé dans l'alimentation animale et dans l'alimentation humaine. La majorité du triticales produit dans le monde est utilisé pour l'alimentation des animaux **(Arendt et al., 2013)**. Les avantages pour la santé de consommer des nutriments provenant de triticales peuvent conduire à une plus grande acceptation du triticales par les consommateurs **(Cionca et al., 2024)**.



Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Généralités du triticale

1.4.2 Utilisation agro-alimentaire :

Le triticale possède des qualités nutritionnelles très proches de celles du blé, avec toutefois une teneur en lysine plus élevée, un meilleur équilibre minéral et une meilleure digestibilité des protéines. Ces caractéristiques font que le triticale convient à la fois à la consommation humaine et à la consommation animale **(E. Saade,1995)**.

1.4.3 Alimentation animale :

L'intérêt grandit de triticale est en raison de sa teneur élevée en protéines et d'un profil équilibré en acides aminés qui rendent le triticale unique parmi les céréales utilisées pour l'alimentation animale. **(Mergoum & Gómez-Macpherson, 2004)**.

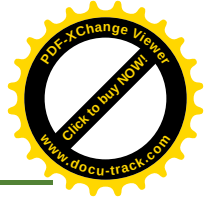
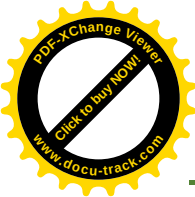
La qualité supérieure des protéines et la digestibilité du phosphore du grain de triticale peuvent réduire les effluents d'azote et de phosphore provenant du bétail **(MERGOUM et al., 1992, BELAID, 1994 et SAADE M, 1995)**. En Algérie, les essais en ont révélé que le triticale surpasse l'orge et le seigle, faisant de lui une solution prometteuse pour limiter les importations de maïs, souvent sujet à la contamination par les mycotoxines **(Benbelkacem, 2014)**.

Tableau 3. Valeurs nutritives de quelques céréales pour ruminants (par Kg de MS)

Aliments concentrés	Valeurs énergétiques (unités)		Valeur azotée	Constituants organiques (g)				Constituants minéraux (g)		Energie (mcal)		
	UFL	UFV		MO	MAT	CB	MG	P	Ca	EB	ED	EM
/			MAD									
Triticale	1,21	1,22	101	978	170	33	17	4,6	0,5	4,46	3,8	3,2
Blé	1,19	1,20	98	973	125	27	20	3,8	0,7	4,40	3,79	3,1
Seigle	1,18	1,19	88	980	120	26	16,2	4	0,7	4,34	3,75	3,1
Orge	1,12	1,11	86	953	122	63	18,5	3	6	4,34	3,62	3,0

(SOLTNER D ,2000)

- ✓ **UFL:** Unité Fourragère Lait
- ✓ **UFV:** Unité Fourragère Viande
- ✓ **MAD:** Matières Azotées Digestibles



Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Généralités du triticales

- ✓ **MO:** Matières Organiques
 - ✓ **MAT:** Matières Azotées Totales
 - ✓ **CB:** Cellulose Brute
 - ✓ **MG:** Matières Grasses
 - ✓ **P:** Phosphore
 - ✓ **Ca:** Calcium
 - ✓ **EB:** Énergie Brute
 - ✓ **ED:** Énergie Digestible
 - ✓ **EM:** Énergie Métabolisable
- (mégacalories/kg de Ms)

Selon (ITGC, 2003), il est utilisé dans l'alimentation de la volaille comme alternative au maïs jaune. Les expériences menées dans les stations expérimentales de l'institut l'ont démontré l'importance le mélange du pois-triticales, qui peut donner un rendement élevé en matière sèche (6a 8 tonnes/ha).

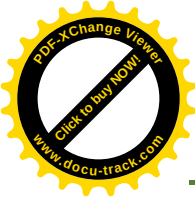
1.4.4 Alimentation humaine :

Le triticales pourrait devenir une culture importante si, en complément de son utilisation comme céréale fourragère, il était cultivé à grande échelle pour la consommation humaine (FAO 2004).

1.4.5 Boulangerie et pâtisseries :

1.4.5.1 Panification

L'utilisation du triticales dans la panification semble plus réalisable dans les mélanges de farines blé-triticales des pains levés avec des attributs de qualité très acceptables peuvent être préparés (FAO 2004). Selon les travaux réalisés par l'ITGC en Algérie, l'utilisation de la farine de triticales en boulangerie et en pâtisserie n'est pas facile. Pour cela, il faut la couper avec des farines dites fortes comme celles tirées des blés tendres. Les bonnes proportions étant de 70% de farine de triticales pour 30% de blé. (Hormisdas, 2008).



Partie I : Synthèse bibliographique

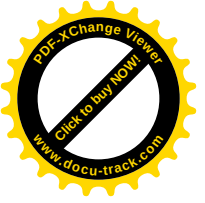
Chapitre 01 : Généralités du triticale

1.4.5.2 Industrie :

La paille peut intéresser l'industrie Pour son contenu énergétique, sa richesse en fibre et en sucre, a la base d'une chimie verte comparable à celle développée sous les hydrolyses l'amidon du blé. Elle peut être valoriser de plusieurs manières, Fabrication de pâte à papier, matière pour l'artisanat (marqueterie, paillons à fromage, chapellerie, paillage de chaise), production de matériaux plastiques et de construction (chaumes panneaux...) (ITGC, 2020).

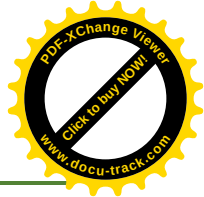
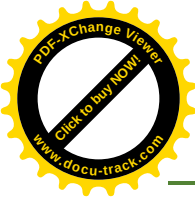
1.4.6 Utilisation non-alimentaire :

La biomasse agricole comme le triticale est une ressource multifonctionnelle pour la production des matériaux biodégradables à faible empreinte carbone. Le triticale riche en amidon, est matière première potentielle pour la production de bioéthanol (I Mourjane et J Fosse ,2021)



Chapitre 02 :

Classification et caractéristiques du triticales



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales

2.1 Classification botanique :

Tableau 4. Classification de triticales (*Triticosecale wittmack*)

Rang taxonomique	Classification
Règne	Plantae
Clade	Angiospermes
Clade	Monocotylédones
Clade	Commelinidées
Ordre	Poales
Famille	Poaceae
Sous-famille	Pooideae
Tribu	Triticeae
Genre	<i>Triticosecale</i>
Espèce	<i>Triticosecale Wittmack</i>

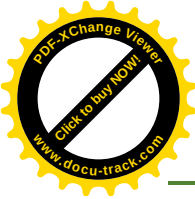
Classification APG III (2009)

2.2 Taxonomie et génétique :

Les triticales sont des amphiploïdes issus de l'hybridation entre les espèces représentées par les genres *Triticum* L. et *Secale* L. d'où son nom de triticales ou *x Triticosecale wittmack*. Le nom générique « Triticales » étaient considérés comme non valides selon le Code international de nomenclature botanique (ICBN). Le nom générique plus acceptable pour des raisons techniques est devenu *x Triticosecale wittmack* (K. Gupta et M. Priyadarshan 1982).

2.3 Caractéristique morphologique :

En tant qu'hybride interspécifique entre le blé et le seigle, le triticales présente généralement des caractéristiques intermédiaires entre celles de ses deux espèces parentes.



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales

2.3.1 Appareil végétatif :

2.3.1.1 Les racines :

Comme chez toutes les céréales à paille, le système racinaire du triticales est fasciculé.

Composé de trois type de racines :

- Les radicules qui sont les racines primaire issue de l'embryon
- Les racines adventices embryonnaires
- Les racines adventices secondaire qui se développent au niveau du premier ou deuxième nœud (**GASPER et BUNATRU, 1985**).

2.3.1.2 La tige :

La tige du triticales, d'une longueur moyenne de 120 cm, est intermédiaire entre celle du blé et celle du seigle. Elle est formée de 5 à 7 nœuds, vêtue comme le seigle, est entourée de feuilles à chaque nœud. Un plant peut émettre un nombre variable de tiges secondaires (**ZEMERLINE, 1990**).

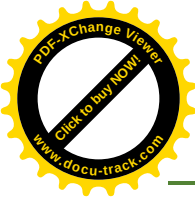
2.3.1.3 Les feuille :

Les feuilles sont épaisses, larges et longues comme celles du blé, la ligule est prononcée et semi-dentée, les auricules sont semi-collantes et glabres. Elles sont d'un vert bleuâtre très foncé, bien que leur couleur puisse varier selon la variété (**botanicale, 2021**).

2.3.2 Appareil reproducteur :

2.3.2.1 L'épi :

L'inflorescence du triticales se présente sous forme d'un grand épi barbu qui ressemble à celui du seigle avec beaucoup de bractée un caractère hérité du blé (**SOLTNER, 1990**). Ses fleurs, plus volumineuses que celles du blé, possèdent des étamines plus importantes et largement extrudées, qui libèrent une quantité importante de pollen, ce qui explique qu'il ne soit pas strictement autogame (**BERNARD, 1992**). La protection de chaque fleur est assurée par deux glumelles, très dures et adhèrent fortement au grain(**SIMON,1992**).



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticale

2.3.2.2 Le grain :

Le fruit est un caryopsele, caractérisé par la forme du grain du seigle mais largement plus petit (**SIMON et al ; 1989**)., traversé sur toute sa longueur par un sillon, il est de couleur brun jaunâtre et se caractérise par une rugosité de la couverture qui le différencie des grains de blé et de seigle (**botanique ,2021**). Il est assez sensible à la germination sur épi, et est sujette à un échaudage fréquent, caractère hérité surtout de la forte activité de l'alpha amylase pendant la maturation du seigle (**BACHIR et al 2000**). Souvent rabougri, il présente une forme plus au moins différente d'un grain à un autre (**SIMON et al ; 1989**).

2.4 Biologie de la plante :

2.4.1 Cycle de développement du triticale :

2.4.1.1 La germination :

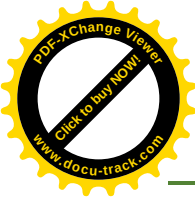
Par référence au blé et au seigle, les semences de triticale germent beaucoup plus rapidement dans des conditions optimales, aux alentours de 22°C à 25°C. Il s'agit sans doute de l'activité de l'alpha-amylase, qui hydrolyse l'amidon pendant la période de repos séminale. (**Abdulhussein, 1987**)

2.4.1.2 La levée :

Un ou deux jours après l'apparition de la radicule, le bourgeon est obtenu protégé par la coléoptile. Dès que ce dernier atteint 6 ou 7 cm de hauteur, la première feuille se forme. (**ABDULHUSSEIN ,1987**).

2.4.1.3 Le tallage :

Plusieurs apex susceptibles sont émis par la plantule, au moment du tallage pour donner des future tiges (**Belaid, 1990**). Les triticales ont la capacité d'émettre un nombre important de talles comparable à celui du seigle. En général, les formes octoploïdes et hexaploïdes des triticales développent plus de talles que les blés (**ABDULHUSSEIN, 1987**). Plusieurs facteurs concourent par leur influence sur le tallage : Époque du semis La fertilité du sol L'espace de la nutrition De même, le climat



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales

joue un rôle majeur dans le processus de tallage : L'humidité ; Température ; Lumière (Benmoussa et *al.*, 2020).

2.4.1.4 La montaison :

À ce stade l'aspect général de la culture reste très semblable à celui des autres céréales, sauf que le triticales est caractérisé par la vigueur des tiges ainsi que la largeur des feuilles qui restent très significatives par rapport aux autres céréales (Benmoussa et *al.*, 2020).

2.4.1.5 L'épiaison :

La phase d'épiaison commence avec la sortie de l'épi de la gaine de la dernière feuille, elle dépend : Du génotype, du milieu, des conditions de culture (Abdulhussein, 1987). Le triticales émet des épis plus tôt que le blé, caractère hérité du seigle (Laroche, 1994).

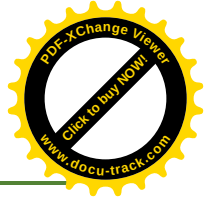
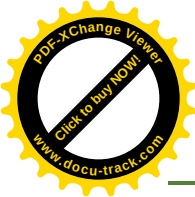
2.4.1.6 La floraison :

En conditions normales de culture, la floraison commence 7 à 15 jours après l'épiaison, soit à peu près 195 à 210 jours après le semis. Dans l'épi, la floraison commence au niveau du 1/3 de la longueur de l'épi et continue vers les deux extrémités (Benmoussa et *al.*, 2020).

La phase de floraison du triticales est influencée par un jeu complexe de facteurs génétiques et environnementaux. La floraison du triticales est généralement déclenchée par une combinaison de température, de durée du jour et d'autres facteurs environnementaux (Mccarthy et Seth, 2018).

2.4.1.7 La maturation :

Les triticales atteignent la maturité physiologique plus tardivement que le blé. La durée de ce stade est de 40 jours à 45 jours (Laroche ,1984). Le grain perd progressivement



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticale

de son humidité, passant ainsi du stade pâteux avec 45 % d'humidité au stade de maturité complète avec 15 % d'humidité (**Soltner, 1980**). C'est à ce stade que le phénomène de l'échaudage est très courant et cause énormément de pertes au niveau des champs de triticales (**Benbelkacem 1991**).

2.5 Les exigences du triticale :

2.5.1 Les exigences climatiques :

2.5.1.1 La température :

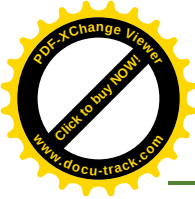
Le triticale tolère le froid, sa culture est possible dans les altitudes dépassant les 1000 mètres, il peut être cultivé dans toutes les zones céréalières du Nord du pays, en fin de cycle, le triticale supporte mieux que le blé et l'orge les températures élevées (**ITGC, 2006**). Pendant la phase de remplissage des grains, le triticale nécessite des températures modérées, ce qui lui permet de donner de bons rendements et d'une bonne qualité dans les zones froides. La température élevée pendant cette phase entraîne l'échaudage du grain (**Laroche, 1984**).

2.5.1.2 L'eau :

Le triticale est très tolérant à la sécheresse et pousse avec des précipitations supérieures à 250 mm (**Hormisdas, 2008**). De plus, le triticale a montré un bon comportement en conditions de stress hydrique (-40 mm) au stade de maturité physiologique, avec une perte de poids ne dépassant pas 3g pour mille grains. Sa résistance à la sécheresse est pire que celle du blé mais pas aussi bonne que celle du seigle (**Laroche., 1984**).

2.5.2 Le photopériodisme :

Les triticales peuvent être cultivées à la fois pendant les jours longs et pendant les jours courts. Malgré sa faible réaction aux variations du photopériodisme, l'adaptabilité des différentes formes du triticale dans différentes régions géographiques est favorisée (**Gasper et Butranu., 1985**).



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticale

2.5.3 Les exigences pédologiques :

Le triticale est peu exigeant et supporte même certains types particuliers de sols tels que les sols acides, les sols à forte capacité de rétention et les sols à salinité assez élevée. Cependant, il faut éviter les sols peu profonds pour assurer une forte production en vert. (Hormisdas ,2008).

2.6 Itinéraire technique :

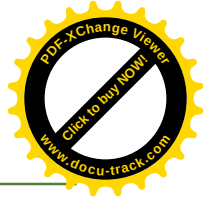
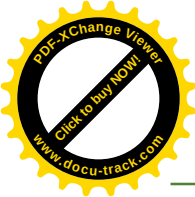
2.6.1 Place dans la rotation :

Comme pour les autres céréales, le triticale n'est pas recommandé en tête d'assolement, mais il s'insère facilement après le blé, dans une rotation en culture pure ou en association avec les légumineuses et ce en fonction des zones de cultures et de la disponibilité en eau (ITGC 2020).

Les différents types d'assolement et rotation possible sont :

Tableau 5. Type d'assolement et rotation pour le triticale (ITGC,2020)

Pluviométrie de la zone	Type d'assolement	Rotation
Zones a plus de 500mm	Triennal	Légumineuse fourragère/ Blé/ Triticale
		Légumineuse alimentaire/ Blé/ Triticale
	Quadriennal	Jachère travaillé/ Blé/ Triticale/ Bersim
		Jachère travaillé/ Légumineuse/ Triticale
Zones semi-arides (entre 300 à 500 mm)	Biennal	Jachère travaillé/ Triticale
	triennal	Jachère travaillé/ Céréale secondaire/ Triticale
		Jachère travaillé/ Blé ou légumineuses/ Triticale
Zones arides (moin de 300 mm)	Biennal	Jachère travaillé/ Triticale



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticale

2.6.2 Préparation du sol :

2.6.2.1 Labour :

Il est recommandé de réaliser le labour juste après la récolte de la culture précédente ou en automne. Cette opération consiste à retourner le sol sur une profondeur de 25 à 30 cm à l'aide d'une charrue à disques ou à socs (**ITGC, 2020**).

2.6.2.2 Reprise du labour :

En cas de conditions sèches et sur des sols légers et peu profonds, l'usage d'un chisel peut être une alternative au labour classique (**ITGC, 2020**).

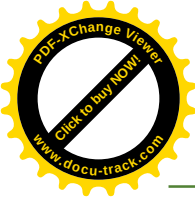
Après le labour principal, une nouvelle intervention est souvent requise pour compléter la préparation du sol et fragmenter davantage les mottes. Cette étape peut être réalisée à l'aide des outils comme les pulvérisateurs (covercrop) ou les cultivateurs à dents, ces derniers sont préconisés dans des conditions sèches et sur sols peu profonds afin de limiter l'émiettement excessif du sol (**Hormisdas, 2008**).

2.6.2.3 Façons superficielles :

Juste avant le semis des interventions sont réalisées à l'aide des herbes à cages roulantes ou à lames afin d'affiner et de niveler le lit de semences (**ITGC, 2020**).

2.6.3 Le semis :

La période de semis du triticale varie selon la variété choisie et la zone de culture. En général, un semis précoce effectué en novembre est recommandé pour garantir une bonne implantation de la culture et obtenir un fourrage précoce (**ITGC, 2020**). A l'inverse, un semis tardif peut entraîner une faible densité de peuplement. Pour les variétés tardives, la mi-novembre est idéale, tandis que les variétés précoces peuvent être semées début décembre (**Hormisdas, 2008**).



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales

La densité optimale pour la culture de grain se situe entre 200 à 240 graines/m², ce qui correspond à une dose de semis d'environ 120 à 150 kg/ha, en fonction du poids de 1000 grains **(ITGC,2020)**. Un excès de densité peut nuire au rendement en affectant négativement les composantes (le poids du grain et le nombre de grains/épi) qui peuvent augmenter le risque de verse. A l'inverse un semis trop clair expose la culture à une forte concurrence des mauvaises herbes lors de la phase levée-tallage **(Benmoussa et al, 2020)**. Le semis en lignes est la technique la plus utilisée, avec un espacement de 20 à 25 cm entre les rangs, suivi d'un roulage. La profondeur de semis doit varier entre 3 et 6 cm selon l'humidité du sol : plus le sol est sec, plus le semis devra être profond **(Benmoussa et al, 2020)**.

2.6.4 Fertilisation :

En général, les quantités d'engrais utilisées pour le triticales sont proches de celles appliquées au blé, tout en tenant compte de la culture précédente **(Benmoussa et al, 2020)**.

Tableau 6. Apports d'engrais pour le triticales

Type d'engrais	Dose/ha	Période d'épandage
Phosphore	1 à 1,5 q de super 46	Avant le labour
Azote	1,5 a 2 q d'ammonitrate	1/3 après la levée, 2/3 du tallage à la montaison pour les zones à faible précipitation, l'azote est apporté en une seule fois
Potassium	Il faut des analyses du sol pour déterminer la quantité à apporter	Avant le labour

(Benmoussa et al, 2020)

Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticale

Selon **MOULE (1980)**, l'apport de phosphore et de potassium en fumure de fond permet de prévenir leur interaction négative avec l'azote, réduisant ainsi son efficacité (**Hormisdas, 2008**). Le triticale puise davantage d'azote que les autres nutriments, l'azote jouant un rôle crucial dans la croissance végétative et l'amélioration des composantes du rendement. Toutefois, étant donné sa forte solubilité et sa propension à être lessivé, la quantité d'azote apportée doit être ajustée et fractionnée en fonction des conditions climatiques, en particulier des précipitations (**Hormisdas, 2008**). Les doses d'engrais azotées conseillées sont :

Tableau 7. La distribution des doses d'azote pour le triticale

Zone de culture	Pluviométrie (mm)	Unités d'azote/ha	Type d'apport
Sub-humide	>450	66	Apport fractionné
Plaines antérieurs	400 - 450	33	Apport non fractionné
	200 - 250	/	Pas d'apport d'azote
Haut-plateaux	300 - 450	60	Apport non fractionné
	250 - 300	33	Apport non fractionné

(ITGC, 2020)

2.6.5 Désherbage :

Bien que le triticale est reconnu pour sa forte compétitivité contre les adventices, grâce à sa croissance rapide, sa grande taille et un système racinaire bien développé, des infestations peuvent tout de même survenir, en particulier dans les cultures destinées à la production des grains. Il est donc conseillé d'effectuer un désherbage à un stade précoce, idéalement avant l'épiaison et avant l'apport des engrais de couverture. Les herbicides utilisés sont généralement les mêmes que ceux employés pour les autres céréales d'hiver.(**INRA, 2020 ; Benmoussa et al,2020**).

Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales

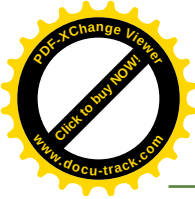
Tableau 8. Application d'herbicides sur triticales

Herbicide	Stade d'application	Dose d'application	Observation
Illoxan B	3 feuilles jusqu'au début tallage	3l/ha dans 300 L d'eau	Contre les dicotylédones et la folle avoine
2,4-D	Du début tallage (2 à 3 talles) au stade épi 1cm	1L/ha dans 300 L d'eau	Contre les dicotylédones
Suffix D-A	Du stade 2-3 talles au stade 2 noeuds	6L/ha dans 300 L d'eau	Contre la folle avoine en cas d'intervention tardive

(Benmoussa et al, 2020)

2.6.6 Irrigation :

Le triticales, bien qu'il est une culture moins exigeante en eau que les blés, exprime pleinement son potentiel lorsque l'approvisionnement en eau est suffisant. En situation de stress hydrique, un complément d'irrigation de 50 à 60 mm, appliqué entre les stade 2-3 noeuds et celui du gonflement, contribue à maintenir un bon niveau de rendement (Benmoussa et al, 2020).



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales

2.6.7 Récolte :

Le triticales peut être valorisé de différentes manières : en tant que grain, pâturage, ensilage ou foin. Lorsqu'il est destiné à la récolte en grain, il est essentiel de bien régler la moissonneuse-batteuse, car ses grains, plus fragiles que ceux du blé, sont susceptibles de se casser. La récolte doit s'effectuer lorsque le taux d'humidité du grain atteint 12% (**Hormisdas, 2008**). Pour un usage fourrager, le pâturage est recommandé au stade du tallage, tandis que l'ensilage est préférable au stade de l'épiaison (**ITGC, 2020**).

2.7 Les contraintes de la production du triticales :

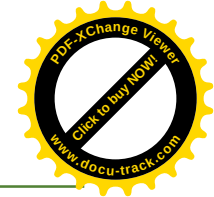
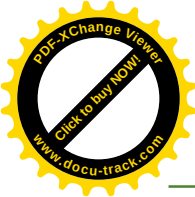
Malgré son potentiel en tant qu'alternative prometteuse aux cultures traditionnelles comme le blé, le triticales est encore freiné par un ensemble de contraintes liées aux conditions pédo climatiques, aux exigences techniques et aux politiques agricoles.

2.7.1 Contraintes pédoclimatiques

Bien que la culture du triticales soit adaptable à de nombreuses conditions, elle subit en revanche plusieurs contraintes pédo climatiques. De plus, sa croissance est déterminée par la température, le type de sol, ainsi que le régime pluviométrique de la région (**Luxita et al, 2023**).

2.7.1.1 Température :

Le triticales, comme d'autres cultures, est fortement exposé aux effets du stress climatique, notamment à la hausse des températures induite par le changement climatique (**Luxita et al, 2023**). Cette évolution thermique peut limiter le développement optimal des plantes, particulièrement durant les phases finales de leur cycle de croissance. Le triticales présente une sensibilité marquée à la température pendant les phases de maturation et de remplissage du grain. Selon **Lévy Häner et al. (2013 et 2015)**, une exposition à des températures élevées



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales

durant ces phases cruciales entraînerait une diminution de la viscosité du grain, altérant ainsi ses qualités technologiques **(Coline, 2021)**.

2.7.1.2 Précipitations :

Bien que plus tolérant à la sécheresse que le blé, le triticales exige une bonne répartition des pluies, notamment aux stades clés de montaison et de remplissage du grain. Un déficit hydrique durant ces périodes peut affecter sévèrement le rendement **(FAO 2004)**.

2.7.1.3 Humidité du sol :

L'humidité du sol joue un rôle crucial dans la croissance du triticales. Un niveau adéquat d'humidité dans le sol favorise une germination et un bon développement

des racines, tandis qu'un sol trop sec ou trop compacté entraîne un développement racinaire insatisfaisant **(GRDC, 2018)**.

2.7.1.4 Type de sol :

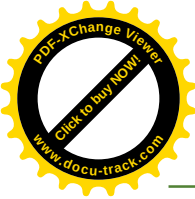
Le triticales présente de bonnes performances sur les sols limoneux-argileux, les sols peu profonds ainsi que les sols limoneux **(Clarke et al, 2016)**.

Le triticales se distingue par sa remarquable capacité d'adaptation à une grande diversité de types de sols, surpassant le blé et l'orge dans des conditions difficiles. Il démontre une notable adaptation aux sols hydromorphes (pleins d'eau), alcalins (pH élevé), acides (pH bas), sodiques et enrichis en bore. En outre, sa capacité à bien se développer sur des sols légers et peu fertiles s'explique par son système racinaire plus vigoureux que celui du blé, de l'orge ou de l'avoine, ce qui lui permet d'extraire davantage de nutriments et de mieux fixer le sol **(GRDC, 2018)**.

2.7.2 Contrainte technique :

2.7.2.1 Sélection des variétés adaptées :

Le choix de la variété à utiliser pour une culture du Triticales vise principalement à optimiser les caractéristiques économiques surtout de la productivité (grain et biomasse) et de la qualité du grain et des propriétés telles que l'aspect précoce de la



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticale

maturité et le poids volumétrique substantiel des grains (INRA, 2020), tout en considérant leur aptitude à s'adapter aux conditions agroclimatiques et pédologiques locales (Mergoum & Gómez-Macpherson, 2004).

2.7.2.2 Préparation du sol :

La préparation du sol joue un rôle essentiel pour l'enracinement du triticale. Cela englobe un labour de 25 à 30 cm en vue d'améliorer l'aération et l'infiltration d'eau (FAO, 2004), et un lit de semence homogène pour assurer la germination. La profondeur de semis est comprise entre 2 et 5 cm, permettant une levée homogène et rapide. Une bonne préparation des sols favorise une implantation adéquate et un meilleur potentiel agronomique de la culture (GRDC, 2018).

2.7.2.3 Plantation :

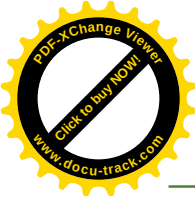
Le triticale est une espèce très couvrante ; une densité trop élevée n'apporte aucun bénéfice sur le rendement et peut même favoriser la verse, ce qui nuit à la production. Un espacement entre les rangs est similaire à celui du blé, permet un bon développement des plants tout en limitant la concurrence entre eux (ARVALIS, 2014).

2.7.2.4 Fertilisation :

Le triticale réagit positivement à la fertilisation, notamment à l'apport d'azote, ce qui améliore le rendement en grains et en paille. Les doses varient selon les conditions climatiques, le type de sol et l'objectif de production (grain ou fourrage). Une analyse du sol est conseillée pour ajuster les besoins en nutriments. Le phosphore et le potassium sont également essentiels. Dans le cas d'une culture destinée au fourrage, plusieurs apports d'azote peuvent être effectués après chaque coupe (INRA, 2020).

2.7.2.5 Récolte :

La récolte du triticale est une opération délicate qui nécessite une préparation minutieuse afin d'éviter la présence de petits épis et de graines endommagées dans la paille. Il est préférable d'utiliser une moissonneuse-batteuse pour la récolte afin d'assurer une opération rapide et économique. Il est essentiel d'ajuster cette moissonneuse avec soin, y compris la vérification des tamis et la diminution de la



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales

vitesse. Le moment idéal pour la récolte varie de fin mai à mi-juin, en fonction des zones géographiques. Il est préférable de récolter dans l'après-midi afin d'obtenir toutes les graines et d'éviter la perte du tiers supérieur des épis **(INRA, 2020)**.

2.7.3 Contraintes liées aux politique agricoles

2.7.3.1 Subventions agricoles :

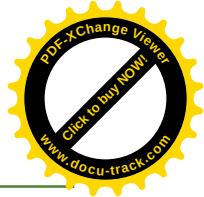
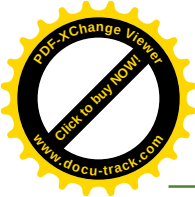
Les aides financières sont généralement orientées vers des cultures majeures comme le blé et l'orge, au détriment du triticales. Ce déséquilibre influence les décisions des agriculteurs, qui se tournent vers les cultures les plus soutenues, même si le triticales offre des atouts agronomiques ou économiques dans certains contextes **(Gharbi et al, 2003)**. En Algérie, par exemple, le développement du triticales a été ralenti en raison du manque de subvention et du peu d'intérêt accordé par les responsables politiques, qui ont préféré concentrer leurs efforts sur la culture du blé **(Benbelkacem et Sadli, 2014)**.

2.7.3.2 Politiques de prix et de marché :

Les politiques agricoles, notamment celles liées aux prix de marchés et aux soutiens ciblant certaines cultures, influencent fortement les choix de production, y compris pour le triticales. Selon l'**OCDE (2023)**, les soutiens liés aux prix garantis et aux intrants peuvent freiner les ajustements indispensables à une agriculture plus résiliente en favorisant la surproduction de certaines cultures et en perturbant le fonctionnement des marchés. Ce phénomène ralentit l'adoption des cultures alternatives comme le triticales **(DeBoe, 2020)**.

2.7.3.3 Réglementations environnementales :

Les réglementations destinées à limiter l'usage des pesticides et des engrais, comme les taxes environnementales, peuvent représenter une contrainte pour la culture du triticales. Si ces mesures visent à encourager des pratiques agricoles plus durables, elles peuvent aussi engendrer une augmentation des coûts de production ou une baisse de rendements en l'absence d'alternatives efficaces **(FAO, 2023)**.



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales

2.7.3.4 Accords commerciaux internationaux :

Les accords commerciaux peuvent influencer la compétitivité du triticales à l'échelle mondiale. L'instauration de droits de douane, de quotas à l'importation ou l'exportation, ou encore d'autres dispositifs commerciaux, peut restreindre l'accès aux marchés ou engendrer une concurrence inéquitable face à des pays bénéficiant de subventions plus généreuses (FAO, 2023).

2.7.3.5 Programmes de recherche et développement :

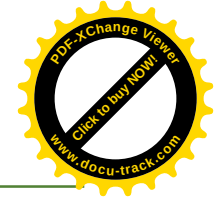
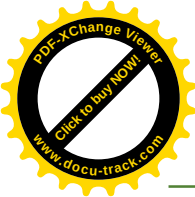
Les politiques agricoles ont un impact direct sur les investissements consacrés à la recherche et au développement autour du triticales. En favorisant la mise au point de nouvelles variétés, la mise au point de nouvelles variétés, l'amélioration des pratiques agronomiques et l'intégration de technologies innovantes, des politiques bien conçues peuvent contribuer de manière déterminante à accroître la productivité et la compétitivité de cette culture (Abeli et al, 2022).

2.7.3.6 Soutien aux infrastructures agricoles :

Les politiques agricoles jouent un rôle clé dans la répartition des investissements consacrés aux infrastructures agricoles, comme les systèmes d'irrigation, les routes rurales ou les unités de stockage. Un soutien adéquat dans ces domaines contribuerait à améliorer l'efficacité de la production du triticales tout en facilitant sa commercialisation sur les marchés (Sokil et UBREŽIOVÁ, 2017).

2.8 Maladies et ravageurs

En raison de son ascendance mixte, le triticales pourrait théoriquement être confronté à une plus grande variété de maladies. Cependant, grâce à la sélection au fil du temps



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales

qui a permis d'éliminer les variétés les plus vulnérables, les cultivars actuels sont connus pour être robustes et peu sensibles aux maladies (**Hormisdas, 2008**).

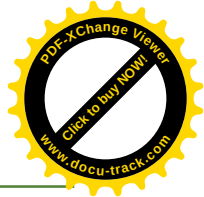
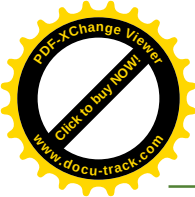
Les maladies nuisibles sont presque identiques à celles du blé tendre, et les plus fréquentes comprennent :

La rouille brune « *Puccinia recondita* », c'est la maladie la plus courante chez le triticales, elle se manifeste principalement sur les feuilles. **La rouille noire « *Puccinia graminis* »** représente moins de difficultés, malgré cela, l'évolution des champignons la rend de plus en plus sévère envers le triticales. **Le champignon « *Claviceps purpurea* »**, également connu sous le nom d'ergot, cause des dégâts considérables au triticales. Provoquant des intoxications chez les animaux et l'être humain (**ITGC, 2020**). Les triticales présentent une faible résistance face aux fusarioses et helminthosporioses (*Pittium sativum*) (**Hormisdas,2008**). elles démontre une forte résistance contre la septoriose « *Septoria tritici* », aux caries et aux charbons, et il présente une meilleure tolérance que le blé à l'oïdium « *Erysiphe graminis* » (**ITGC,2020**).

2.8.1 Contrôle des maladies et des ravageurs:

D'après l'**ITGC (2020)**, Les méthodes de lutte sont largement plus axées sur la prévention que sur le traitement curatif, elles comprennent :

- Le fait de détruire les hôtes intermédiaires, en particulier les renonculacées et les graminées sauvages.
- L'emploi de semences saines et traitées.
- Le respect de la rotation des cultures (prévenir la culture mono-spécifique).
- La suppression des résidus de récolte et des débris végétaux.
- Une préparation adéquate du sol.
- Le recours aux variétés tolérantes.



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticale

2.9 Critères d'appréciation de la qualité de la semence de triticale :

2.9.1 Notion de valeur semoulière :

La valeur semoulière du triticale fait référence à la qualité du grain et à son aptitude à la production de semoule. En tant qu'hybride de blé et de seigle, le triticale a été exploré comme une alternative potentielle au blé dans les produits à base de semoule, grâce à sa teneur plus élevée en protéines et à son profil d'acides aminés plus favorable (Stankowski et al, 2017).

2.9.2 Notion de qualité pâtissière :

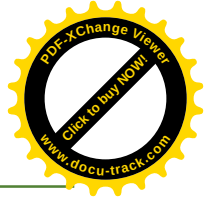
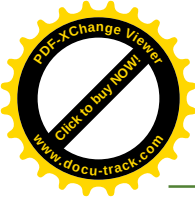
Dans le cas du triticale, le génome D du blé, principalement responsable des caractéristiques de qualité boulangère, a été remplacé par le génome R-rye. Cela s'explique par les difficultés persistantes à élever les paramètres de qualité boulangère au niveau du blé. Ces dernières années, de nombreuses études ont été menées, dans lesquelles l'utilité du grain de triticale pour la consommation humaine a été confirmée (Kaszuba.J et al, 2024).

Les études indiquent que la farine obtenue à partir du grain de triticale peut également être utilisée pour la production de pain de bonne qualité, à la fois par la gestion directe de la pâte. Les propriétés nutritives des pains produits à partir de farine de triticale sont très compétitives par rapport au pain de blé (J. Kaszuba et al, 2024).

2.9.3 Paramètres d'appréciation de la qualité :

2.9.3.1 Taux de protéines :

Le triticale et le blé sont tous les deux d'importantes sources de protéines, mais ils diffèrent par leur composition protéique spécifique. Le blé est riche en protéines de gluten, qui sont essentielles à la qualité de la panification (Khalid et al., 2023). Le triticale, quant à lui, présente un profil d'acides aminés varié, ce qui en fait une céréale fourragère de grande valeur. Des études ont montré que les grains de triticale germés contiennent un pourcentage élevé de protéines brutes, certaines atteignant jusqu'à 15,83% (Kassymbek, 2023).



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales

2.9.3.2 Poids de Milles Grains :

Dans la culture du triticales, le poids de 1000 grains joue un rôle essentiel en fournissant des renseignements sur le potentiel de rendement et la qualité des grains. Pour une mesure précise, il est nécessaire de prendre des échantillons avec soin, de les comptabiliser et de les peser de manière précise, avec des ajustements en fonction de l'humidité. De meilleures pratiques de gestion des cultures et des résultats de sélection améliorés peuvent être obtenus en comprenant et en optimisant le PMG, ce qui améliore finalement la production de triticales (**Doljenko et pingouin, 2020**).

2.9.3.3 Teneur en eau :

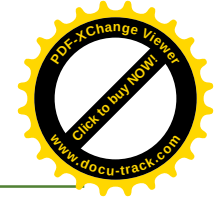
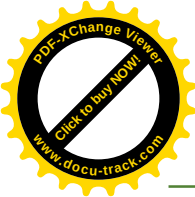
La teneur en eau du grain du triticales constitue un paramètre crucial, capable de varier selon plusieurs facteurs. D'après certaines études au stade de développement laiteux moyen, la teneur moyenne en eau des différentes parties aérienne de la plante s'élève à 57,7 % pour les feuilles, 68,1 % pour les tiges et 55,0 % pour les épis (**Dumbrava et Dincaabovoground, 2015**). Il existe des éléments qui peuvent influencer la teneur en eau du triticales, tels que la variété, les méthodes de culture et les conditions environnementales (**Boguslaw et Malgorzata, 2018**). La quantité d'eau présente dans le grain de triticales joue un rôle crucial dans son stockage, sa transformation et sa qualité finale.

2.9.3.4 Poids Spécifique:

Le poids spécifique du triticales est en moyenne inférieur de 4 à 5 points par rapport à celui du blé ce qui reflète les réfactions appliquées par les organismes stockeurs entre ces deux espèces. Ce paramètre n'est réellement pertinent que dans le cadre de la commercialisation du triticales (**Arvalis, 2013**).

2.9.3.5 Moucheture :

La moucheture désigne l'aspect extérieur du grain, qui peut présenter des taches ou des marbrures sur sa surface, Le triticales présente une moucheture qui est liée à la qualité du grain, cela peut être associée à une concentration plus élevée en protéines,



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales

mais cela dépend de la balance entre les différents éléments de production (Suchowilska et *al.*, 2021).

2.9.3.6 Mitadinage/vitrosité :

La vitrosité ou mitadinage des grains de triticales est un critère clé pour déterminer leur utilisation finale et leur qualité globale. En comprenant et en évaluant correctement ces caractéristiques, les agriculteurs et les transformateurs peuvent optimiser la production et la qualité des grains de triticales, répondant ainsi aux exigences spécifiques de divers marchés (Zanotto et Brammer, 2008)

2.10 Facteurs d'altération des semences stockées :

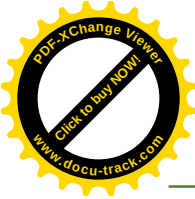
Le stockage de semences est largement conditionné par les pratiques mises en œuvre dès la récolte. Il est impératif de s'entendre sur le précieux moment de la récolte. L'élimination des semences infestées, le séchage des semences pour limiter le développement des moisissures et la respiration, le traitement insecticide, ainsi que le choix de la méthode de stockage la mieux adaptée à l'espèce et à la durée de conservation sont autant de procédures à maîtriser pour garantir le succès du stockage (FAO, 2011).

2.10.1 Conditions de stockage :

Les conditions de stockage des semences influencent grandement leur viabilité et leur longévité. Des facteurs tels que la température, l'humidité et la disponibilité en oxygène peuvent affecter la qualité et la longévité des semences (Hong et Roberts, 1992).

2.10.2 Température :

Les semences doivent être conservées à une température proche de 10-15 °C (Ellis & Hong, 2006). Des températures élevées peuvent accélérer leur détérioration et favoriser la croissance de moisissures et d'insectes (Khedher Agha et *al.*, 2017).



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales

2.10.3 Humidité Relative :

Il est recommandé de stocker le grain dans un environnement dont l'humidité relative reste inférieure à 12 %, afin de préserver la viabilité des semences sur le long terme (Roos, 1993).

2.10.4 Ventilation :

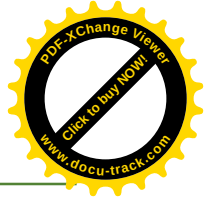
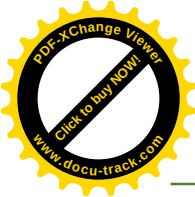
Une ventilation adéquate joue un rôle crucial dans le maintien des conditions optimales de stockage du triticales. Elle permet de réguler la température et l'humidité dans les installations de stockage, réduisant ainsi les risques de condensation, de développement de moisissures, et de détérioration des semences. Le courant d'air contrôlé est vital pour prévenir la chaleur qui s'accumule dans les silos ou entrepôts, surtout dans les régions à climat chaud ou humide. Il est suggéré d'utiliser des systèmes de ventilation naturelle ou mécanique en s'assurant d'avoir un air propre et sec (Navarro et Noyes, 2002).

2.10.5 Emballage :

Pour un stockage optimal des semences, il est suggéré d'utiliser des contenants hermétiques ou à faible perméabilité à la vapeur d'eau, tels que les sacs en plastique multicouches, les fûts métalliques ou les boîtes en verre. Ces types d'emballages, associés à un environnement sec, prolongent considérablement la durée de vie des semences. Les contenants doivent également être propres, désinfectés et stockés à l'abri de la lumière, dans un environnement sec et frais (Ellis et Roberts, 1980).

2.10.6 Protection contre les ravageurs :

Les rongeurs comme les rats et les souris, ainsi que les insectes tels que les charançons (*Sitophilus spp*) ou les coléoptères (*Rhyzopertha dominica*), peuvent gravement détériorer les graines stockées. Il est donc recommandé de maintenir les installations de stockage propres, sans résidus végétaux ni fuites, et de dégager le



Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticale

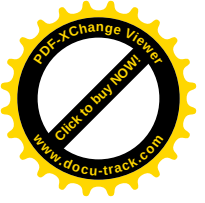
périmètre autour des entrepôts afin de limiter l'habitat des nuisibles (**Odjo et al, 2021 ; Guru et al, 2022**). L'utilisation de contenants hermétiques réduit l'oxygène disponible, provoquant l'asphyxie des insectes, tandis qu'une bonne ventilation renforce cette protection. Une surveillance régulière par inspection ou pièges permet de détecter rapidement les infestations et d'appliquer, si besoin, des traitements ciblés (**Chauhan & Gaffar, 2017**).

2.10.7 Lumière :

L'exposition à la lumière peut altérer la viabilité des semences en favorisant l'élévation de la température et l'activation de réactions photochimiques néfastes. Il est essentiel de stocker les semences de triticale dans des conditions obscures, à l'aide de contenants opaques ou dans des lieux à l'abri de la lumière, afin de préserver leur qualité (**Bewley et al., 2013**).

2.10.8 Rotation des stocks :

La rotation des stocks est une pratique essentielle dans la gestion des semences. Elle consiste à utiliser en priorité les lots les plus anciens afin de prévenir toute perte de viabilité liée au vieillissement. Cette méthode permet également de maintenir une réserve de semences toujours fraîche et performante, garantissant ainsi une meilleure réussite des semis futurs. La règle « premier entré, premier sorti » (First In, First Out – FIFO) est généralement appliquée dans les systèmes de stockage bien gérés (**FAO, 2015**).



PARTIE II

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Partie II : Partie expérimentale

Objectif de l'essai :

L'objectif de cette expérimentation est d'évaluer les performances de 15 génotypes de triticales pour leur 5^{ème} année de culture, dont cinq en cours d'homologation ainsi que deux témoins, dans des conditions subhumides au sein de la station expérimentale de l'ITGC Oued Smar El-Harrach.

1. Lieu expérimentale :

L'essai a été réalisé au niveau de La station expérimentale de l'ITGC Oued Smar durant la campagne 2024-2025. Cette station est située au lieu-dit Beaulieu, dans la plaine sublittoral de la Mitidja à une altitude de 24 mètre au-dessus du niveau de la mer, avec une latitude de 36°43 de Nord et d'une longitude 30°84. La station expérimentale d'Oued Smar a pour limite : la mer Méditerranée au Nord, ville des Eucalyptus au Sud, la commune de Bab- Ezzouar à l'Est, et la ville d'El-Harrach à l'Ouest.



Figure 1. Localisation du site expérimentale (Google Earth 2025)

Partie II : Partie expérimentale

2. Les données climatiques :

Le climat de la station expérimentale d'Oued Smar est classé dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux, la pluviométrie annuelle moyenne est de 600 mm.



Figure 2.La station météorologique de (Oued Smar)

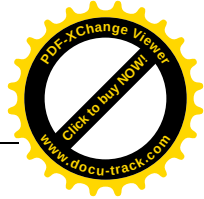
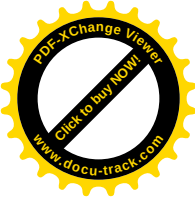
2.1 Température moyenne durant le cycle de culture :

La température moyenne durant le cycle de culture varie entre 12,3°C et 28,3 °C. La température minimale enregistrée était de 6,7 °C durant le mois de décembre tandis que la température maximale a atteint 30°C pendant le mois de juin.

Tableau 9. Variations des températures moyennes, minimales et maximales durant le cycle de culture

T (°C)	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin
T moyenne	12,3	14.5	15.2	17.6	19.3	21.2	28,3
T min	6,7	8.5	9.1	12.4	13.7	16.2	20
T max	18,1	22.5	20.8	22.7	25.1	26.4	36

(infoclimat 2025).



Partie II : Partie expérimentale

2.2 Humidité :

Tableau 10. Variation des valeurs de l'humidité minimale, maximale durant le cycle de culture.

Humidité (%)	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Humidité min	77,2	67,2	79,0	63,8	47,5	50,3	54,6
Humidité max	93,0	92,2	96,3	92,7	90,9	88,3	91,3

(Meteoblue 2025)

2.3 Vent :

Tableau 11. Variation des valeurs de la vitesse du vent minimale, maximale durant le cycle de culture

Vitesse du vent (Km/h)	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin
V. vent min	3,2	3,4	2,5	3,5	4,1	2,9	3,6
V. vent max	16,2	19,4	13,8	11,7	17,4	12,9	14,4

(Meteoblue, 2025)

2.4 Pluviométrie :

Le cumul de précipitations enregistré durant la période de l'essai est de 373,9mm Le mois de mai était le plus pluvieux avec 82,9 mm, tandis que la valeur minimale de pluviométrie a été enregistrée pendant le mois de Juin avec 9 mm.

Partie II : Partie expérimentale

Tableau 12. Variation des précipitations moyennes mensuelles durant la période de l'essai

Mois	precipitation			nombre de jours de pluie	totale
	1er décadaire	2eme décadaire	3eme décadaire		
Décembre	39	00	4,9	4	43,9
Janvier	16,6	60,8	3,5	6	80,9
Février	38	16,6	6,8	6	61,4
Mars	5,4	6,5	16	4	28
Avril	00	50	17,8	4	67,8
Mai	00	79,2	3,7	10	82,9
Juin	00	00	9	4	9

(Station météorologique ITGC 2025).

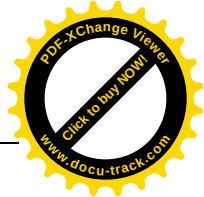
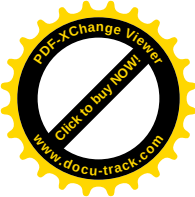
2.5 Caractéristiques du sol :

Pour mieux illustrer les caractéristiques du sol de notre région d'étude, nous avons utilisé les données fournies par la station de l'ITGC concernant la campagne 2024/2025. L'analyses est realiser cette année 2025 au niveau du laboratoire BNEDER.

Tableau 13. Caractéristiques physicochimiques de la parcelle de l'essai.

Site	Profondeur (cm)	Sable (%)	Argile (%)	Limon (%)		CE mmhos/cm.(1/5)	pH	MO (%)	CaCO ₃ Total (%)	K ₂ O (ppm)	P ₂ O ₅ (ppm)	Azote totale N%
				LF	LG							
Oued Smar	0 - 20	11,80	35.90	26,25	17,30	0.15	7.62	1.66	3.00	416.93	240.45	1,61
	20 - 40	12,85	37.73	23,08	18,33	0.17	7.52	1.53	3.25	375.51	242.74	1,67
	40 - 60	12,11	36.90	23,58	19,24	0.13	7.30	1.65	3.13	381.80	240.45	1,64

(BNEDER 2025).



Partie II : Partie expérimentale

Le tableau 13 représente les analyses du sol réalisées sur 3 profondeurs différentes et les résultats montrent que le sol est d'après le triangle de texture est argilo-limoneux, son pH est équilibré et légèrement alcalin (7,30 à 7,62).

3. Protocole expérimentale :

3.1 Matériel végétale :

L'étude a été menée sur 15 génotypes de triticales ($\times$ *Triticosecale wittmack*), dans le cadre d'un essai de comportement conduit pour la cinquième année consécutive. Dont deux variétés témoins et cinq en cours d'homologation.

3.2 Dispositif expérimentale :

L'essai a été conduit selon un dispositif en blocs complets randomisés (BCR) avec 4 répétitions.

V12	V10	V6	V13	V8	V14	V2	V11	V4	V15	V5	V9	V1	V7	V3
V7	V14	V11	V9	V15	V3	V5	V1	V12	V13	V8	V4	V10	V2	V6
V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15

Figure 3. Dispositif expérimental

Nombre de répétitions : 4

➤ Nombre des unités expérimentales : 60

➤ Nombre de variétés : 15

Partie II : Partie expérimentale



Figure 4. Photo réelle du dispositif expérimentale

3.3 Itinéraire technique :

3.3.1 Le précédent cultural :

L'essai est réalisé après une culture céréalière (blé).

3.3.2 Préparation du sol :

Les opérations culturales ont été effectuées dans l'ordre chronologique suivant :

Tableau 14. les opérations culturale (ITGC 2025)

Opération	date	Matériel utilisé
Labour	04/11/2024	charrue à soc
1 ^{er} recroisage	21/11/2024	covercrop
Engrais de fond Weatfert	24/11/2024	epandeur d'engrais
2 ^{ème} recroisage	24/11/2024	cover crop
Hersage	26/11/2024	hers
Semis	03/12/2024	semoir
Roulage	après chaque semis	rouleau croskill

Partie II : Partie expérimentale



Figure 5. Le passage du covercrop 21/11/2024

3.3.3 Fertilisation

Deux apports d'engrais azoté (urée à 46 %) ont été réalisés à l'aide d'un épandeur d'engrais :

28/01/2025 : 1er apport : 1q/ha

25/02/2025 : 2eme apport : 1q/ha

3.3.4 Marquage des parcelles :

Le marquage des parcelles est une opération réalisée afin de permettre l'identification claire et précise des unités expérimentales sur le terrain. Cette opération a été effectuée manuellement à l'aide de piquets et de ficelles, tout en respectant les dimensions prévues pour chaque unité expérimentale. Le traçage des lignes a été réalisé à l'aide de la chaux, permettant une délimitation visible.

Partie II : Partie expérimentale



Figure 6. Le trassage des parcelles à l'aide de la chaux

3.3.5 Semis :

Le semis a été réalisé à l'aide d'un semoir en ligne, sur des parcelles préalablement labourées et nivelées. La date de semis est fixée au **3 décembre 2025**, avec une densité approximative de 300 grains/m². La profondeur de semis est de 3 cm.



Figure 7. Semi des graines de triticales à l'aide d'un semoir de précision

Partie II : Partie expérimentale

Après le semis, un passage de rouleau (rouleau croskill) réalisé le 03/12/2024 est obligatoire pour couvrir les graines.



Figure 8. Passage du Rouleau croskill

3.3.6 Traitement :

3.3.6.1 Traitement herbicide :

Afin de limiter la concurrence des adventices et de garantir un bon développement des cultures, un traitement herbicide a été appliqué en deux étapes :

- **27/01/2025** : un premier désherbage chimique a été réalisé au stade fin de tallage, en utilisant l'herbicide sélectif Cossack à raison de 1 L/ha, appliqué à l'aide d'un pulvérisateur.
- **12/02/2025** : un désherbage de rattrapage a été effectué avec le produit Sekator, à la dose de 0,8 L/ha, également appliqué par pulvérisation.

3.3.7 La récolte :

La récolte a été réalisée manuellement entre le 20 et le 28 mai 2025, à l'aide de ciseaux, sur une surface de 1 m² prélevée au centre de chaque micro-parcelle, afin

Partie II : Partie expérimentale

d'éviter les effets de bord. Les épis récoltés ont ensuite été battus à l'aide d'une batteuse à épis pour extraire les grains.



Figure 9. Récolte manuelle du triticales

4. Paramètres étudiés :

4.1 Paramètre de germination :

4.1.1 Le poids de mille grains (PMG) :

Une quantité de grains de chaque variété est prélevée pour sélectionner des grains entiers qui seront comptés à l'aide d'un compteur automatique de la marque de NUMIGRAL, puis la masse des 1000 grains est pesée à l'aide d'une balance électronique. Le comptage est effectué le 11 novembre 2024.

Partie II : Partie expérimentale

4.1.2 La faculté germinative :

Le pouvoir germinatif des semences, ou faculté germinative, correspond au pourcentage de grains qui germent pendant une période de 7 à 10 jours. Pour chaque variété, nous avons placé 100 grains sur du coton humide dans des conditions de laboratoire pendant 7 jours, puis nous avons compté le nombre de grains ayant germé. Cette opération est effectuée le 18 novembre 2024.



Figure 10.les grains germée après 7 jours

4.2. Paramètres biométrique :

4.2.1 Taux de levée :

Le taux de levée a été évalué afin de déterminer le pourcentage de germination effective des semences. Le semis a été réalisé le 03 décembre 2024, et la levée a été observée le **15 décembre 2024**. Le comptage du peuplement au stade 3 feuille a été effectué sur une surface de 1 m², au centre de chaque micro-parcelle, afin d'assurer une estimation représentative.

Partie II : Partie expérimentale



Figure 11. Comptage du peuplement le 29 et 30 /12/2024

4.3 Le nombre de talles par plant :

Le nombre de talles a été comptabilisé sur 10 plants représentatifs sélectionnés de manière aléatoire dans chaque micro-parcelle. Cette mesure permet d'évaluer la capacité de tallage des génotypes de triticale, un paramètre clé lié au potentiel de rendement. Le comptage a été réalisé à la fin du stade de tallage, lorsque les talles sont bien développées.



Figure 12. Le matériel végétal utilise pour la quantification du tallage

Partie II : Partie expérimentale

1. Hauteur des plants :

La hauteur des plants a été mesurée à l'aide d'une règle graduée sur 5 plants par micro-parcelle, depuis la base du collet jusqu'à l'insertion de la dernière feuille (sans inclure l'épi). Cette mesure a été effectuée au stade floraison, lorsque la croissance en hauteur est achevée, afin de comparer la vigueur végétative entre les génotypes étudiés.



Figure 13. Mesure de la hauteur de la tige à l'aide d'une règle graduée.

4.4 Diamètre des tiges :

Le diamètre des tiges principales a été mesuré à la base de l'entre-nœud inférieur, à l'aide d'un pied à coulisse, sur 5 plants par micro-parcelle. Cette mesure a été réalisée au stade pâteux, afin d'évaluer la robustesse des tiges et leur résistance potentielle à la verse.

Partie II : Partie expérimentale

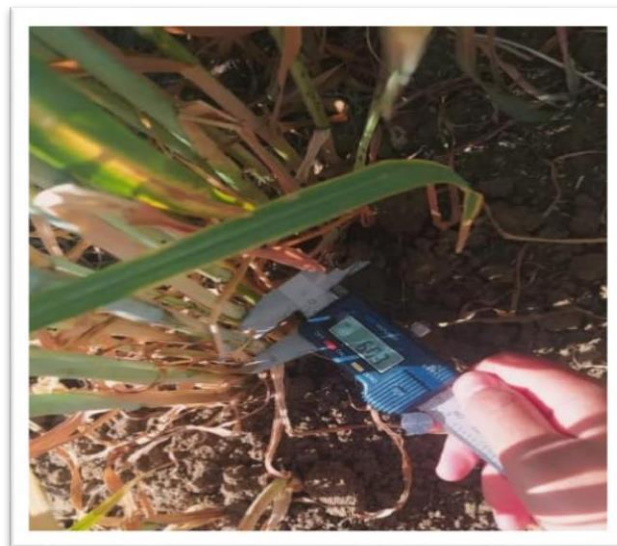


Figure 14. Mesure du diamètre de la tige à l'aide d'un pied à coulisse

4.5 Nombre de feuille par plant :

Le principe consiste à faire un comptage des feuilles de chaque plante, sur 5 plant au stade floraison.

4.6 Nombre de nœuds par plant :

Le principe consiste à faire un comptage des nœuds de chaque plante, sur 5 plant au stade floraison.

4.7 Paramètres physiologiques :

4.7.1 Teneur en chlorophylle foliaire :

La teneur en chlorophylle a été mesurée sur le limbe de la feuille étendard de 3 plants par micro-parcelle, à l'aide d'un chlorophyllomètre (SPAD-502). Les mesures ont été réalisées au stade pâteux afin d'estimer la capacité photosynthétique des génotypes.

Partie II : Partie expérimentale



Figure 15. Mesure de la chlorophylle foliaire à l'aide du SPAD

4.8 Statut hydrique :

4.8.1 Teneur en eau :

L'hydratation des plantes a été estimée par la teneur en eau des parties aériennes tige et feuilles de 3 plant de chaque génotype en %

$$(\text{Teneur en eau (\%)} = (\text{PF} - \text{PS} / \text{PS}) \times 100)$$

PF= poids frais, PS= poids sec déterminé après séjour de 72 heures à l'étuve à 85°C jusqu' à stabilité du poids sec.

4.8.2 Biomasse fraîche produite :

cette démarche consiste à mesurer le poids frais des différentes parties de la plante (tige et feuilles) en gramme à l'aide d'une balance, et ce pour chacun des 3 plants.

4.8.3 Biomasse sèche produite :

la biomasse sèche a été déterminée après le dessèchement des poids frais des tiges et feuilles pour chacun des plants, et ce dans une étuve à 85°C jusqu'à stabilité du poids.

Partie II : Partie expérimentale

4.9 Le taux de la matière organique et des cendres :

Après séchage des deux parties de la plante (tige et feuilles) dans une étuve, elles sont broyées et conservées dans des sacs en papier. Nous avons d'abord taré la balance en notant le poids vide du creuset. Ensuite, nous avons pesé 0,5000 g de poudre de chaque partie de la plante avec une balance de précision.

Après avoir pesé les poudres, elles sont placées dans un four à moufle à 200 °C pendant 1h30 min. La température est ensuite augmentée à 600 °C pendant 2 h 30 min.

Après refroidissement, les cendres sont pesées avec une balance de précision. Le poids des cendres est utilisé pour déterminer la teneur en matière minérale de chaque partie de la plante.



Figure 16. Les cendres

Partie II : Partie expérimentale

4.10 Paramètre de rendement :

4.10.1 Le nombre des épis par m^2 :

Le dénombrement est réalisé en utilisant le cadre métallique 1 m^2 , déjà utilisé pour déterminer la densité du peuplement, placé en diagonale dans une zone choisie au hasard. Cette mesure est effectuée le 24 avril 2025.

4.10.2 Le nombre de graines par épis :

Dix épis de chaque variété sont prélevés pour chacune des 4 répétitions, en utilisant des ciseaux. Ensuite, les grains de chaque épi sont extraits à l'aide d'une batteuse à épis, puis comptés avec un compteur automatique. Ce paramètre est effectué le 21 mai 2025.



Figure 17. Batteuse a épis

4.10.3 Rendement en paille par m^2 :

L'échantillonnage a concerné 1 m^2 , les plants sont fauchés et puis pesées avec leurs épis ensuite on a déduit le poids des grains.

4.10.4 Rendement en grains par m^2 :

Les épis recueillis sur 1 m^2 sont battus ensuite pesé pour déterminer le rendement.

4.11 Paramètres de qualités :

L'évaluation de la qualité technologique des grains de triticales a été réalisée au sein du laboratoire de l'EURL SOSEMI, en utilisant des appareils spécifiques pour chaque

Partie II : Partie expérimentale

paramètre. Les analyses ont porté principalement sur la teneur en protéines, l'humidité, ainsi que d'autres critères liés à l'intégrité et à l'aspect des grains. Ces paramètres sont essentiels pour déterminer la valeur nutritionnelle et technologique des récoltes, notamment en vue de leur valorisation agro-industrielle.

4.11.1 Teneur en protéines (%) :

La teneur en protéines des grains a été mesurée à l'aide d'un analyseur infrarouge. Cet appareil permet une analyse rapide et non destructive des constituants chimiques des grains.

4.11.2 Teneur en humidité (%) :

La détermination de la teneur en humidité des grains de triticale a été réalisée par la méthode gravimétrique. Chaque échantillon a été broyé puis un prélèvement de 5 g a été pesé à l'aide d'une balance de précision. Les échantillons ont été ensuite placés dans une étuve à 135°C pendant 2 heures.



Figure 18. Le broyage des échantillons

Partie II : Partie expérimentale

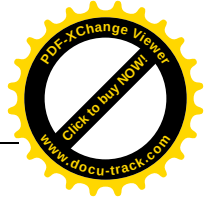
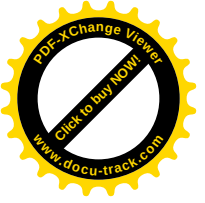
Après séchage, les échantillons ont été pesés à nouveau pour calculer la perte de masse, correspondant à l'humidité initiale du grain. Cette méthode permet une estimation fiable du taux d'humidité, qui est un critère essentiel pour le stockage, la transformation et la conservation des grains.

4.11.3 Poids spécifique (g/hL) :

Le poids spécifique a été déterminé à l'aide d'un testeur de poids spécifique (hectolitre). Cette dispositif permet de mesurer la masse volumique apparente des grains, un indicateur important de la qualité technologique. Pour chaque échantillon, les grains sont versés dans l'entonnoir supérieur de l'appareil, puis libérés dans un cylindre métallique de volume connu. L'échantillon est ensuite récupéré en enlevant le surplus de grain avec une règlette, puis pesé avec une balance de précision. Le poids spécifique est donné en g/hL.



Figure 19. Le testeur du poids spécifique



Partie II : Partie expérimentale

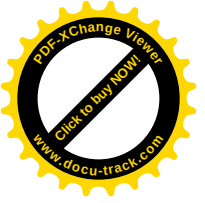
4.11.4 Agréage des grains :

Pour chaque génotype, un échantillon de 100g a été utilisé. Le tri a été effectué à l'aide d'un ensemble de tamis métalliques de différentes mailles, permettant la séparation selon la taille, la forme et l'intégrité des grains.

Après tamisage, les grains ont été triés et observés visuellement afin de quantifier les différents défauts présents. Les paramètres analyses incluent :

- Grains cassés (%)
- Grains mitadinés (%)
- Grains échaudés (%)
- Grains moisissés (%)
- Grains mouchetés (%)
- Petits grains (%)
- Grains sains (%)
- Ainsi que les impuretés diverses (%)

Les grains triés ont ensuite été pesés avec une balance de précision pour déterminer la proportion de chaque catégorie.



PARTIE III :

RESULTATS ET DISCUSSION

Partie III: Résultats et discussion

1. Paramètres étudiés :

1.1. Paramètre de germination :

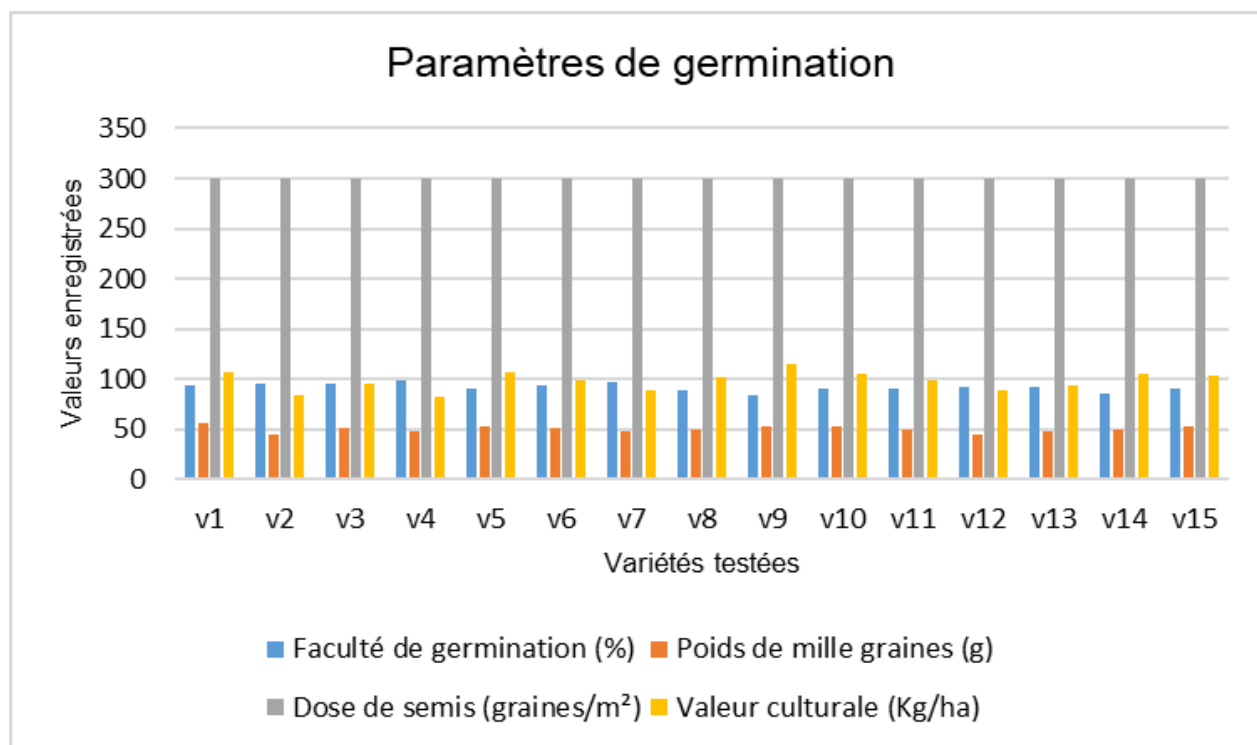


Figure 20. Test de germination des grains

Selon la (Figure 20), on observe une grande variabilité entre les 15 génotypes pour chacun des paramètres étudiés (poids de mille graines, faculté de germination et valeur culturale). Cela suggère une diversité génétique importante au sein de cette population.

Les valeurs sont relativement dispersées, suggérant des différences significatives en termes de taille des graines entre les différents génotypes. Les graines des variétés (V1, V5, V9, V10 et V15) se distinguent par leur taille supérieure. Globalement, la plupart des génotypes ont une bonne faculté de germination, mais il y a quelques exceptions pour les variétés (V9, V8, V14, V11).

Le PMG est l'un des caractères agronomiques composantes du rendement en grains. Il traduit la bonne qualité des grains et l'alimentation hydrique et minérale de la culture. Il dépend, essentiellement, de l'espèce, de la date et de la densité de semis, des conditions de conduite de la culture et du stockage de la récolte. En fait, il reflète

Partie III: Résultats et discussion

l'impact de stress abiotique et biotique sur la culture et le produit récolté (**Ben Mbarek, 2017**).

Selon les recherches de **Francisco (2011)**, la faculté de germination des graines de triticales est un indicateur clé de la qualité des semences. Pour optimiser les performances culturales, il est important de s'assurer que les semences utilisées ont un taux de germination adéquat, généralement supérieur à 85 %.

1.2. Paramètre de croissance :

1.2.1. La hauteur finale :

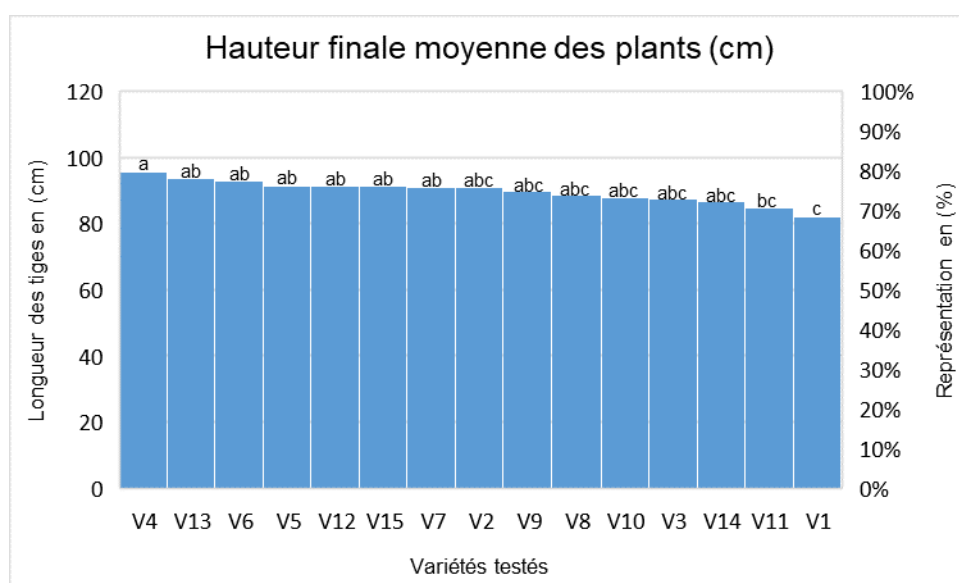


Figure 21. Hauteur finale moyenne des plantes (cm)

L'analyse de l'histogramme (Figure 21, Annexe 01) révèle des différences hautement significatives ($P=0.000467$) entre les hauteurs finales des différents géotypes. Une analyse de groupe selon le test de Newman et keuls ($\alpha=5\%$) a permis d'identifier cinq classes distinctes : (a), (ab), (abc), (bc) et (c).

Le géotype V4 du groupe (a) présente la hauteur finale moyenne la plus élevée, avec une valeur de $(95.45 \pm 1.45 \text{ (cm)})$. Ce géotype se distingue par son excellent potentiel de croissance en conditions de stress et constitue des candidats prometteurs pour des essais complémentaires en conditions plus contraignantes.

Partie III: Résultats et discussion

Les groupes (ab), (abc) et (bc) regroupent des génotypes présentant une homogénéité intermédiaire en termes de hauteur finale. Enfin, le groupe (c), caractérisé par les hauteurs finales les plus faibles, inclut le génotype V1 avec une moyenne de $81,95 \pm 2,05$ (cm).

Les variations de hauteur observées entre les génotypes peuvent être attribuées à une combinaison de facteurs, notamment les conditions environnementales, et des différences génétiques.

Selon (Monneveux et al., 2002), une paille relativement haute confère à la plante une meilleure tolérance à la sécheresse grâce aux constituants glucidiques qu'elle conserve et qui contribuent à l'élaboration de la matière sèche des grains en cas de déficit hydrique.

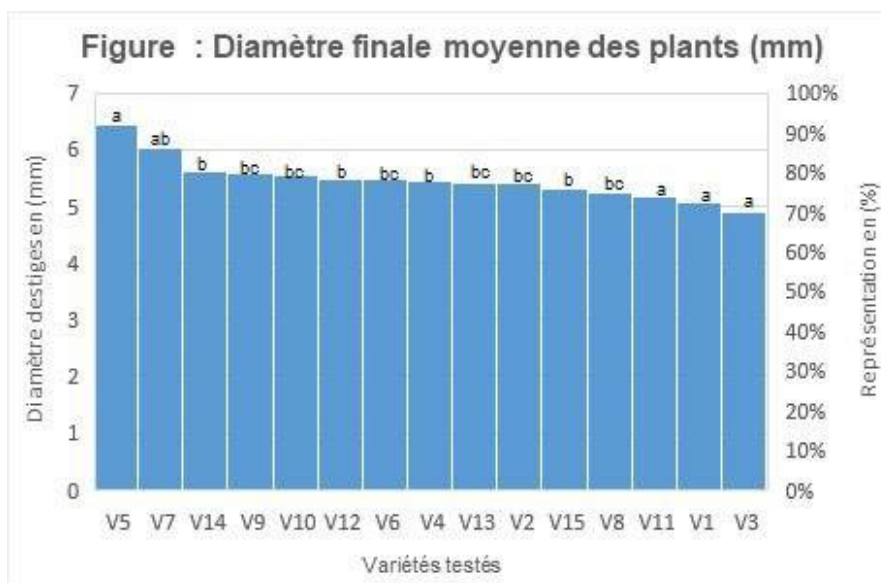


Figure 22. Diamètre moyen finale des tiges

1.2.2. Le diamètre :

Selon l'analyse de la variance (Figure 22, Annexe 02) qui révèle des différences hautement significatives ($P=0.00016$) entre le diamètre moyen finale des différents génotypes. Une analyse de groupe selon le test de Newman et keuls a permis d'identifier quatre classes distinctes : (a), (ab), (bc) et (c).

Partie III: Résultats et discussion

Le génotype v5 se distingue par un diamètre supérieur (6 ± 0.23 (mm)), qui représente le groupe (a).

Les groupe (ab), (bc) regroupe des génotypes présentant une homogénéité intermédiaire en termes de diamètre finale. Enfin, le groupe (c), caractérisé par les diamètres finals les plus faibles, inclut les génotype V11, V1 et V3.

D'après (**Ahmed et al .2014**) le diamètre de la tige affecte également l'accumulation et la remobilisation de la réserve de la tige, ce qui suggère qu'un plus grand diamètre de la tige et une plus grande densité de la tige seraient avantageux pour le remplissage du grain.

1.3. Paramètres de développement :

1.3.1. Nombre de feuilles :

L'analyse de la variance du nombre de feuilles par plant (Figure 23, Annexe 03) ne révèle aucune différences statistiquement significatives ($P=0,325$) entre les 15 génotypes étudiés. Le test de Newman-Keuls confirme l'homogénéité de l'ensemble des génotypes, qui sont tous regroupés dans une même classe (a).

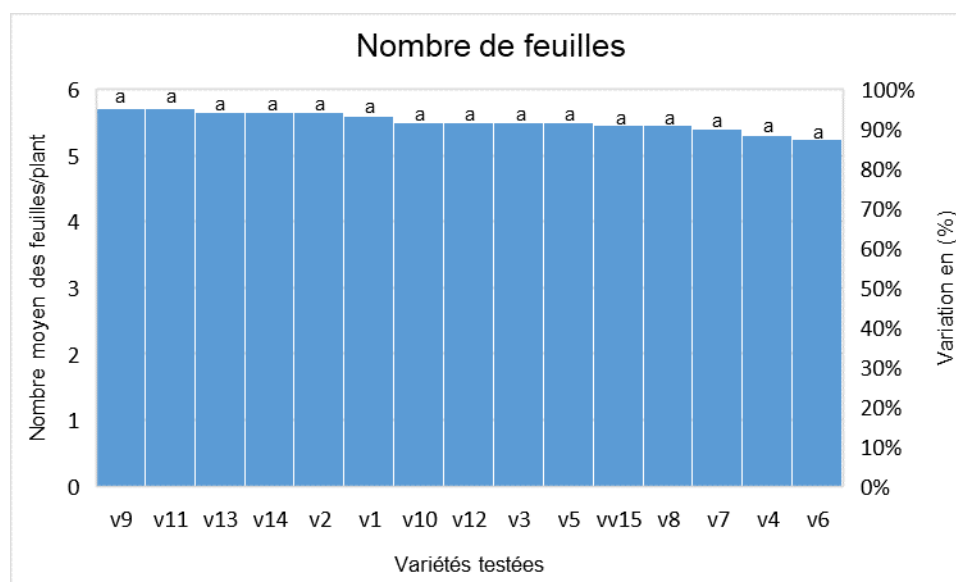


Figure 23. Nombre moyen de feuilles.

Partie III: Résultats et discussion

Le nombre de feuilles chez le triticales est le résultat d'interactions complexes entre divers facteurs environnementaux et génétiques. Un environnement favorable, associé à des pratiques culturales adaptées, favorise le développement foliaire et, par conséquent, la croissance et le rendement de la plante, comme l'ont souligné **Kadar et Varga (2017)**.

1.3.2. Nombre de nœuds :

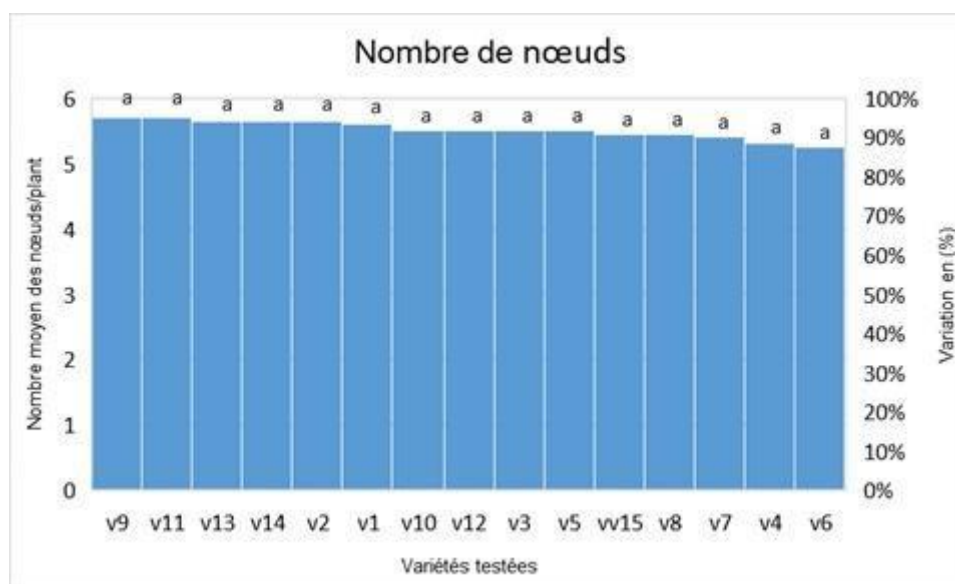


Figure 24. Nombre moyen des nœuds/plants

L'analyse de la variance du nombre moyen de nœuds par plant (Figure 24, Annexe 04) évalué au milieu de la végétation, ne révèle pas de différences statistiquement significatives ($P=0.325$) entre les différents génotypes. Le test de Newman-Keuls confirme l'homogénéité de l'ensemble des génotypes, qui sont tous regroupés dans le même groupe (a).

Le développement d'un nombre élevé de nœuds est généralement associé à une meilleure robustesse de la tige et à une meilleure résistance aux contraintes environnementales, telles que le vent, favorisant ainsi un rendement final plus élevé. Plus le nombre de nœuds est important, plus le nombre de feuilles tend à augmenter.

Partie III: Résultats et discussion

Ces résultats sont en accord avec les travaux de **Bednarek (2013)**, qui soulignent le rôle crucial des nœuds dans la croissance et la production de la plante.

1.3.3. Nombre de talles par plant :

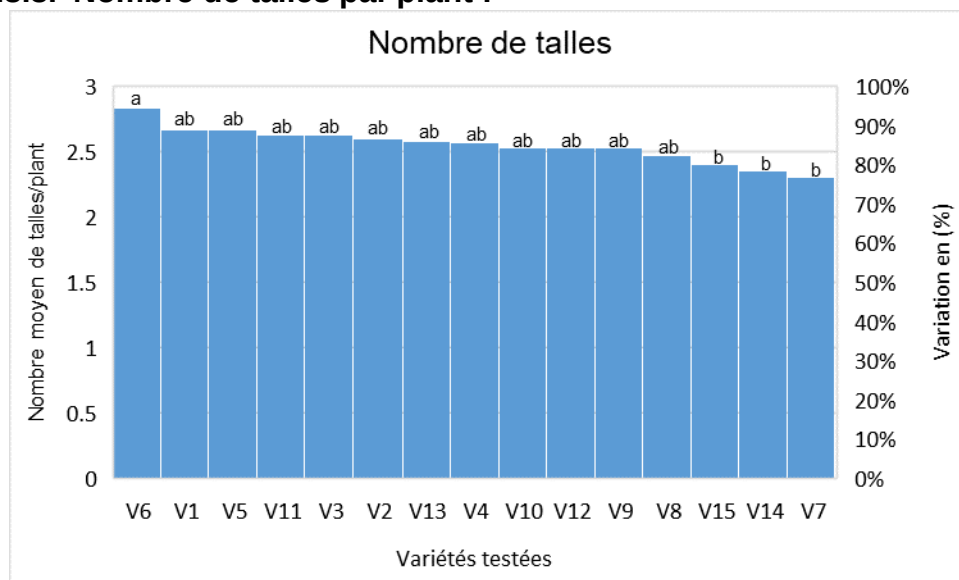


Figure 25. Nombre moyen des talles par plant

La (Figure 25, Annexe 05) illustre la distribution du nombre de talles par plant au sein des différentes variétés de triticale étudiées. Une analyse de la variance a mis en évidence des différences significatives ($P = 0.0052$) entre les génotypes. Le test de Newman-Keuls a permis de regrouper les variétés en trois groupes homogènes.

La variété V6 s'est distinguée par un nombre moyen de talles particulièrement élevé ($2,83 \pm 0,05$), la classant ainsi dans le groupe (a). Le groupe (ab) inclut les variétés, qui présente un nombre intermédiaire de talles. Tandis que le groupe (b) regroupe les génotypes qui présente un nombre de talles le plus faible.

Partie III: Résultats et discussion

Le tallage est une caractéristique agronomique cruciale pour contrôler la population ainsi que la structure individuelle et le rendement du triticale et d'autres cultures céréalières, Les talles ont des fonctions essentielles dans le stockage de la matière organique et doivent être présentes en quantité et qualité appropriées pour garantir le nombre d'épis effectifs dans les champs de triticale. Les talles favorisent également le développement des racines secondaires, améliorent l'efficacité de l'utilisation de l'eau et des nutriments sur les terres agricoles et affectent finalement le rendement (Pan Liu *et al* ,2023).

1.4. Statu hydrique :

1.4.1. Poids frais :

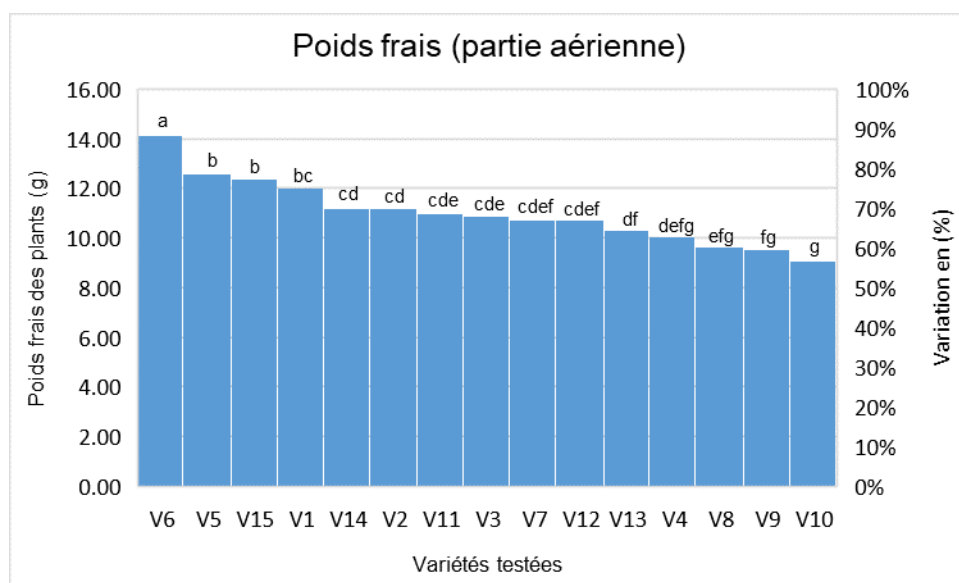
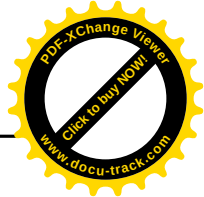
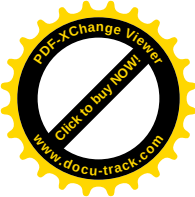


Figure 26. Poids frais de la partie aérienne.



Partie III: Résultats et discussion

La (Figure 26, Annexe 11) présente les résultats relatifs au poids frais de la partie aérienne des différentes variétés de triticales étudiées. Une différence hautement significative ($p=0,001$) entre les génotypes. Le test de Newman-Keuls a permis de regrouper les variétés en onze groupes homogènes.

La variété V6 se distingue par le poids frais le plus élevé (environ 14 g) qui représente le groupe (a), témoignant d'une production de biomasse fraîche supérieure par rapport aux autres variétés testées. À l'inverse, le variété V10 affiche le poids frais le plus faible (9g) qui représente le groupe (g), ce qui pourrait limiter son intérêt pour une production fourragère. Entre ces deux extrêmes, on observe une décroissance progressive du poids frais pour les groupes restent.

D'après **Jelena et al. (2018)**. Il convient de rappeler que le poids frais inclut la teneur en eau de la partie aérienne de la plante, notamment des feuilles et des tiges. Ce paramètre peut être influencé par divers facteurs tels que le stade de développement, les conditions de culture et les pratiques agronomiques.

Partie III: Résultats et discussion

1.4.2. Poids sec :

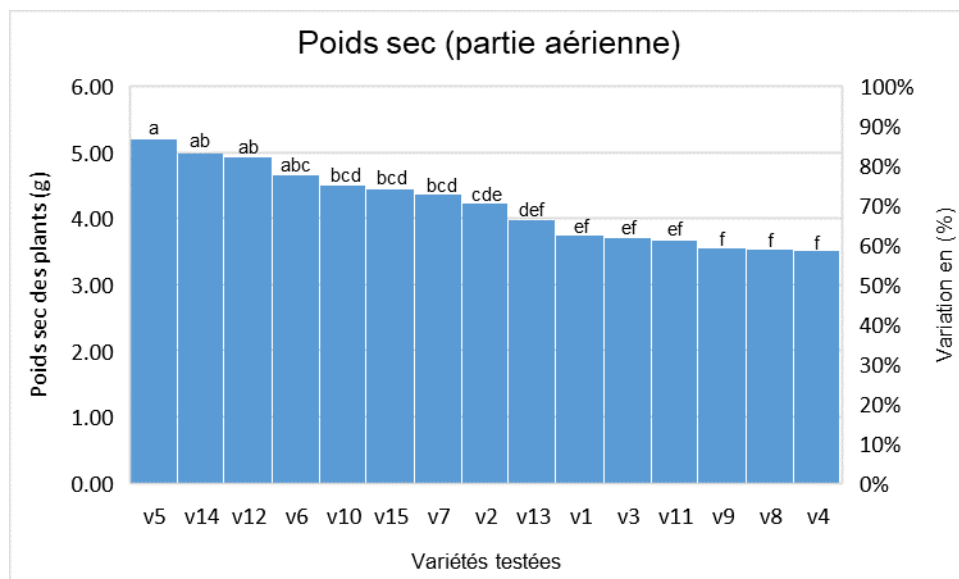


Figure 27. Poids sec de la partie aérienne.

L'histogramme présenté (Figure 27, Annexe 12) illustre la distribution du poids sec de la partie aérienne pour les différentes variétés de triticale étudiées. Les résultats obtenus révèlent des différences hautement significatives ($P=0,00065$) entre les génotypes. Le test de Newman-Keuls a permis de regrouper les variétés en huit groupes homogènes.

La variété v5 se distingue par le poids sec le plus élevé (environ 5.2 g) qui représente le groupe (a), témoignant d'une production de matière sèche supérieure par rapport aux autres variétés. À l'inverse, les variétés V9, V8 et V4 présentent les poids secs les plus faibles (environ 3.5 g) qui représentent le groupe homogène (f).

Le classement des variétés en termes de poids sec ne reflète pas exactement celui observé pour le poids frais, indiquant que les deux paramètres ne sont pas toujours parfaitement corrélés. Selon **Violel Ion (2015)**, chaque variété de triticale exprime un rythme d'accumulation de biomasse qui lui est propre, influencé par son potentiel génétique notamment en termes de contenu en eau, de maturité physiologique au moment de la récolte, et les conditions de culture.

Partie III: Résultats et discussion

1.4.3. Teneur en eau :

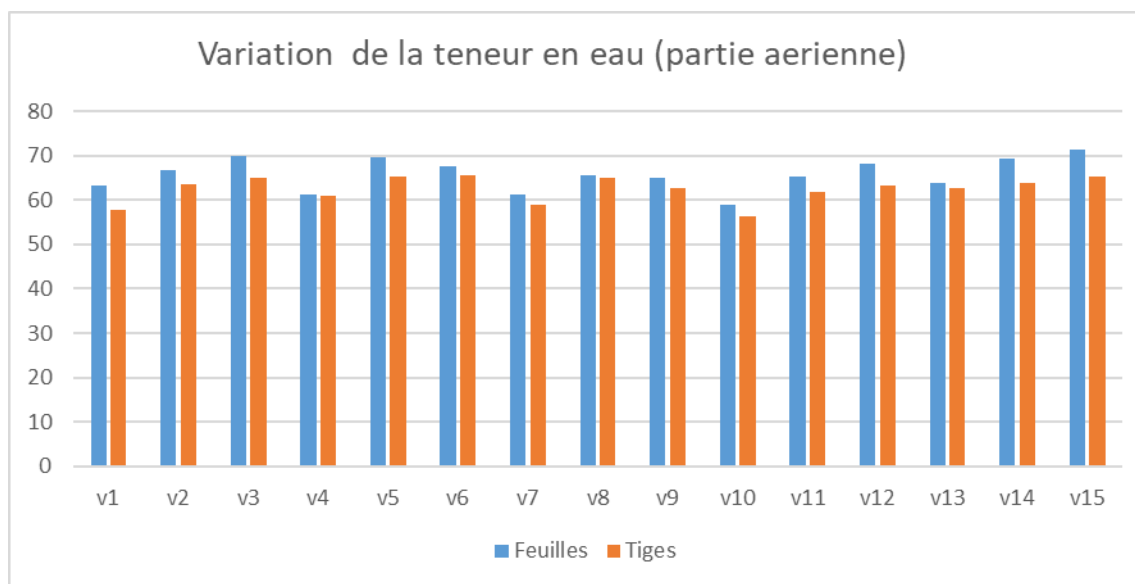


Figure 28. Teneur en eau en (%) de la partie aérienne.

La (Figure 28, Annexe 13) montre une variation notable de la teneur en eau entre les tiges et les feuilles des différentes variétés testées. Dans l'ensemble, les feuilles présentent systématiquement une teneur en eau plus élevée que les tiges, ce qui reflète leur plus grande activité métabolique et leur rôle physiologique plus actif (activité photosynthétique et transpiratoire).

Les variétés V3, V5, V14 et V15 montrent les écarts les plus marqués entre tiges et feuilles, suggérant une plus forte concentration d'eau dans les parties foliaires. À l'inverse, des variétés comme V4, V8 et V13 présentent une différence plus faible, ce qui pourrait refléter une répartition hydrique plus homogène entre les organes.

Selon (**Bin Li et al.2020**), la teneur en eau des feuilles des plantes est généralement considérée comme une implication de leurs différentes conditions exogènes et physiologiques, qui peuvent affecter la productivité des cultures. L'évaluation de la teneur en eau est donc considérée comme un indicateur important de la santé des cultures pour les agriculteurs.

Partie III: Résultats et discussion

1.5. Paramètres physiologiques :

1.5.1. Dosage de la chlorophylle :

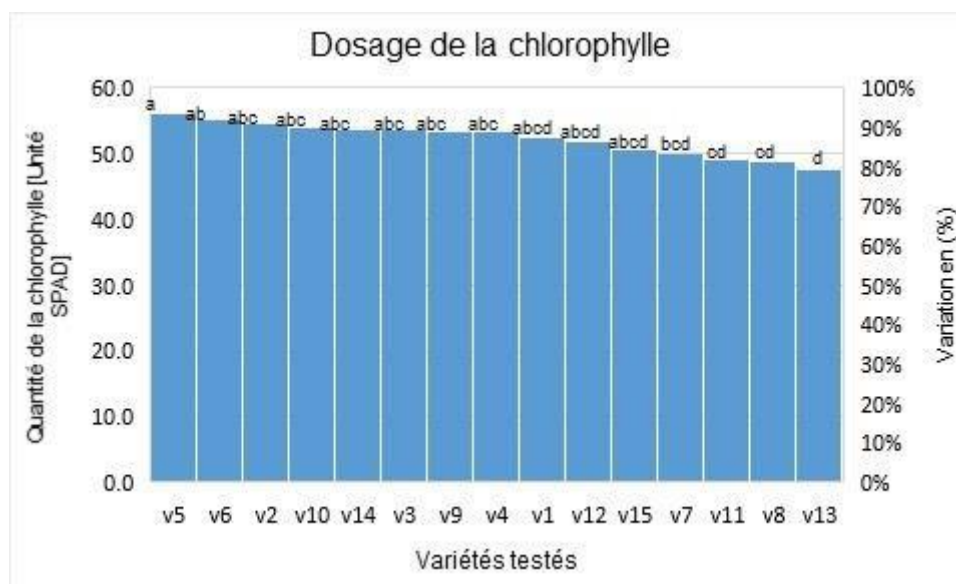


Figure 29. Quantité de la chlorophylle produite par plant pour le stade pâteux.

La (Figure 29, Annexe 06) présente les résultats relatifs au dosage de la chlorophylle au niveau des feuilles des différentes variétés de triticales étudiées. Une analyse de la variance a mis en évidence des différences significatives ($P=0,0043$) entre les génotypes. Le test de Newman-Keuls ($\alpha = 5\%$) a permis de regrouper les variétés en sept groupes homogènes.

Le génotype V5 a présente la plus forte valeur moyenne (56,10) appartenant au groupe supérieur (a), tandis que la V13 elle a occupé le groupe le plus inférieure (d) révélant une moyenne la plus faible (47,74). Entre ces extrêmes, plusieurs génotypes ont été classer dans des groupes intermédiaires (ab, abc, abcd, cd), traduisant un comportement moyen.

Les résultats des recherches de (Asishana, 2020), dit que La chlorophylle dans la plante de triticales, comme dans toutes les plantes, est un pigment essentiel qui joue un rôle central dans le processus de photosynthèse. Elle est responsable de l'absorption de la lumière, principalement des longueurs d'onde dans le spectre bleu et rouge, et permet à la plante de convertir cette énergie lumineuse en énergie chimique sous forme de glucides.

1.6. Taux de la matière organique et des cendres :

1.6.1. Matière organique :

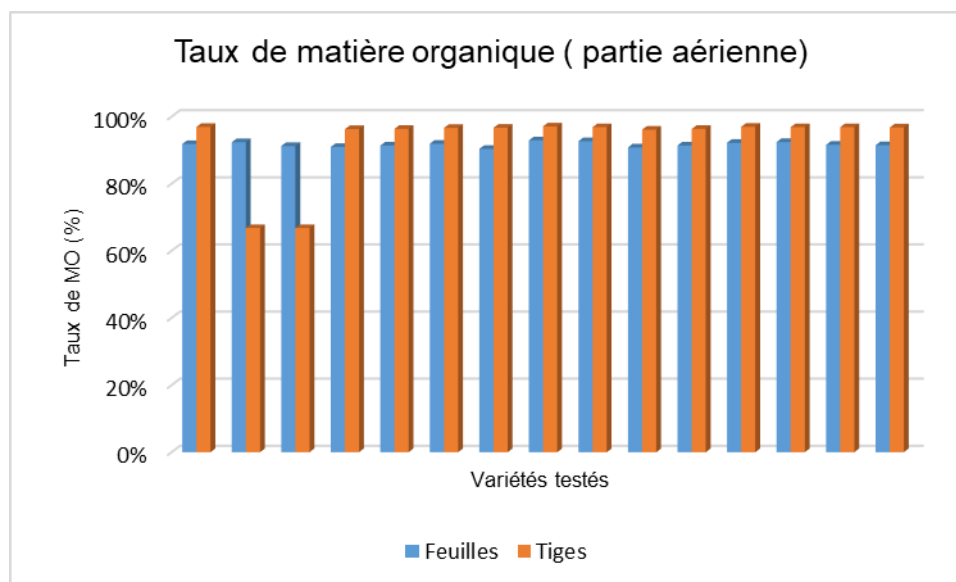


Figure 30. Teneur moyenne de la MO.

La (Figure 30, Annexe14) présente la variation de la teneur en matière organique (%) entre les feuilles et les tiges des 15 variétés de triticale. Dans la majorité, la teneur en MO% est légèrement plus élevée dans les tiges que dans les feuilles, traduisant une structure plus fibreuse et lignifiée dans cette partie de la plante.

Cependant les variétés V3 et V4 se démarquent nettement en présentant des teneurs en MO% plus élevées dans les tiges que dans les feuilles, ce qui constitue une exception. Chez ces deux génotypes, la différence entre les feuilles et les tiges est plus marquée, contrairement aux autres variétés où l'écart reste plus ou moins faible.

(H. Güngör et al.,2022) soulignent que le taux de MO% dépend à la fois des conditions de culture et du fond génétique. Les génotypes de triticale issus d'origines variées expriment des niveaux de MO% différents, ce qui explique la divergence observée dans notre essais malgré des niveaux de MO parfois proches.

Partie III: Résultats et discussion

1.6.2. Taux de Cendres :

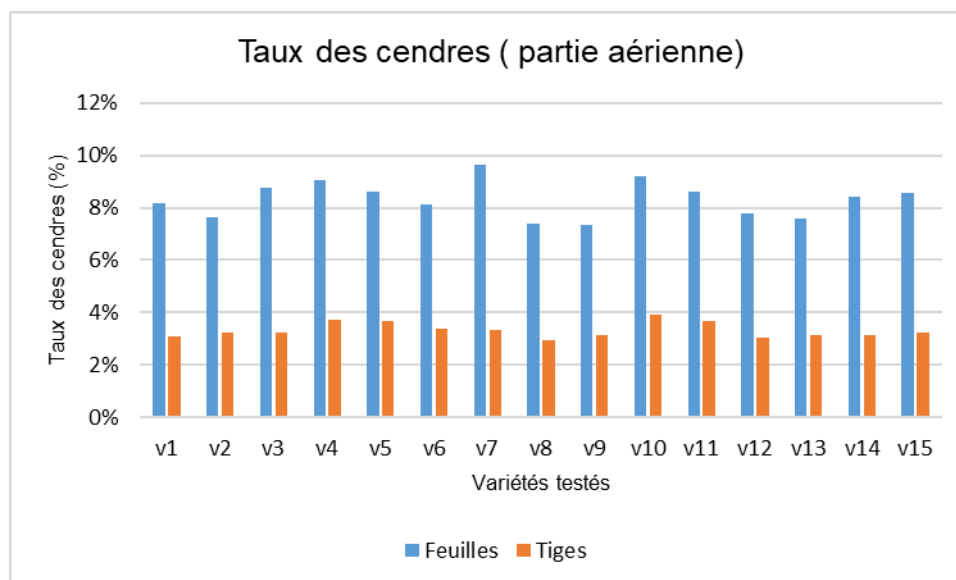


Figure 31. Teneur moyenne des cendres (%).

La (Figure 31, Annexe 15) illustre la variation de la teneur en cendres (%) entre les feuilles et les tiges des 15 génotypes étudiées. Dans l'ensemble des variétés, les feuilles présentent une teneur en cendre plus élevée que les tiges, traduisant une concentration minérale plus importante dans cette partie physiologiquement active de la plante.

L'écart observé entre feuille et tiges est particulièrement prononcé chez certaines variétés, en particulier V7 et V10, qui enregistrent les plus fortes teneurs en cendres dans les feuilles. Cela suggère que cette variété pourrait avoir une meilleure capacité à capter ou à stocker les minéraux à ce niveau, comparée aux autres génotypes.

La teneur en cendres des graminées cultivées peut être influencée par de nombreux facteurs, notamment le choix de l'espèce et de la variété, le choix du type de sol et de l'emplacement, les pratiques de fertilisation et le moment de la récolte (**Roger S.1998**).

Partie III: Résultats et discussion

1.7. Paramètres de production :

1.7.1. Nombre d'épis / m² :

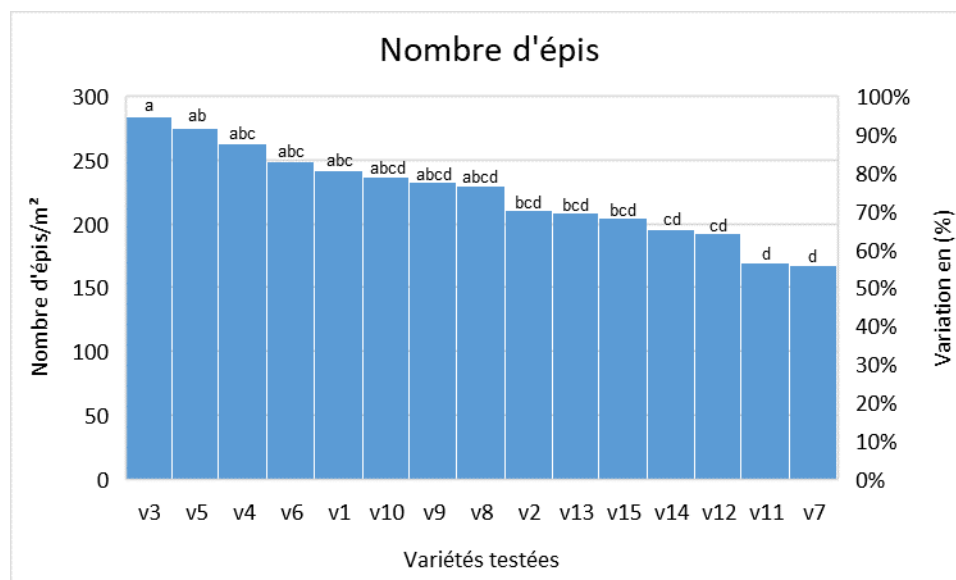


Figure 32. Nombre d'épis/m²

L'analyse de la variance révèle des différences statistiquement significatives entre les variétés testées en termes de nombre d'épis par mètre carré (Figure 32, Annexe 07).

Le test de Newman-Keuls ($\alpha = 5\%$) permet de classer les variétés en sept groupes homogènes distincts. La variété V3 se distingue par le nombre d'épis le plus élevé (284 épis/m²) qui représente le groupe (a), indiquant un potentiel de rendement élevé en raison d'une densité d'épis importante. Les groupe (ab, abc, abcd, bcd et cd) intermédiaires regroupent les variétés qui présente le nombre d'épis moyen, tandis que la variété V11 et V7 présente la densité d'épis la plus faible (167,33 et 169,33 épis/m²) qui représente le groupe homogène (d).

Selon **Zair (1994)**, le nombre d'épis par mètre carré dépend en premier lieu du facteur génétique, de la densité de semis, de la puissance du tallage, elle-même conditionnée par la nutrition azotée, et l'alimentation hydrique de la plante pendant la période de tallage. D'après **BELAID (1986)**, ce caractère est influencé par les caractéristiques variétales, le peuplement, l'azote, l'eau disponible dans le sol, ainsi que la régression au tallage épi et tallage herbacé.

1.7.2. Nombre de grains par épi :

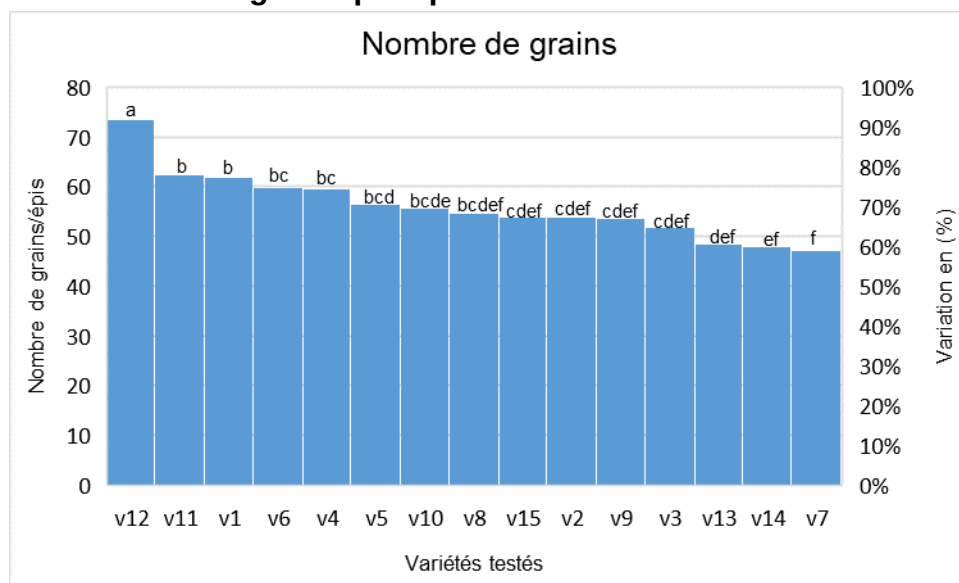


Figure 33. Nombre de grains par épis.

L'analyse de la variance révèle des différences statistiquement hautement significatives entre les variétés en termes de rendement en grains par par épis. Le test de Newman Keuls ($\alpha = 5\%$) permet de classer les variétés en dix groupes homogènes distincts (Figure 39, Annexe 08). La variétés V12 se distingue par le nombre de grains le plus élevé (73,44 grains/épi en moyenne) représente le groupe (a). Suivie de près par les variétés V11 et V1 (environ 61 à 62 grains/épi) groupe (b) respectivement. À l'inverse, les variétés V13 et V14 présentent les nombres de grains plus ou moins faibles, avec des valeurs comprises entre (48 grains/épi), groupes (df), (ef) respectivement. La variété V7 affiche le nombre de grains le plus faible (environ 47 grains/épi) qui est le groupe (f).

Le nombre de grains par épi est un caractère déterminant du rendement en grains. Les résultats obtenus soulignent l'importance de la variabilité génétique pour ce caractère. Comme l'ont souligné **Babas et Ikkour (2005)**, le nombre de grains par épi peut varier considérablement d'une variété à l'autre.

Ces résultats mettent en évidence l'intérêt de sélectionner des variétés à haut potentiel de production de grains par épi, tout en tenant compte des conditions environnementales et des pratiques culturales.

1.7.3. Rendement en grain par m² :

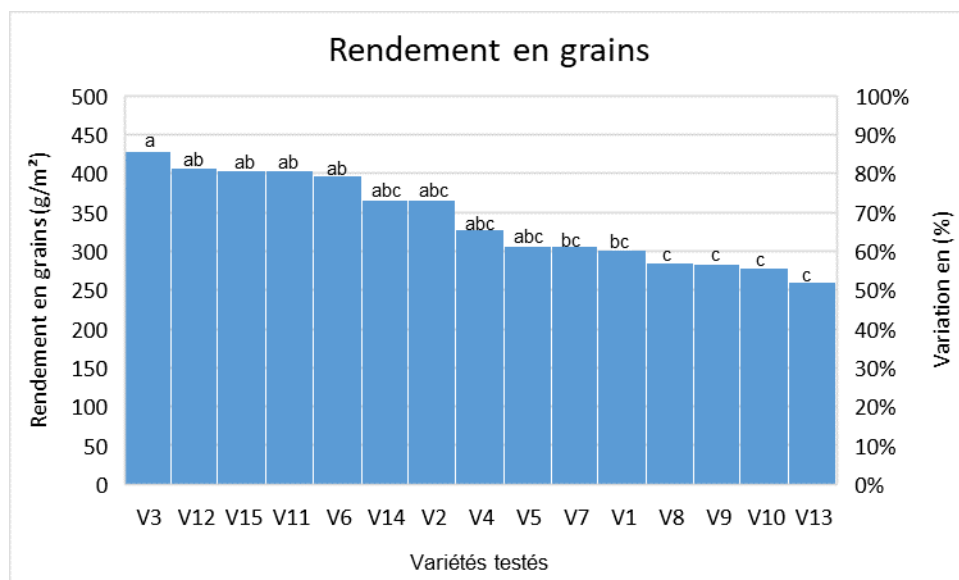


Figure 34. Rendement en grains g/m².

La Figure 34, illustre de manière significative les variations de rendement en grains par mètre carré entre les différentes variétés de triticales. Le test de Newman-Keuls ($\alpha = 5\%$) a permis de regrouper les variétés en cinq groupes homogènes (Figure 40, Annexe 09).

La variétés V3, se distinguent par le rendement le plus élevés, environ 428 g/m², représenter dans le groupe (a). Les variété V12, V15, V11et V6 suit de près avec un rendement moyen regrouper dans le groupe (ab). Les autres variétés présentent des rendements plus faibles, allant de 285 à 260 g/m² pour la variété V13 respectivement formant le groupe (c).

Ces résultats mettent en évidence un large éventail de potentiels de rendement parmi les variétés étudiées. Les variétés les plus productives sont intéressantes pour les systèmes de production intensive où le rendement est la priorité. En revanche, les variétés moins performantes peuvent présenter des atouts pour d'autres types de systèmes, comme les systèmes à faible apport en intrants ou les environnements stressants, mais elles nécessitent des stratégies de gestion adaptées pour optimiser leur potentiel.

Partie III: Résultats et discussion

Selon **Bouzerzour et Ben Mahamad (1995)**, le nombre d'épis et de grain par épi restent des caractères déterminants dans la formation du rendement, il est influencé par les conditions climatiques et de condition de culture.

Comme l'ont souligné **Ana et Sebastián (2019)**, le rendement en grains est un caractère complexe influencé par de nombreux facteurs, notamment les conditions environnementales et les pratiques culturales. La durée de la période de remplissage des grains et la taille des grains sont des facteurs clés déterminant le rendement, plus que la densité de semis ou le nombre d'épis.

1.7.4. Rendement en paille par m² :

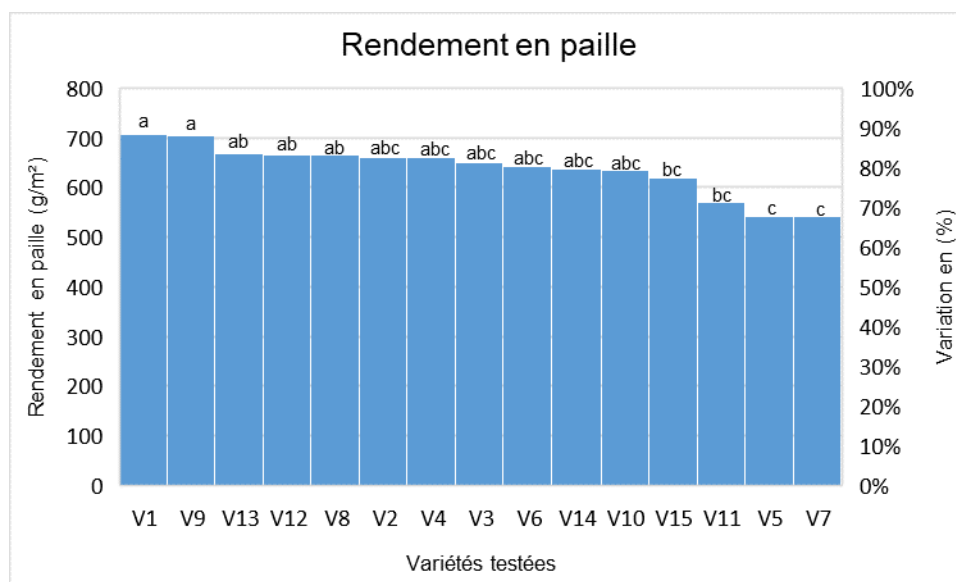
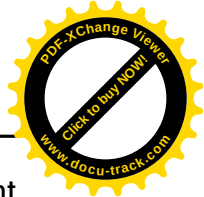
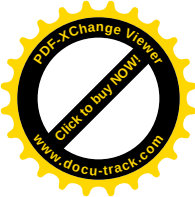


Figure 35. Rendement en paille g/m².



Partie III: Résultats et discussion

La (Figure 41, Année 10), illustre de manière significative les variations de rendement en paille entre les différentes variétés de triticales. Le test de Newman-Keuls ($\alpha = 5\%$) a permis de regrouper les variétés en cinq groupes homogènes.

Les variétés V1 et V9 se distinguent par un rendement en paille particulièrement élevé (700 g/m² en moyen), se classant ainsi dans le groupe (a). Ainsi que les groupes intermédiaires (ab), (abc) et (bc) regroupent les variétés avec des rendements variables. Enfin, les variétés V5 et V7 affichant des rendements compris entre 540 et 550 g/m², constituent le groupe (c).

La paille est un sous-produit précieux de la production céréalière. Elle est utilisée à des fins agricoles comme aliment et litière pour le bétail. En outre, la paille de céréales est une ressource pour la production de biomatériaux durables et de bioénergie (**V. Derycke et al**, 2017). Une production de paille élevée peut contribuer à l'alimentation animale et à l'amélioration de la fertilité des sols. Les résultats obtenus montrent que la sélection variétale peut être un outil efficace pour optimiser la production de paille et ainsi répondre aux différents besoins des systèmes de production.

Partie III: Résultats et discussion

1.8. Paramètres de qualités :

1.8.1. Qualité technologique :

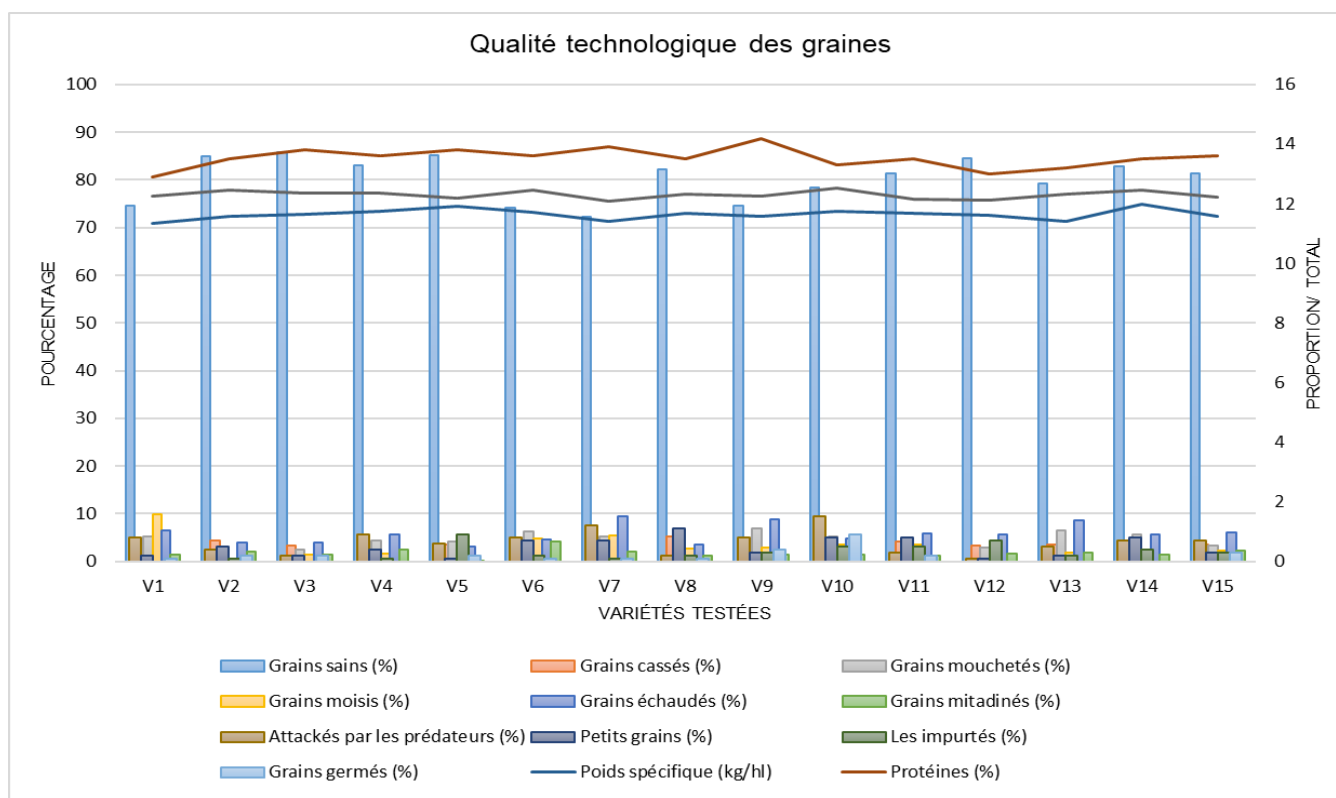
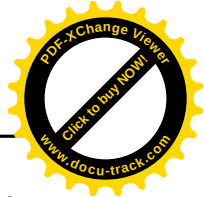
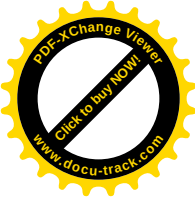


Figure 36. Critères de qualité technologiques des graines de triticales pour 15 variétés testées

La (Figure 42) présente une comparaison multidimensionnelle des paramètres technologiques des graines pour les 15 génotypes de triticales testés. L'analyse a mis en évidence une forte variabilité inter-variétale sur l'ensemble des paramètres technologiques étudiés. Ces résultats soulignent l'intérêt de la sélection variétale afin d'adapter les génotypes aux différents objectifs de valorisation.

Les teneurs en protéines varient d'une manière significative entre les génotypes. Les variétés V9 (14,2 %), V7 (13,9 %) et V3 et V5 (13,8 %) affichent les plus fortes teneurs. Cela peut les rendre particulièrement intéressants pour des utilisations industrielles telles que la fabrication de pâtes, où une forte concentration protéique est recherchée.



Partie III: Résultats et discussion

pour garantir une bonne tenue et une texture optimale du produit fini. Cette qualité est d'autant plus renforcée que certaines de ces variétés.

La teneur en humidité reste dans des marges acceptables pour le stockage, avec des niveaux plus faibles observés chez les variétés V5, V7, V11, V12 et V15. Une faible humidité constitue un atout en post-récolte, en réduisant les risques de développement de moisissures ou d'infestations, ce qui améliore la conservation des grains.

Les valeurs de poids spécifique varient légèrement entre les génotypes, avec un pic observé chez V14 (près de 75 kg/ha). Un poids spécifique élevé est souvent associé à une bonne densité des grains, indicateur d'une meilleure qualité pour la transformation.

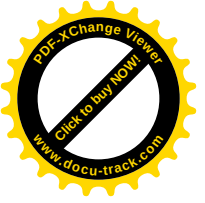
En ce qui concerne la proportion de grains sains, Les pourcentages sont élevés pour toutes les variétés, dépassant globalement 70 %, avec un maximum observé pour V3 (près de 86 %), suivi de V5, V2, V4 et V12.

Tandis que pour les proportions de grains mitadinés, mouchetés ou moisie des caractères qui peut réduire la qualité sanitaire et technologique des grains, en impactant la conservation, la transformation et la valeur marchande du produit final. D'autres présentent des valeurs plus élevées tels que V1, V7 et V9.

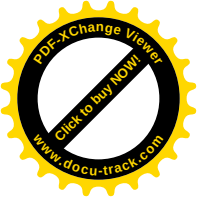
On observe aussi une faible présence d'impuretés et de petits grains, ce qui témoigne d'une bonne homogénéité des échantillons et d'une récolte bien maîtrisée.

Les grains germés, bien que rares, sont repérés légèrement chez V1 et V2.

« Tous ces indicateurs technologiques sont cruciaux pour orienter la sélection variétale vers des objectifs de qualité industrielle ou alimentaire. Dans le cadre de l'amélioration des performances des génotypes étudiés, ces résultats peuvent ainsi contribuer à la sélection des variétés les plus prometteuses en vue de leur inscription au catalogue national. »



CONCLUSION



Conclusion :

Cette étude conduite sur 15 géotypes de triticales a permis de mettre en évidence une variabilité génétique importante, tant au niveau des paramètres de germination que des performances agronomiques et technologiques. Cette diversité représente un avantage majeur pour les programmes de sélection variétale.

Les résultats mis en évidence des différences notables entre les géotypes concernant les paramètres de germination (faculté germinative, le poids de mille grains et la valeur culturale). Alors que plusieurs géotypes ont affiché une bonne aptitude à la germination, d'autres, tels que V9, V8 et V14 ont obtenu des performances plus faibles.

Les résultats en termes de rendement en grain et en paille montrent des différences significatives entre les variétés. Les géotypes V3, V12, V15 et V11 ont affiché des rendements particulièrement élevés, avec des productions en grain dépassant les 400 g/m². Par ailleurs, les variétés V1 et V9 ont enregistré une production en paille élevée, dépassant les 700 g/m², démontrant un potentiel fourrager intéressant.

Concernant les qualités technologiques, les résultats obtenus constituent une base solide pour orienter la sélection vers des variétés répondant aux exigences de la transformation industrielle, en particulier pour la fabrication de pâtes et des biscuits. Les géotypes V3, V4 et V5 montrent les meilleures performances globales avec une forte proportion de grains sains, un bon poids spécifique, et des teneurs en protéines intéressantes, des critères clés pour assurer une bonne qualité technologique. De plus, certaines variétés (V5, V7, V11, V12 et V15) ont montré des teneurs en humidité plus faibles, ce qui pourrait augmenter la durée de stockage réduire les risques sanitaires.

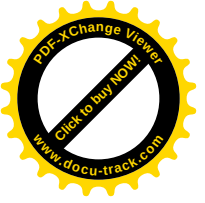


TABLE DES MATIERES

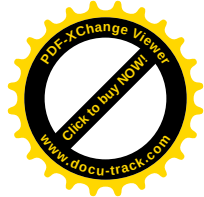
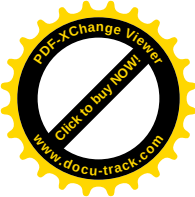
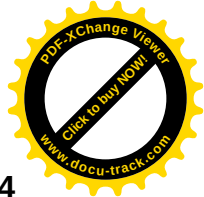
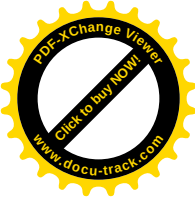
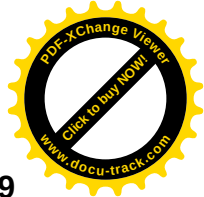
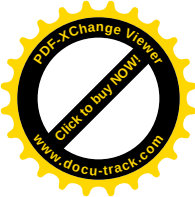


Table des matières

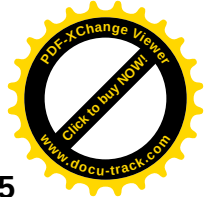
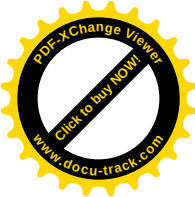
Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Sommaire	
Listes des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1
PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	1
CHAPITRE 01 : GENERALITE DU TRITICALE.....	2
1.1 Historique.....	3
1.2 Etat de la culture du triticales.....	3
1.2.1 Au niveau mondial	3
1.2.2 Au niveau nationale	4
1.3 L'intérêt du triticales	5
1.3.1 Agronomique.....	5
1.3.2 Fourragère	5
1.3.3 Economique	6
1.4 La valeur alimentaire et utilisation	6
1.4.1 Valeur alimentaire	6
1.4.2 Utilisation agro-alimentaire	7
1.4.3 Alimentation animale	7
1.4.4 Alimentation humaine.....	8
1.4.5 Boulangerie et pâtisseries.....	8
1.4.6 Utilisation non-alimentaire	9
Chapitre 02 : Classification et caractéristiques du triticales.....	4
2.1 Classification botanique	10
2.2 Taxonomie et génétique.....	10
2.3 Caractéristique morphologique.....	10
2.3.1 Appareil végétatif.....	11
2.3.2 Appareil reproducteur.....	11
2.4 Biologie de la plante.....	12
2.4.1 Cycle de développement du triticales	12



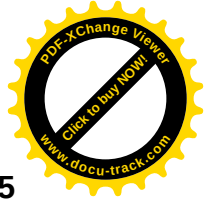
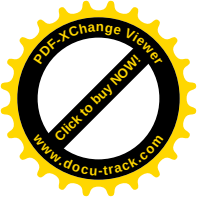
2.5	Les exigences du triticales	14
2.5.1	Les exigences climatiques	14
2.5.2	Le photopériodisme	14
2.5.3	Les exigences pédologiques	15
2.6	Itinéraire technique.....	15
2.6.1	Place dans la rotation	15
2.6.2	Préparation du sol.....	16
2.6.3	Le semis	16
2.6.4	Fertilisation.....	17
2.6.5	Désherbage	18
2.6.6	Irrigation	19
2.6.7	Récolte	20
2.7	Les contraintes de la production du triticales.....	20
2.7.1	Contraintes pédoclimatiques	20
2.7.2	Contrainte technique	21
2.7.3	Contraintes liées aux politique agricoles.....	23
2.8	Maladies et ravageurs	24
2.8.1	Contrôle des maladies et des ravageurs.....	25
2.9	Critères d'appréciation de la qualité de la semence de triticales	26
2.9.1	Notion de valeur semoulière	26
2.9.2	Notion de qualité pâtissière	26
2.9.3	Paramètres d'appréciation de la qualité.....	26
2.10	Facteurs d'altération des semences stockées	28
2.10.1	Conditions de stockage.....	28
2.10.1.1	Température	28
2.10.2	Humidité Relative	29
2.10.3	Ventilation.....	29
2.10.4	Emballage	29
2.10.5	Protection contre les ravageurs	29
2.10.6	Lumière	30
2.10.7	Rotation des stocks.....	30
PARTIE II : PARTIE EXPÉRIMENTALE		10



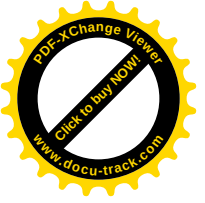
Objectif de l'essai	29
1. Lieu expérimentale	29
2. Les données climatiques	30
2.1 Humidité	31
2.2 Pluviométrie	31
2.3 Caractéristiques du sol	32
3. Protocole expérimentale	33
3.1 Matériel végétale	33
3.2 Dispositif expérimentale	33
3.3 Itinéraire technique	34
3.3.1 Le précédent cultural	34
3.3.2 Préparation du sol	34
3.3.3 Fertilisation	35
3.3.4 Marquage des parcelles	35
3.3.5 Semis	36
3.3.6 Traitement	37
3.3.7 La récolte	37
4. Paramètres étudiés	38
4.1 Paramètre de germination	38
4.1.1 Le poids de mille grains (PMG)	38
4.1.2 La faculté germinative	39
4.1.3 Taux de levée	40
4.2 Le nombre de talles par plant	40
4.3 Diamètre des tiges	42
4.4 Nombre de feuille par plant	43
4.5 Nombre de nœuds par plant	43
4.6 Paramètres physiologiques	43
4.6.1 Teneur en chlorophylle foliaire	43
4.7 Statue hydrique	44
4.7.1 Teneur en eau	44
4.7.2 Biomasse fraîche produite	44
4.7.3 Biomasse sèche produite	44



4.8	Le taux de la matière organique et des cendres	45
4.9	Paramètre de rendement.....	47
4.9.1	Le nombre des épis par m ²	47
4.9.2	Le nombre de graines par épis	47
4.9.3	Rendement en paille par m ²	48
4.9.4	Rendement en grains par m ²	48
4.10	Paramètres de qualités	48
4.10.1	Teneur en protéines (%)	49
4.10.2	Teneur en humidité (%)	49
4.10.3	Poids spécifique (g/hL).....	51
4.10.4	Agréage des grains.....	51
PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION		29
1.	Paramètres étudiés.....	52
1.1.	Paramètre de germination.....	52
1.2.	Paramètre de croissance	53
1.2.1.	La hauteur finale	53
1.2.2.	Le diamètre.....	54
1.3.	Paramètres de développement.....	55
1.3.1.	Nombre de feuilles.....	55
1.3.2.	Nombre de nœuds	56
1.3.3.	Nombre de talles par plant	57
1.4.	Statu hydrique	58
1.4.1.	Poids frais	58
1.4.2.	Poids sec	59
1.4.3.	Teneur en eau.....	60
1.5.	Paramètres physiologiques	61
1.5.1.	Dosage de la chlorophylle.....	61
1.6.	Taux de la matière organique et des cendres	62
1.6.1.	Matière organique	62
1.6.2.	Taux de Cendres.....	63
1.7.	Paramètres de production	64
1.7.1.	Nombre d'épis / m ²	64



1.7.2.	Nombre de grains par épi	65
1.7.3.	Rendement en grain par m ²	66
1.7.4.	Rendement en paille par m ²	68
1.8.	Paramètres de qualités	69
1.8.1.	Qualité technologique	69
Conclusion		54
REFERENCES BIBLIOGRAPHIAUE		
ANNEXES		

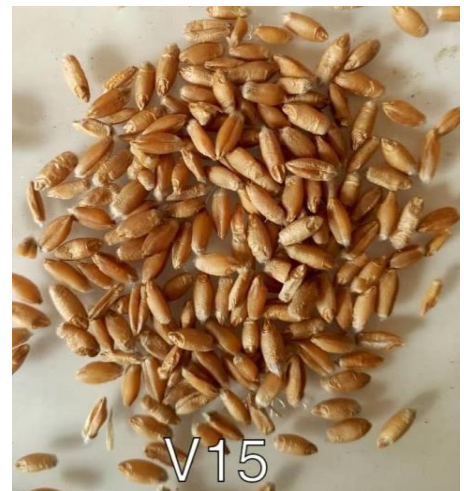
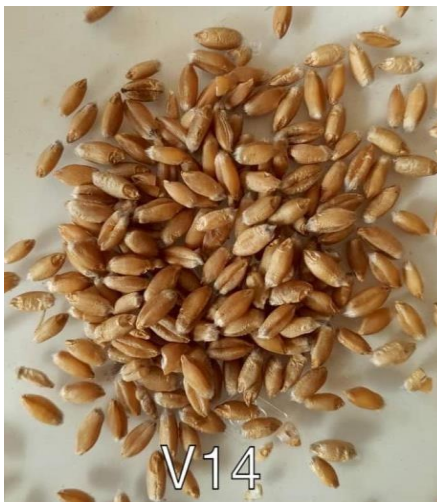


ANNEXES

Annexe 01

- Photos réelles des grains :







3. Hauteur finale des plantes :

2. diamètre finale des plantes :

3. Nombre de feuille :

4. Nombre de nœuds :

[illegible]

5. Nombre de talles :

	Variétés Testées														
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
	2.67 ± 0.12 ab	2.60 ± 0.16 ab	2.63 ± 0.33 ab	2.57 ± 0.17 ab	2.67 ± 0.12 ab	2.83 ± 0.05 a	2.30 ± 0.16 b	2.47 ± 0.29 ab	2.53 ± 0.05 ab	2.53 ± 0.21 ab	2.63 ± 0.12 ab	2.53 ± 0.13 ab	2.58 ± 0.10 ab	2.35 ± 0.13 b	2.40 ± 0.08 b

6. Dosage de chlorophylle :

	Variétés Testées														
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
	52.7 ± 2.86 abcd	54.6 ± 2.20 abc	53.6 ± 1.72 abc	53.4 ± 0.75 abc	56.1 ± 2.73 a	55.2 ± 2.08 ab	50.1 ± 3.23 bcd	48.96 ± 1.57 cd	53.6 ± 3.10 abc	54.1 ± 3.58 abc	49.1 ± 2.09 cd	51.96 ± 1.69 abcd	47.74 ± 1.71 d	53.75 ± 2.00 abc	50.68 ± 2.00 abcd

7. Nombre d'épis par mètre carré :

	Variétés Testées														
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
	241.7 ± 6.24 abc	210.3 ± 27.35 bcd	284 ± 53.49 a	262.3 ± 3.77 abc	274.7 ± 23.75 ab	248.3 ± 35.05 abc	167.3 ± 41.35 d	230 ± 37.59 abcd	232.3 ± 3.30 abcd	236.8 ± 33.3 abcd	169.3 ± 7.36 d	192 ± 19.87 cd	208.3 ± 6.24 bcd	195.3 ± 17.61 cd	204.3 ± 54.16 bcd

8. Nombre des grains par épis :

	Variétés Testées														
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
	62.00 ± 1.22 b	53.79 ± 2.49 bcd	51.80 ± 4.09 cdef	59.57 ± 6.29 bc	56.55 ± 4.73 bcd	59.9 ± 5.37 bc	47.3 ± 4.74 f	54.77 ± 2.52 bcdef	53.6 ± 1.73 cdef	55.79 ± 0.91 bcde	62.45 ± 4.75 b	73.45 ± 3.54 a	48.60 ± 2.34 def	48.08 ± 1.50 ef	53.80 ± 2.99 cdef

9. Rendement en grain par mètre carré :

	Variétés Testées														
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
Moyenne	301.26	365.77	428.79	327.17	306.97	397.57	306.03	285.47	283.90	277.87	403.27	406.79	259.75	365.84	403.34
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	74.73	53.25	48.35	57.12	21.55	47.06	67.62	13.22	24.87	23.16	32.13	38.50	60.24	49.68	61.66
	bc	abc	a	abc	bc	ab	bc	c	c	c	ab	ab	c	abc	ab

10. Rendement en paille par mètre carré :

	Variétés Testées														
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
Moyenne	707.12	661.10	650.28	659.62	542.08	643.07	541.42	567.87	704.48	633.25	569.33	665.17	668.37	637.49	618.42
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	40.0	34.07	43.16	58.33	33.12	37.14	51.83	40.37	47.67	34.72	49.72	28.45	41.74	94.35	53.45
	a	ab	abc	ab	c	abc	c	bc	a	abc	bc	ab	ab	abc	abc

11. Poids frais :

	Variétés Testées														
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
Moyenne	11.99	10.87	10.88	10.41	12.40	12.50	10.73	9.54	9.34	9.34	10.66	10.99	10.50	11.19	12.57
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.35	0.54	0.34	0.28	0.21	0.07	0.49	0.32	0.13	0.19	0.29	0.60	0.39	0.57	0.26
	bc	cd	cde	defg	b	a	cdef	efg	fg	g	cde	cdef	df	cd	b

12. Poids sec :

	Variétés Testées														
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
Moyenne	3.75	4.23	3.70	3.51	5.20	4.66	4.36	3.55	3.55	4.50	3.67	4.93	3.99	5.00	4.46
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.28	0.14	0.16	0.35	0.29	0.24	0.20	0.33	0.14	0.25	0.29	0.60	0.17	0.52	0.31
	bc	cd	cde	defg	b	a	cdef	efg	fg	g	cde	cdef	df	cd	b

13. Teneur en eau de la partie aérienne :

	Variétés Testées														
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
Moyenn e (Tiges)	57.8 5 ±	63.43 ±	65.10 ±	60.87 ±	65.36 ±	65.68 ±	58.95 ±	64.91 ±	62.58 ±	56.45 ±	61.79 ±	63.17 ±	62.59 ±	63.91 ±	65.14 ±
Moyenn e (Feuille)	63.1 6 ±	66.77 ±	69.85 ±	61.34 ±	69.60 ±	67.49 ±	61.36 ±	65.64 ±	65.13 ±	58.94 ±	65.38 ±	68.13 ±	63.80 ±	69.31 ±	71.43 ±

14. Teneur en matière organique de la partie aérienne (%) :

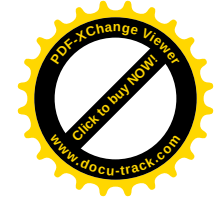
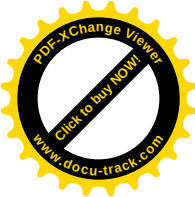
	Variétés Testées														
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
Moyenn e (Tiges)	96.9 0	66.78	66.78	96.28	96.32	96.62	96.66	97.06	96.84	96.08	96.32	96.96	96.84	96.84	96.76
Moyenn e (Feuille)	91.8 2	92.36	91.24	90.96	91.38	91.90	90.38	92.62	92.64	90.80	91.38	92.20	92.40	91.60	91.46

14. Teneur en cendres de la partie aérienne (%) :

	Variétés Testées														
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
Moyenn e (Tiges)	3.10	3.22	3.22	3.72	3.68	3.38	3.34	2.94	3.16	3.92	3.68	3.04	3.16	3.16	3.24
Moyenn e (Feuilles)	8.18	7.64	8.76	9.04	8.62	8.10	9.62	7.38	7.36	9.20	8.62	7.80	7.60	8.40	8.54

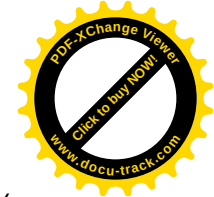
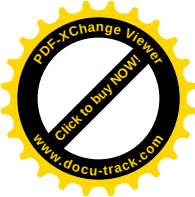
Annexe 03 : L'analyseur infrarouge



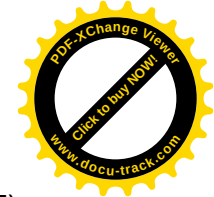
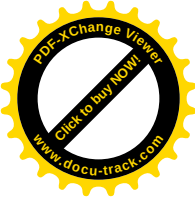


REFERENCES BIBLIOGRQPHIAUE

- **ABDUL HUSSEIN M.S 1987** : La biologie et la variabilité génétique de plusieurs lignées de triticales cultivées en conditions agro climatiques de la wilaya de Batna- Algérie. Thèse de doctorat d'Etat, Inst.Agro. Cley-Napoa Roumanie, 115 p.
- **ABELI., ROSSI A., 2022.**Decision framework for plant conservation translocation in EU agro-ecosystems.
- **Ahmed, S., El-Sayed, H., Mervat, H., Mohamed, O., Ahmed, S., El-Sayed, H., et al. (2014).** Inheritance of stem diameter and its relationship to heat and drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Plant Breed. Crop Sci. 6, 11-23. doi: 10.5897/ JPBCS11.017 .
- **ANA M., SEBASTIAN R., 2019.** Exploring Agronomic and Physiological Traits Associated With the Differences in Productivity Between Triticale and Bread Wheat in Mediterranean Environments.
- **Arbouche, H. S., Arbouche, F., Arbouche, R., Arbouche, Y., & Mennani, R. (2009).** Valorisation de quelques variétés de triticales cultivées en Algérie dans l'alimentation des ruminants, Vol 13(23), (pp. 32-40).
- **Arendt, E. K., Ryan, L. A. M., & Dal Bello, F. (2013).** Triticale: Recent advances in breeding, agronomy and quality. In: Mergoum, M., & Macpherson, H. G. (Eds.). Triticale improvement and production. FAO Plant Production and Protection Paper 179.
- **Arvalis – Institut du végétal. (2014).** Céréales à paille - Le triticales, une culture appréciée des éleveurs.
- **ARVALIS., 2013.**Triticale - Une conduite à adapter à la variété.
- **ASISHANA O., 2020.** Chlorophyll Extraction and Storage Studies on Selected Vegetables (Bitter Leaf - *Vernonia Amygdalina*, Pawpaw Leaf - *Carica Papaya* and Pumpkin Leaf - *Telfairia Occidentalis*).

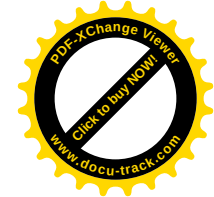
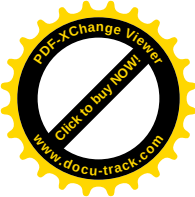


- **BEDNAREK M., 2013.** Genetic mapping of a 7R Al tolerance QTL in triticale (x Triticosecale Wittmack).
- **Belaïd, D, 1986 ;** Aspect de la céréaliculture algérienne. OPU. Alger. pp126.
- **BEN mbarek M., 2017.** La semence des céréales, rapport ITGC Alger P3
- Benmoussa A, et Houideg F, 2020, Contribution à l'étude du comportement végétatif de quelques variétés de triticale dans la région d'El Oued, Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED.
- **Bin Li, Rong W, Jianjun M, Weihao X.2020;** Research on Crop Water Status Monitoring and Diagnosis by Terahertz Imaging
- **Belaïd, D. (1994).** Étude sur la dynamique des systèmes céréaliers en Algérie.
- **BELAID., 1990.** Aspect de la céréaliculture en Algérie, Edition OPU, Vol. 126.
- -Benbelkacem, A. (1987). Les céréales d'hiver en Algérie. Sur Hormisdas, 2008.
- **Benbelkacem, A. (1991).** Les céréales d'hiver. Céréaliculture (pp. 6-11).
- **Benbelkacem, A. (2014).** Triticale development in Algeria: Genetic gains through decades. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, 79(4), 62-67. <https://doi.org/10.17930/AGL202426>
- **Benbelkacem, A., & Sadli, F. (2014).** Triticale development in Algeria: Genetic gains through decades. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences.
- **Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., & Nonogaki, H. (2013).** Seeds: Physiology of development, germination and dormancy (3rd ed.).
- **Chambre d'agriculture des Landes. (2020).** Fiche technique triticale.
- **Chauhan, & Gaffar (2017).** Local treatments and vacuum sealing as novel control strategies for stored seed pests in the tropics.
- **Cionca, I., Costin, A. D., & Rusu, T. (2024).** Optimisation de la fertilisation et de la conduite culturale du triticale dans la dépression de Lăpuș, Roumanie.

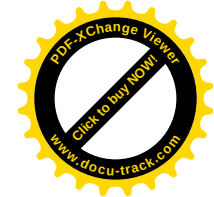
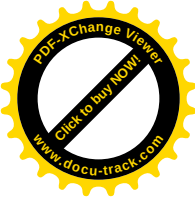


AgroLife Scientific Journal, Vol 13(2), (pp 65-77).
<https://doi.org/10.17930/AGL202426>

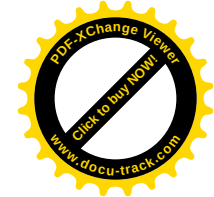
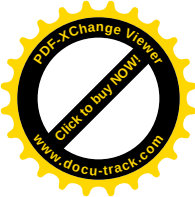
- **Cionca, I., Costin, A. D., & Rusu, T. (2024).** Optimizing fertilization and crop management for triticale in the Lăpuș Depression, Romania. *AgroLife Scientific Journal*, 13(2), 65-77. <https://doi.org/10.17930/AGL202426>
- **Crevits, C. (2021).** Caractérisation phytotechnique et zootechnique de variétés de triticale en agriculture biologique : Comment réfléchir leur valorisation en aviculture de chair ?
- **DeBoe, G. (2020).** Impacts of agricultural policies on productivity and sustainability performance in agriculture: A literature review (OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers No. 141).
- **Derycke, v, 2017** Straw Yield and Quality: An Extra Motivation for the Introduction of Triticale in Mixed Farming Systems
- **Ellis, R. H., & Hong, T. D. (1992).** Desiccation tolerance and potential longevity of developing seeds of rice (*Oryza sativa* L.). *Annals of Botany*, 70(1), 87-93.
- **Ellis, R. H., & Hong, T. D. (2006).** Temperature sensitivity of the low-moisture-content limit to negative seed longevity-moisture content relationships in hermetic storage. *Annals of Botany*, 97(5), 785-794.
- **Ellis, R. H., & Roberts, E. H. (1980).** Improved equations for the prediction of seed longevity. *Annals of Botany*, 45(1), 13-30. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a085797>
- **FAOSTAT 2003.**
- **FAOSTAT 2004.**
- **FASTAT 2023.**
- **FAO. (2015).** Stockage et conservation des semences à la ferme: Guide technique. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- **F. Gharbi, B. Thebet & M. S. Gharbi (2003).** Illustration d'une approche type de valorisation d'un nouveau produit. Cas du triticale en Tunisie. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 7(3-4), 127-135.



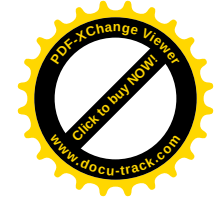
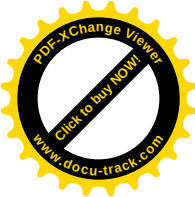
- **FRANCISCO C., 2011.** poca y densidad de siembra en la produccion y calidad de semilla de triticale (X Triticosecale Wittmack).
- **Glamoclija, N., Starčević, M., Ćirić, J., Šefer, D., Glišić, M., Baltić, M. , Marković, R., Spasić, M., & Glamočlija, Đ. (2018).** L'importance du triticale en alimentation animale. Veterinary Journal of Republic of Srpska (Bańja Luka-Banja Luka), 18(1), 73-94.
- **Grains Research & Development Corporation (GRDC).** (n.d.). Understanding triticale: A grain for the future.
- **Grains Research and Development Corporation (GRDC). (2018).** Triticale Western region: GrowNotes™. <https://grdc.com.au/resources-and-publications/grownotes/crop-agronomy/triticale-western>
- **GrowNote™ Triticale – Storage. (2018).** Grains Research and Development Corporation.
- **Güngör, H., Cakir, M. F., & Dumlupinar, Z. (2022).** Evaluation of triticale: Genotype by environment interaction and GGE biplot analysis.
- **H Gómez-Macpherson, et M Mergoum .2004.** Triticale improvement and production, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Rome.
- **H. Hulse et M. Laing. 1974** Nutritive Value of Triticale Protein (and the proteins of wheat and rye).
- **Hamidouche, M., 2002.** La production des semences sélectionnées des céréales, ITGC, Algérie. Guide pratique. https://www.botanical-online.com/en/botany/triticale-botanical-description#google_vignette
- **HORMISDAS H., 2008.** Etude du comportement et selection de quinze variétés de
- **Institut National de la Recherche Agronomique (INRA Maroc). (2020).** Le triticale - Fiche technique



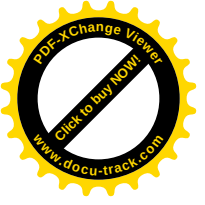
- **ITGC. (2020).** Guide technique de la culture du triticales. Institut Technique des Grandes Cultures.
- **JELENA M., 2018.** The interaction of genotype and environment on yield and quality components in triticales
- **K. Gupta et M. Priyadarshan.1982,** TRITICALE: PRESENT STATUS AND FUTURE PROSPECTS. Department of Agricultural Botany, Meerut University, Meerut, India.
- **Khedher Agha, M., Bucklin, R. A., Lee, W. S., & al. (2017).** Effect of drying conditions on triticales seed germination and rice weevil infestation.
- **LAROCHE G., GROSJEAN F., GATE P. ET BERNICOT M.H., 1994 :** Le triticales Du débouché à la culture In revue Perspective Agricole N° 188 pp 1-24.
- **Lévy Häner, C., Scherf, K. A., & Messerschmidt, A. (2013 & 2015).** Études sur l'effet de la haute température sur la structure cellulaire et la viscosité du triticales.
- **Levy Häner, L., Stamp, P., Kreuzer, M., Bouguennec, A., & Pellet, D. (2013).** Experimental determination of genetic and environmental influences on the viscosity of triticales.
- **LUXITA, OPREAD., BRAILA M 2023.**The behavior of some alternative crops under
- **MERGOUM et al., 1992, BELAID, 1994 et SAADE 1995.**Triticales Improvement and Production, (page 81).
- **Mergoum, M., & Gómez-Macpherson, H. (éd.). (2004).** Triticales Improvement and Production (179). FAO Plant Production and Protection Paper. Rome : FAO.
- **Mergoum, M., Pfeiffer, W. H., & Peña, R. J. (1992).** Triticales: A successful alternative crop.
- **Mergoum, M., Ryan, J., & Shroyer, J. P. (1992).** Triticales in Morocco: Potential for Adoption in the Semi-Arid Cereal Zone. Journal of Natural Resources and Life Sciences Education, 21(2), 137-141.
<https://doi.org/10.2134/jnrlse.1992.0137>

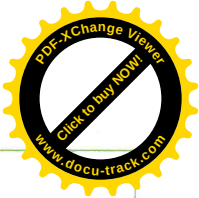
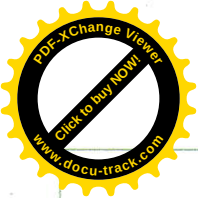


- **Mourjane, I., & Fosse, J. (2021).** Biomasse agricole : quelles ressources pour quel potentiel énergétique ? (Document de travail no 2021-03). France Stratégie.
- **Muhammed, B., Balsam, M., & Labed, M. (2023).** Relationship of improving triticale stored seed field emergence by α -amylase enzyme on some growth characteristic and biological yield. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1158(6), 062027. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1158/6/062027>
- **Navarro, S., & Noyes, R. T. (2002).** The mechanics and physics of modern grain aeration management. CRC Press.
- **Odjo, S., et al. (2021).** Effect of Storage Technologies on Postharvest Insect Pest Control and Seed Germination in Mexican Maize Landraces. Insects, 13(10):878
- **Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). (2023).** Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2023 : Adapting Agriculture to Climate Change.
- **Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2023).** La Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2023.
- **PAN .L, et al 2023,** Optimizing plant spatial competition can change phytohormone content and promote tillering, thereby improving wheat yield.
- **Roger S.1998** STRATEGIES TO REDUCE THE ASH CONTENT IN PERENNIAL GRASSES REP canada
- **Roques, S. E., Kindred, D. R., & Clarke, S. (2016).** Triticale out-performs wheat on a range of UK soils with a similar nitrogen requirement. The Journal of Agricultural Science, 155(2), 261-281. <https://doi.org/10.1017/S0021859616000356>
- **Saade, E. (1995).** Utilization and production of triticale. In: FAO Plant Production and Protection Paper 179.



- **Saade, M. E. (1995).** Triticale production and utilization in Tunisia: Constraints and prospects (CIMMYT Economics Working Paper No. 95-104). Mexico, D.F. : CIMMYT.
- **Sokil, O., & Ubrežiová, I. (2017).** Characteristic of the agricultural sector and its infrastructure of the selected country. Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra. <http://doi.org/10.15544/RD.2017.241>
- **SOLTNER D., 2000** : Les bases de la production végétale. Tome I, Le sol et son amélioration. Coll sc. et Techniques agricoles.
- **SOLTNER D., 1980** : Les grandes productions végétales 11ème édition coll Sc et Tech Agricole 44p.
- **S STANKOWSKI et al .2017.** Impact of form and dose of nitrogen fertilizers on the technological value of spring triticale (x Triticosecale Wittm. ex A. Camus) .Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech. 2017, 336(43)3, 167-178.
- **SUCHOWILSKA E., RADAWIEC W., WIWART M., 2021.** Tritordeum - the content of basic nutrients in grain and the morphological and anatomical features of kernels . international Agrophysics. the synergic effect of soil work and climate conditions.vol 80.triticales cultivées en zone subhumide.
- **Vertucci, C. W., & Roos, E. E. (1993).** Seed storage, temperature and relative humidity: response. Seed Science Research, 3(3), 215-216.
- **Viorel Ion, Adrian, G.b., Lenuta, I.E., Marin, D., & Niculae, D. (2015)** ABOVE-GROUND BIOMASS AT DIFFERENT TRITICALE VARIETIES IN THE SPECIFIC CONDITIONS FROM SOUTH ROMANIA, The Journal Agriculture and Forestry Volume 61. DOI:10.17707/AgricultForest.61.1.26
- **ZAIR M,1994** : L'irrigation d'appoint et fertilisation azotée de blé dur. Céréaliculture N°24.
- **ZANOTTO M, BRAMMER S.P., 2008.** Capacité du pollen comme sélection aide dans le programme.
- **ZEMERLINE F.,1990:** Substitution partielle et totale du maïs par le triticale chez le poulet de chair. Mémoire Ing Agro. Inst. Agro. Blida 33p.





**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
ET POPULAIRE**
**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**
UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA 1
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET AGRO-ÉCOLOGIE

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Académique

Spécialité : Système de production agro écologique

THEME

Evaluation morpho-physiologiques et technologiques de 15
variétés de triticales dans la région sub-humide d'Alger (ITGC Oued
Smar).

Présenté par :

Melle MEDBAL Melissa
Melle RABAH Hiba

Présidente
Mme CHAOUIA C.
[Signature]

Devant le jury :

Mr. DEROUCHE. B	MCB	USDB1	Promoteur
Dr. KHERIF. O	Directeur de ITGC Oued Smar		Co. Promoteur
Mme. CHAOUIA.C.	Professeur	USDB1	Présidente de jury
Mme. MOUAS.Y.	MCA	USDB1	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2024/2025