

الجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

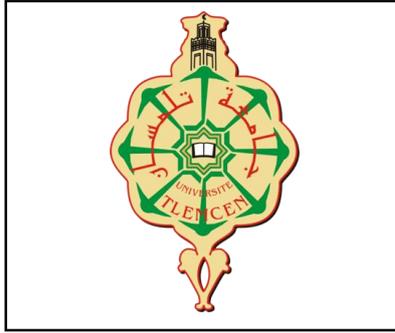
جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département d'Agronomie



Mémoire

Présenté par

BASSAID BadrEddine
BERRICHI Anwar

En vue de l'obtention d'un

Diplôme de Master en Agronomie

Spécialité : Production végétale

Thème :

Contribution a l'augmentation des rendements des céréales dans la wilaya de Tlemcen

Soutenue publiquement le 22 / 06 / 2023 devant le Jury composé de :

Président	Mme Lakhal Sara M.C.B	Université de Tlemcen
Encadreur	Mr Bendijelloul Monsif CharafEddine M.C.B	Université de Tlemcen
Examineur	Mme Adjim Hidayet M.C.B	Université de Tlemcen
Invité.	Mr Berrichi Laaredj	Ingénieur

Année Universitaire 2022 / 2023

Dédicaces

Je dédié cet humble travail à feu mon père, qu'Allah lui accorde son paradis, ainsi qu'à ma famille, en particulier ma mère qui a été à mes côtés tout au long de ces années, merci maman de m'avoir toujours soutenu et poussé à donner le meilleur de moi-même.

Badr Eddine

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A ma très chère mère

*Aucune dédicace, ne pourrait exprimer La profondeur des sentiments Que j'éprouve pour
vous, ma source d'affectation de courage et d'inspiration*

Qui a autant sacrifié pour me voir atteindre ce jour.

A mon père

*Mon école de patience, de confiance et surtout d'espoir, Source de respect, en Témoignage de
ma profonde reconnaissance Pour tout l'effort et le soutien incessant qui m'a toujours
apporté.*

A mes frères.

*Vous êtes toujours là pour me remonter le moral Tu comptes beaucoup à mes yeux Vous êtes
merveilleux, Allah garder et renforcer notre fraternité.*

Anouar

Remerciements

Nous remercions Allah de nous avoir permis d'accomplir ce modeste travail et en guise d'appréciation, de gratitude et de remerciements a tous ceux qui nous ont aidés à accomplir ce travail.

Nous devons remercier particulièrement :

Mr, de nous avoir fait l'honneur de présider le jury

Examineur, pour avoir bien voulu examiner ce travail

Nous tenons a exprimer nos sincères remerciements à

*Mr **BENDIJELLOUL Moncif** d'avoir accepté de nous encadrer, pour ses conseils, ses orientations et la correction du document.*

*Nous tenons a exprimer notre profonde et respectueuse gratitude à **MR BERRICHI Laaredj**, qui nous a suggéré ce thème, pour ses orientations et ses conseils a toutes les étapes de réalisations de ce travail jusqu'à son apparition définitive.*

Enfin, nous tenons a remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette recherche, même avec un mot gentil.

Liste des tableaux

Tableau 1: KC des céréales (INSID EL HARACH)	24
Tableau 2 : Pluviométrie à Tlemcen (sep 2022 au mai 2023) (fr.weather.com,2023).....	25
Tableau 3 : Dose de semis par m2 (normandie.chambres-agriculture.fr)	32
Tableau 4 : Densité de semis en kg/ha (normandie.chambres-agriculture.fr).....	33
Tableau 5 : Fiche technique de la ferme pilote Hamadouche	51
Tableau 6 : Répartition des terres de la ferme.....	51
Tableau 7 : Différents cultures semées dans la ferme.....	52
Tableau 8 : Différents paramètres étudié à chaque parcelle :.....	61
Tableau 9 : Les besoins en éléments minérales (en unités pas en kg)	63
Tableau 10 : Engrais De fond commercialisés en Algérie	64
Tableau 11 : Nombre de plantes levés dans chaque parcelle	70
Tableau 12 : Nombre de talles par parcelle et par Zone.....	71
Tableau 13 : Nombre d'épis/ m ² :.....	72
Tableau 14 : Nombre des graines/m ²	73
Tableau 15 : Tableau récupératif des rendements (gr/m2 et q/ha).....	75

Listes des figures

Figure 1 : Evolution de la production des céréales en Algérie 1980-2014. (Banque mondiale, 2017).....	11
Figure 2 : Champ de blé dur (Adobe stock-2021).....	16
Figure 3 : Coupe longitudinale présentant un diagramme de l'anatomie d'une graine de blé (Ellen Bronstalyn)	18
Figure 4 : Précipitation à Tlemcen de l'année 2022-2023 (infoclimat.fr,2023).....	24
Figure 5 : Les différents outils utilisés dans le travail du sol(a-chisel,b- charrue à disque,c-cover-crop) (groupetahraoui.com).....	28
Figure 6 : Pulvérisateur 400L (scalair.com).....	43
Figure 7 : Moissonneuse-batteuse (Agiavis.com)	45
Figure 8 : Situation géographique de la wilaya de Tlemcen (Parc national Tlemcen)	48
Figure 9 : Localisation de la ferme pilote Hamadouche	52
Figure 10 : la parcelle A	57
Figure 11 : la parcelle B	58
Figure 12 : la parcelle C	58
Figure 13 : la parcelle D.....	59
Figure 14 : la parcelle E	59
Figure 15 : la parcelle E	60
Figure 16 : Irrigation par Asperseur A 90 dans une parcelle cultivée à la ferme pilote Hamadouche (Original).....	67
Schéma :	
Schéma 1 : Disposition des Asperseurs sur les parcelles (slimaniahmed.blogspot.com)	54
Graphes :	
Graphe 1 : Histogramme récapitulatif Des rendements et de PMG	75

Liste des abréviations

Liste des abréviations

S.A.T	Superficie agricole totale	DAP	Di Ammonium phosphate
HA	Hectare	P2O4	Acide phosphorique
D.S.A	Direction de Service Agricole	PH	Potentiel Hydrogène
S.A.U	Superficie Agricole Utilisable	PMG	Poids Moyen de Mille graines
N	Azote	L	Litre
Mg	Magnésium	U	Unité
S	Soufre	T	Température
Zn	Zinc	mm	Millimètre
P	Phosphore	C	Celsius
K	Potassium	M	Mètre
FAO	Food Agriculture Organisation	M2	Mètre au carré
Qx	Quintaux	Kg	Kilogramme
DA	Dinar Algérien	Cm	Centimètre
Qx/ha	Quintaux par Hectares	ETP	Evapotranspiration Potentielle
Ql/Ha	Quintal par Hectare	ETM	Evapotranspiration Maximale
MAP	Mono Ammonium Phosphate	%	Pourcent

Table des matières

Dédicaces	1
Remerciements	IV
Liste des tableaux	V
Listes des figures.....	VI
Liste des abréviations.....	VII
Table des matières	VIII
Introduction	1
Partie Théorique.....	5
Chapitre I : Analyse Bibliographique Sur Le Blé	6
I. Généralités sur les céréales :	7
I.1. Définition des céréales :.....	7
I.2. Les grandes cultures des céréales :	7
I.2.1. Le blé :.....	7
I.2.2. L'orge :.....	8
I.2.3. L'avoine :	8
I.2.4. Le maïs :	8
I.2.5. Le seigle :	9
I.3. Historiques :.....	9
I.4. Les céréales dans le monde :.....	10
I.4.1. En Algérie :	10
II. Généralités sur le blé dur :	15
II.1. Biologie du blé dur :	16
II.1.1. Caractères botaniques :.....	16
II.1.2. Caractères morphologiques :	17
II.2. La culture du blé dure :	18
II.2.1. Période végétative :	18
II.2.2. La période reproductrice :.....	19
II.2.3. Période de formation et maturation du grain :.....	20
Chapitre II : L'itinéraire Technique De Conduite Des Céréales.....	21
I. Echech des programmes d'améliorations des rendements :	22
II. Détermintation des facteurs limitantes (problématique) :	22
III. Contournement du stress hydrique :	23

Table des matières

IV. Irrigation D'appoint des céréales :	23
IV.1. Comment calculer ETM :	23
IV.2. L'eau fait-elle les rendements a elle seul ? :	25
IV.3. L'irrigation a chaque stade :	25
IV.3.1. Irrigation au semis :	25
IV.3.2. Irrigation au stade tallage :	25
IV.3.3. Irrigation au stade montaison:	26
V. Travail du sol :	27
V.1. Labour Profond :	27
V.2. Labour superficiel (lit de semence) :	28
VI. Les amendements en engrais de fond :	29
VI.1. Fertilisation minérale :	29
VI.1.1. Fertilisation potassique :	29
VI.1.2. Fertilisation phosphatée :	29
VII. Choix de la semence et la dose de semis :	30
VII.1. Choix de la semence :	30
VII.2. Dose de semis :	32
VII.2.1. Calculer la quantité par hectare (kg/ha) :	32
VII.3. Préparation du sol :	33
VII.4. Épandage de l'engrais de fond :	33
VII.5. Semis :	33
VII.6. Le roulage :	34
VIII. Engraisement azoté :	35
VIII.1. Fertilisation de couverture :	35
VIII.2. Rôle physiologique de l'azote :	35
VIII.3. Formes d'Azote :	35
VIII.4. Source de l'azote :	36
VIII.5. Raisonnement de la Fertilisation azoté et calcul la dose d'engrais utilisé :	36
VIII.6. Comment estimer (prévoir) la dose d'engrais azoté ?	36
VIII.7. Les besoins en azote dans la culture du blé :	37
IX. Le désherbage :	38
IX.1. Impact agro-économique des herbes indésirables :	38
IX.2. Interactions biologiques entre herbes indésirables et plantes cultivées :	39
IX.3. Compétition due aux herbes Indésirables :	39

Table des matières

IX.4. Epuisement des éléments nutritifs :	39
IX.5. Méthodes de lutte :	40
IX.5.1. Pratiques de désherbage mécanique :	40
IX.5.2. Gestion de la culture (densité, période de semis, fertilisation) :	41
IX.5.3. Rotation des cultures :	42
IX.5.4. Lutte chimique – Herbicides :	42
X. Traitement phytosanitaire :	43
X.1. Pesticides chimiques :	44
X.2. Produits naturels :	44
X.3. Pratiques culturales :	44
X.4. La Récolte :	44
Partie Expérimentale	46
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude	47
I. La région de Tlemcen :	48
I.1. Description géographique :	48
I.2. Géologie :	48
I.3. Pédologie :	49
I.4. Hydrologie :	50
I.5. Climat :	50
II. Présentation du site expérimental :	51
II.1. Fiche technique de la ferme :	51
II.2. Répartition des terres :	51
II.3. Plan d'action de l'année 2022/2023 :	52
II.4. Localisation de la ferme :	52
II.5. Milieu naturel et les caractéristiques climatiques :	52
III. Matériel Végétale :	53
IV. Matériel Hydraulique :	53
V. Matériel Mécanique :	55
Chapitre II : Mise En Place De L'expérimentation	56
I. Choix des parcelles :	57
II. Conduite des parcelles :	61
II.1. Travaux du sol :	61
II.2. Semences :	62
II.2.1. Dose de semis :	62

Table des matières

III. Fertilisation :	62
III.1. Fertilisation de fond :	62
III.2. Fertilisation de couverture :	64
IV. Dose et date d'irrigation :	65
IV.1. Protocole d'irrigation :	66
V. Désherbage Et Traitement :	67
V.1. Désherbage :	67
V.2. Traitement phytosanitaire :	67
Chapitre III : Résultats et discussion	69
I. Paramètres d'étude :	70
I.1. Taux de germination:	70
I.2. Nombre de talles/m ² :	71
I.3. Nombre D'épis/ m ² :	72
I.4. Nombre des graines/ m ² :	73
II. La récolte (les rendements) :	74
II.1. Calculs des rendements obtenus sur les 6 parcelles :	74
Conclusion générale	76
Références Bibliographiques	79

ملخص

تم تنفيذ هذا العمل في المزرعة التجريبية حمادوش في ولاية تلمسان، وهدفه دراسة المسار التقني لزراعة حقل القمح الصلب تتركز دراستنا على زيادة العائد الحالي للحبوب، والذي يقل عن 16 قنطارًا للهكتار. لتحقيق ذلك، يجب علينا تطبيق جميع العوامل في المسار التقني بشكل دقيق. بالتالي، يجب احترام جميع عمليات إعداد التربة (الحرث)، واستخدام الأسمدة البوتاسية والأسمدة القاعدية، وكذلك اختيار نوعية البذور بعناية مع احترام تاريخ و جرعة الزرع (1.60 قنطارًا للهكتار) للحصول على كثافة تفوق 450 نبتة للمتر مربع. بالإضافة إلى هذه المعايير، يجب تجنب الجفاف المائي من خلال الري الإضافي (حساب الاحتياج المائي). يجب أيضًا أن نعزز عملية النمو والتفجر من خلال الدرفلة في الوقت المناسب (مبكرا) وتطبيق جرعة جيدة من الأسمدة النيتروجينية في عندما يكون طول السنبل 1 سم (ثلث الاحتياجات الكلية). يتطلب الحصول على عائد جيد للحبوب بالإضافة إلى هذه العمليات التخلص من الأعشاب الضارة ومعالجة الأمراض الفطرية والحشرات بالمبيدات الحشرية. أظهر تطبيق هذا المسار التقني نتائج تفوق 56 قنطارًا للهكتار.

الكلمات المفتاحية: الحبوب، المردود، المسار التقني، تحسين، القمح

Résumé

Ce travail a été réalisé dans la ferme pilote Hamadouche, dans la wilaya de Tlemcen il se propose d'étudier l'itinéraire technique de la conduite d'un champ de blé dur.

Notre étude est sur l'augmentation des rendements actuels des céréales qui est moins de 16 q/ha. Pour cela nous devons faire respecter tous les facteurs entrant dans l'itinéraire technique. Ainsi, nous devons respecter toutes les opérations des préparations du sol (labour), amendement en engrais potassique et engrais du fond, de bien choisir la qualité de semence tout respectant la date de semis et la dose de semis (1.60 q/ha) afin d'obtenir un peuplement supérieur à 450 plante/m². Outre ces normes, les céréales en Algérie doivent éviter le stress hydrique par le biais de l'irrigation d'appoint (calcul de l'ETM). Nous devons également favoriser le tallage par le biais du roulage au bon moment (pré-tallage) et en ramenant une bonne dose d'engrais azoté au stade épis 1cm (1/3 des besoins totaux). Un bon rendement des céréales exige outre toute ces opérations un désherbage et un traitement phytosanitaire (fongique et pesticides). L'application de cet itinéraire technique à donné les résultats > à 56 q/ ha.

Mots clés : Céréaliculture, blé dur, rendements, itinéraire, amélioration

Abstract

This work was carried out in the farm of Hamadouche, in the Tlemcen province. It aims to study the technical management of a durum wheat field.

Our study focuses on increasing the current cereal yields, which are less than 16 quintals per hectare. To achieve this, we must ensure the implementation of all factors involved in the technical management process. Therefore, we need to adhere to all soil preparation operations (plowing), apply potassium fertilizer and basal fertilizer, carefully select the seed quality while respecting the sowing date and sowing rate (1.60 quintals per hectare) in order to achieve a population exceeding 450 plants/m². In addition to these standards, cereals in Algeria must avoid water stress through supplemental irrigation (ETM calculation). We must also promote tillering through timely rolling (pre-tillering) and apply a proper amount of nitrogen fertilizer at the stage of 1cm spike (1/3 of total needs). Adequate cereal yields also require weed control and phytosanitary treatment (fungicides and pesticides). Implementing this technical management process has yielded results exceeding 56 quintals per hectare.

Key words: Cereals, wheat, yields, itinerary, production

Introduction

Introduction

Les cultures céréalières occupent une place prépondérante dans l'agriculture en raison de leur importance en tant qu'aliments de base pour une grande partie de la population mondiale. Elles se distinguent par leur valeur énergétique élevée (environ 3 400 Kcal/kg de matière sèche), leur teneur en protéines proche des besoins humains et leur facilité de transport et de stockage. **(Belaid, 1986)**

En Algérie, tout comme dans d'autres pays d'Afrique du Nord, la production céréalière constitue la principale activité agricole et englobe diverses activités de transformation telles que la production de semoule, la boulangerie et l'industrie alimentaire. Les céréales sont également la base de l'alimentation et jouent un rôle essentiel dans les habitudes alimentaires des populations, tant en milieu rural qu'urbain. Elles contribuent à plus de 60 % de l'apport calorique et de 75 à 80 % de l'apport protéique de l'alimentation nationale. En 2000, la consommation individuelle de céréales était estimée à 205 kg/an en Tunisie, 219 kg/an en Algérie et 240 kg/an au Maroc. **(Boualal et al, 2007)**

En Algérie, les superficies consacrées aux cultures céréalières s'élèvent à environ six millions d'hectares. Chaque année, entre trois et 3,5 millions d'hectares sont cultivés, tandis que le reste est laissé en jachère. La planification de la production céréalière dans les régions semi-arides de l'est de l'Algérie est influencée par des pratiques cohérentes en termes de gestion des cultures précédentes, notamment la jachère avant le labour et l'implantation des céréales. Environ 70 % des superficies sont principalement consacrées à la culture du blé, tandis que l'orge et l'avoine occupent une superficie plus réduite. Même lorsque les conditions climatiques sont favorables, la superficie récoltée est inférieure à celle qui est cultivée.

Les principales régions céréalières en Algérie sont Tlemcen, Sidi Bel Abbés, Tiaret, Sétif et El Eulma. Ces régions, situées principalement sur les hauts plateaux, se caractérisent par des hivers froids, une pluviométrie irrégulière, des gelées printanières et des vents chauds et desséchants.

Selon des études, les faibles performances de la céréaliculture algérienne sont dues à une combinaison de facteurs liés aux conditions climatiques défavorables, en particulier une pluviométrie insuffisante, ainsi qu'à des facteurs techniques qui ont un impact significatif sur les rendements. Bien qu'il soit difficile d'agir sur les facteurs naturels tels que la pluviométrie, à moins de se limiter aux zones favorables ou de mettre en place un système d'irrigation supplémentaire, le développement de la céréaliculture passe inévitablement par la maîtrise des

Introduction

facteurs techniques tels que la rotation des cultures, l'utilisation d'intrants et la mécanisation. **(Belaid, 1996)**

Un itinéraire technique peut être défini comme une combinaison logique et ordonnée de techniques permettant de contrôler l'environnement et d'obtenir une production donnée. L'itinéraire technique caractérise les différentes façons de mener une culture en fonction des objectifs fixés. Dans le cas d'une culture intensive de blé visant un rendement de 60 quintaux par hectare, la préparation du sol implique plusieurs étapes, telles que le déchaumage, le labour profond, l'épandage d'engrais de fond, les travaux superficiels pour affiner la préparation et enfin le semis.

Il est important de noter que le manque de recherche sur les exploitations agricoles complexes et fragiles dans des milieux contraignants a entravé l'efficacité des travaux de vulgarisation de la recherche agronomique. Les décalages entre les innovations techniques proposées par la recherche et leur adoption par les agriculteurs sont fréquents, souvent en raison d'une sous-estimation des différences fondamentales existant entre la théorie agronomique et la pratique agricole des paysans. **(Sebillotte, 1990)**

Dans les exploitations céréalières, on observe une tendance à la simplification des itinéraires techniques dans le but de minimiser les risques et les frais. Certaines opérations culturales considérées comme moins indispensables, telles que les façons culturales, le roulage après semis, la fertilisation chimique et le désherbage, sont souvent supprimées. Cette simplification volontaire des itinéraires techniques a un impact négatif sur le rendement, même lorsque les conditions climatiques sont favorables.

Les pratiques agricoles en milieu semi-aride sont soumises à l'incertitude, et les agriculteurs prennent des décisions en fonction des risques auxquels ils sont confrontés. Ces risques augmentent du nord vers le sud de la région, ce qui se traduit par des choix opérationnels chez les agriculteurs.

Dans l'état actuel des choses, il n'est pas facile de décrire avec précision un itinéraire technique type pour la céréaliculture en Algérie, compte tenu des conditions techniques et matérielles qui ne sont pas toujours réunies. Le nombre d'opérations à réaliser et le type d'outils à utiliser peuvent varier d'une région à l'autre, voire entre des exploitations voisines. **(Benniou, 2008)**

Introduction

L'objectif de notre travail est de réaliser l'application de l'itinéraire technique en céréaliculture. Cela permettra de mieux comprendre les différentes méthodes de travail et opérations culturales utilisées dans les champs, ainsi que leur impact sur le rendement. L'objectif est de comprendre les compromis auxquels les agriculteurs sont confrontés dans le fonctionnement et l'organisation de leur exploitation à travers leurs pratiques agricoles.

Partie Théorique

Chapitre I : Analyse Bibliographique

Sur Le Blé

I. Généralités sur les céréales :

I.1. Définition des céréales :

Les céréales et leurs dérivés sont les principales sources alimentaires de l'humanité en raison de leur haute teneur en protéines et leur contribution à la source d'énergie. Elles sont principalement utilisées pour l'alimentation humaine mais aussi pour l'alimentation animale et pour des usages non alimentaires, occupant une place importante dans les programmes de recherche agricole (**Feuillet, 2000**).

La plupart des céréales appartiennent à la famille des Poacées, également connues sous le nom de Graminées. Elles comprennent le blé, l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, le riz, le millet et le sorgho. Certaines appartiennent à la sous-famille des Festucoïdées, notamment le blé, l'orge, l'avoine et le seigle, tandis que d'autres appartiennent à la sous-famille des Panicoïdées, notamment le maïs, le riz, le sorgho et le millet. Finalement, le sarrasin, qui est également une céréale, appartient à une autre famille, celle des Polygonacées (**Moule, 1971**).

I.2. Les grandes cultures des céréales :

Parmi les céréales les plus cultivées dans le monde sont :

I.2.1. Le blé :

Le blé, une plante annuelle monocotylédone appartenant au genre *Triticum* de la famille des graminées, est l'une des céréales les plus cultivées et consommées par l'homme dans le monde. Son grain, appelé caryopse, est un fruit sec et indéhiscent composé d'une graine et de téguments.

Les deux variétés les plus importantes du blé, en termes d'importance économique, sont :

- Le blé dur (*Triticum durum*), riche en gluten et utilisé pour la production de semoules et de pâtes alimentaires.
- Le blé tendre (*Triticum aestivum*), cultivé pour la production de farine utilisée pour la fabrication du pain.

I.2.2. L'orge :

L'orge est une plante annuelle des régions tempérées du globe, cultivée sur des sols calcaires aux labours profonds.

On peut distinguer différentes variétés d'orge, notamment des orges d'hiver et des orges de printemps, ainsi que des orges à 2, 4 ou 6 rangs. Les feuilles de l'orge sont planes avec une ligule courte et tronquée. Les épillets sont regroupés par trois dans chaque creux de l'axe de l'épi et serrés avec une glumelle inférieure longuement aristée. La fleur de l'orge présente trois étamines et les stigmates sont directement portés par le carpelle. Le grain de l'orge, appelé caryopse, est ovale, poilu au sommet et adhérent aux glumelles à la base.

Selon (SOLTNER, 2005), l'orge a un cycle végétatif court, d'environ 130 à 150 jours, voire moins, par rapport au blé qui prend entre 250 et 280 jours

I.2.3. L'avoine :

L'avoine est une graminée (famille des Poaceae) annuelle. Originaires de l'Afrique du nord et du Moyen-Orient. Elle a des fleurs hermaphrodites, auto pollinisées par le vent. C'est une monocotylédone à tige cylindrique de 25 à 150 cm de haut, au port dressé. Les feuilles glabres font 2 à 10 mm de large et engainent les tiges. Elles présentent une ligule blanche de 2 à 5 mm au niveau de leur insertion sur la tige. Les inflorescences sont des panicules lâches. Elles mesurent 8 à 30 cm de long, portant des épillets de deux à trois fleurs, mesurant 20 à 25 mm de long (Husson et al., 2012).

Au départ, l'avoine était considérée comme une plante adventice qui poussait parmi les cultures de blé et d'orge dans la région du Croissant fertile. Cette céréale annuelle est originaire d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient et est cultivée comme aliment pour animaux ou pour l'homme. Elle est également utilisée comme fourrage pour les animaux. (HUSSON et al. 2012).

I.2.4. Le maïs :

Le maïs est une plante herbacée annuelle originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud. Il appartient à la famille des Poacées et son nom scientifique est *Zea mays*. Le maïs est aujourd'hui largement cultivé dans le monde entier, principalement pour l'alimentation humaine et animale, mais aussi pour l'industrie (biocarburants, amidon, etc.).

Chapitre I : Analyse Bibliographique Sur Le Blé

Le maïs est une plante monoïque, c'est-à-dire que les fleurs mâles et femelles sont séparées sur la même plante. Les fleurs mâles se trouvent dans les inflorescences appelées épis, tandis que les fleurs femelles sont disposées en épis axillaires appelés panicules.

Les variétés de maïs sont très diverses, avec des différences en termes de couleur des grains, de taille et de forme des épis, de durée de maturation, de résistance aux maladies et aux ravageurs, ainsi que de rendement. Il existe également des variétés hybrides qui ont été sélectionnées pour leurs qualités spécifiques.

Le maïs est une source importante de nutriments, tels que les glucides, les protéines, les fibres et les vitamines, et est utilisé dans de nombreux plats traditionnels dans le monde entier. **(FAO. 2018. FAOSTAT)**

I.2.5. Le seigle :

Le seigle est une céréale rustique qui pousse dans des conditions difficiles, notamment sur des sols pauvres et en climat froid. Il est cultivé pour ses grains, qui sont utilisés dans l'alimentation humaine et animale. Le seigle est originaire d'Eurasie et a été cultivé pour la première fois en Mésopotamie il y a plus de 4 000 ans. Aujourd'hui, les principaux pays producteurs de seigle sont la Russie, l'Allemagne, la Pologne, la Biélorussie, les États-Unis et le Canada.

Le seigle est une plante annuelle qui appartient à la famille des Poacées. Ses grains sont plus petits que ceux du blé et ont une teneur en protéines plus élevée. Le seigle est souvent utilisé pour faire du pain de seigle, qui a une texture dense et une saveur forte et distincte. Le seigle est également utilisé dans la fabrication de spiritueux, tels que la vodka et le whisky.

Le seigle est une source de nutriments importants, tels que les glucides, les protéines, les fibres et les vitamines B. Il contient également des composés phytochimiques, tels que les lignanes, qui sont associés à une réduction du risque de maladies cardiovasculaires, de certains cancers et de maladies neurodégénératives. **(Encyclopédie Larousse. 2021)**

I.3. Historiques :

L'histoire de l'humanité est étroitement liée à celle des céréales qu'il a appris à domestiquer, cultiver et sélectionner très tôt. Les céréales sont considérées comme la base des grandes cultures, car elles ont constitué l'une des premières activités agricoles en fournissant un

Chapitre I : Analyse Bibliographique Sur Le Blé

moyen d'alimentation régulier autour duquel l'activité humaine pouvait s'organiser, selon **BONJEAN et PICARD (1991)**.

La culture des céréales est ancienne, avec des traces de blé, de seigle, d'avoine et d'orge à six rangs remontant au Néolithique. Des cultures telles que le riz, le millet, le sorgho et le blé étaient déjà cultivées il y a 2 700 ans. Les Égyptiens de l'ancienne Égypte connaissaient le blé et le sorgho. Par ailleurs, les céréales ont joué un rôle essentiel dans le développement de l'humanité, la majorité des civilisations se développant autour d'une céréale. Les civilisations asiatiques se sont développées autour de la culture du riz, tandis que les civilisations précolombiennes étaient centrées sur le maïs. Les civilisations babyloniennes et égyptiennes étaient basées sur la culture du blé (**MOULE, 1971**).

I.4. Les céréales dans le monde :

Les céréales sont des graines alimentaires qui appartiennent à 10 espèces végétales différentes, les trois les plus couramment utilisées étant le blé, le riz et le maïs, avec également l'orge, le seigle, l'avoine, le sorgho, etc. Les différentes espèces de blé sont cultivées partout dans le monde, avec deux espèces en particulier, le blé dur (Triticum durum) pour la semoulerie et le blé tendre (Triticum aestivum). Les récoltes de blé se produisent à des moments différents de l'année selon les régions du monde : en mars en Inde, en mai en Chine, en juillet-août en Amérique du Nord et en Europe, en hiver en Argentine et en Australie (**Gharib, 2017**).

Selon la **FAO en 2020**, la production mondiale de céréales était estimée à 2,761 milliards de tonnes. En 2019/2020, environ 709 millions d'hectares étaient cultivés en céréales dans le monde, soit environ 51% des terres arables, 14% de la surface agricole mondiale et 5% des terres émergées du monde.

I.4.1. En Algérie :

I.4.1.1. Situation actuelle :

L'Algérie possède une superficie totale de 238 millions d'hectares, dont 191 millions sont occupés par le Sahara. La surface agricole représente 3% de cette superficie totale, avec une surface agricole utile (SAU) de 7,14 millions d'hectares, dont près de la moitié est laissée en jachère chaque saison agricole. Les cultures herbacées occupent 3,8 millions d'hectares, avec la céréaliculture comme activité principale, surtout dans les zones arides et semi-arides.

Chapitre I : Analyse Bibliographique Sur Le Blé

Les terres annuellement emblavées représentent 3,6 millions d'hectares, soit 50% des terres labourées (**Madr, 2007**). Les grandes cultures telles que les céréales, les légumineuses alimentaires, les fourrages et les oléagineux sont des produits de première nécessité pour l'agriculture algérienne. La consommation de base de céréales est estimée à 228 kg par habitant et par an, comparativement à l'Egypte dont la moyenne est de 131 kg/hab/an et à la France dont la moyenne est de 98 kg/hab/an (**FAO, 2007**). La production totale de céréales est très variable d'une année à l'autre en raison des facteurs climatiques, en particulier le manque d'eau. La production de céréales ne couvre pas suffisamment la demande croissante qui atteint 6,5 MT (**Badrani, 2004**).

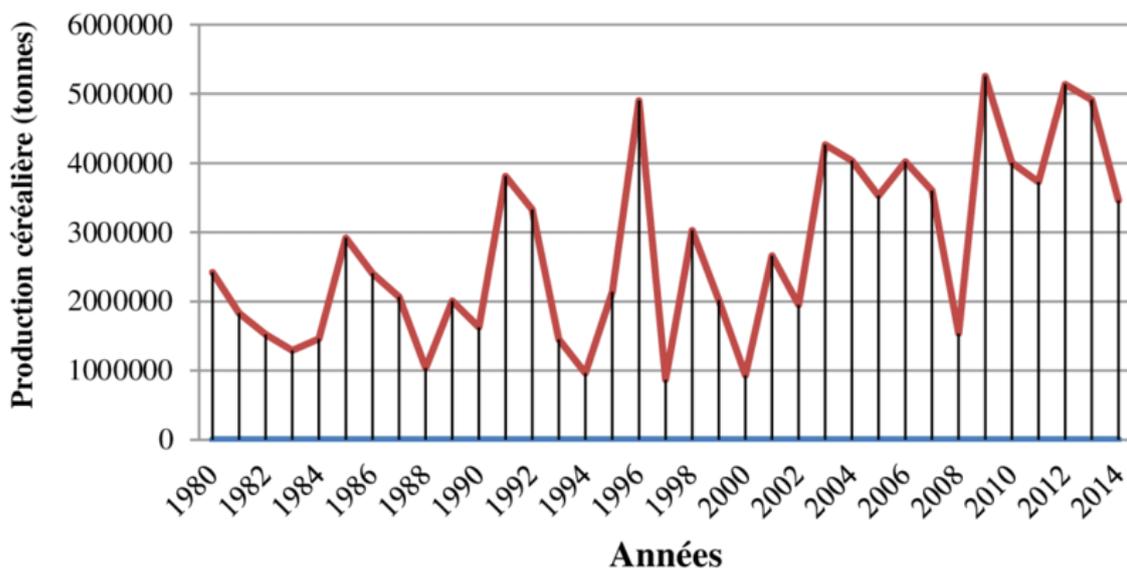


Figure 1 : Evolution de la production des céréales en Algérie 1980-2014. (**Banque mondiale, 2017**)

I.4.1.2. Production et consommation en Algérie :

La production de blé en Algérie demeure faible et instable d'une année à l'autre, principalement en raison des conditions climatiques variables et souvent défavorables, telles que les précipitations irrégulières et les maladies. Cela entraîne d'importantes fluctuations de la production et du rendement. Le manque de précipitations et la mauvaise répartition des pluies tout au long de l'année sont les principales raisons de la variation significative de la production de céréales en Algérie.

D'après **Chehat (2012)**, la superficie moyenne allouée au blé est d'environ 1,9 million d'hectares, mais le rendement est faible, avec 18 quintaux par hectare de blé dur et 17 quintaux par hectare de blé tendre. De plus, selon la même source (2005), l'Algérie est divisée en trois

zones céréalières en fonction des niveaux de précipitations annuelles et des quantités de céréales produites.

- **Une zone à hautes potentialités (Z1) :**

Dans ces régions, la pluviométrie moyenne dépasse les 500 mm par an, ce qui permet d'obtenir des rendements moyens de 20 quintaux par hectare. Ces régions comprennent les plaines de l'Algérois et de la Mitidja, le bassin des Issers, les vallées de la Soummam et de l'Oued El Kébir, ainsi que la vallée de la Seybouse. La superficie agricole utile (SAU) de cette zone est de 400 000 hectares, mais moins de 200% de cette surface est consacrée aux cultures céréalières.

- **Une zone à moyennes potentialités (Z2) :**

Cette zone se distingue par une pluviométrie supérieure située entre 400 et 500 mm par an, mais elle est sujette à des conditions climatiques difficiles. Les rendements dans cette zone peuvent varier de 5 à 15 quintaux par hectare. Elle englobe les coteaux de Tlemcen, les vallées du Chéelif, le massif de Médéa, etc. La superficie agricole utile (SAU) de cette zone est de 1 600 000 hectares, mais moins de la moitié de cette surface est dédiée aux cultures céréalières.

- **Une zone à basses potentialités (Z3) :**

Située dans les hauts plateaux de l'Est et de l'Ouest, ainsi que dans le Sud du Massif des Aurès, cette zone se caractérise par un climat semi-aride. Les précipitations annuelles y sont en moyenne inférieures à 350 mm. Les rendements en grains sont généralement inférieurs à 8 quintaux par hectare. La superficie agricole utile (SAU) de cette zone s'élève à 4,5 millions d'hectares, dont près de la moitié est consacrée chaque année aux cultures céréalières.

En raison de sa production relativement faible de blé, l'Algérie dépend des importations. Elle est l'un des principaux importateurs mondiaux de blé, représentant 65% du marché africain (**Maggie, 2000**). Selon l'**OAIC**, en août 2012, l'Algérie a importé près de 500 000 tonnes de blé dur, en plus des 600 000 tonnes de blé tendre importées en juin de la même année. Au fil du temps, les ressources nettes en équivalent grain par habitant ont diminué, passant d'environ 77,15 kg/habitant/an dans les années 1962-1967 à 59 kg/habitant/an en 2011-2012.

Selon **Chehat en 2012**, le blé constitue une composante essentielle de l'alimentation des Algériens, tant sur le plan énergétique que protéique. Il contribue à hauteur de 60% des calories et de 75 à 80% des protéines de leur alimentation. Un kilogramme de matière sèche de blé

tendre contient environ 130 g de matière azotée, 23 g de matières grasses, 27 g de cellulose et 18 g d'éléments minéraux (Forgeois et al. 1993).

I.4.1.3. La production céréalière en Algérie en 2022 :

Dans les régions agricoles spécialisées dans la culture céréalière, il est rare de trouver des moissonneuses encore en activité. Les Directions des services agricoles (DSA) dressent actuellement des pré-bilans de la récolte. Selon nos sources, les prévisions initiales d'une récolte d'au moins 40 millions de quintaux, toutes variétés confondues, commencent à être confirmées. Cependant, il faudra attendre que toutes les DSA soumettent leurs rapports pour avoir une vision complète des performances de cette année.

En attendant, il est évident que les rendements varient considérablement d'une wilaya à l'autre, voire à l'intérieur d'une même région, souligne un responsable du secteur. Cette disparité n'est pas nouvelle, car il y a toujours eu des zones à rendement excellent tandis que d'autres ont des récoltes à peine acceptables, avec des rendements ne dépassant pas 15 quintaux à l'hectare, alors que la moyenne nationale se situe entre 19 et 21 quintaux à l'hectare. Cette année, cependant, les écarts observés sont très importants, malgré les conditions favorables pour obtenir des résultats satisfaisants.

En attendant les statistiques finales, de nombreux experts prévoient une saison "moyenne" par rapport à celle de 2018, qui avait atteint 60 millions de quintaux. Le rapport du Foreign Agricultural Service du département américain de l'agriculture (USDA) prévoit également une production de blé en Algérie pour la campagne de commercialisation 2021/2022 proche des estimations locales. Selon ce rapport, la production locale serait d'environ 3,9 millions de quintaux, avec des importations atteignant au moins 5 millions de quintaux.

Ce rapport mentionne également que le niveau des importations algériennes a été revu à la hausse en raison de la situation sanitaire. En effet, la pandémie a eu un impact sur la consommation locale, qui a considérablement augmenté, modifiant ainsi les objectifs des autorités visant à réduire les importations.

Dès les premières semaines de confinement, les ménages se sont précipités pour acheter des produits de base tels que la farine et la semoule, par crainte de pénuries et de ruptures d'approvisionnement. Le rapport indique également une augmentation de la consommation d'orge en Algérie depuis l'an 2000, principalement en raison de la demande croissante d'aliments pour le bétail.

Chapitre I : Analyse Bibliographique Sur Le Blé

Les prévisions de l'USDA indiquent également que la consommation d'orge en Algérie devrait rester stable, atteignant environ 2 millions de tonnes au cours de la campagne de commercialisation 2021/2022. L'USDA note que les importations d'orge du pays dépendent des conditions météorologiques, avec une demande d'orge plus élevée en cas de pâturages insuffisants. Les importations d'orge devraient également atteindre 5 millions de tonnes au cours de l'exercice 2021/2022 (**Bouزيد chalabi, 2021**).

I.4.1.4. Importation des blés par l'Algérie :

La production nationale de céréales en Algérie ne satisfait qu'environ 20% de la consommation humaine, ce qui signifie que la différence est comblée par les importations. Pendant certaines années, les importations peuvent représenter jusqu'à 80% des besoins nationaux. Au cours de la dernière décennie, la quantité moyenne importée a dépassé quatre millions de tonnes par an, pour un coût de 730 millions de dollars américains. Les importations ont considérablement augmenté au fil du temps. Dans les années 1920, elles étaient d'environ 500 000 quintaux par an, soit 27 kg par personne. En 1960, elles ont atteint quatre millions de quintaux, soit 40 kg par personne, selon **Bencharif et al. (1996)**. En 2005, les importations ont atteint 60 millions de quintaux, représentant 43% de la valeur totale des importations du pays (**CNIS, 2005**).

Ces importations placent l'Algérie parmi les plus grands importateurs mondiaux de céréales, occupant 65% du marché africain (**Maggie, 2000**). Les principales céréales importées sont le blé dur (14 millions de quintaux), le blé tendre (26 millions de quintaux), l'orge (16 millions de quintaux) et l'avoine (quatre millions de quintaux). La France est le principal fournisseur de ces céréales (**CNIS, 2005**).

I.4.1.5. À la wilaya de Tlemcen :

Les services agricoles de la wilaya de Tlemcen ont annoncé que la prochaine campagne de moisson-battage débutera au début du mois de juin. Malgré les effets de la sécheresse sur une grande partie des terres cultivées, une production prévisionnelle de plus de 1,6 million de quintaux de céréales est attendue. La superficie totale concernée par la campagne est de 176 200 hectares, avec une prédominance de l'orge sur une superficie de 88 200 hectares. Environ 50 000 hectares touchés par la sécheresse ne seront pas moissonnés.

Une commission de suivi a été mise en place pour assurer le bon déroulement de la campagne, regroupant des institutions agricoles, bancaires, d'assurance agricole, etc. Des

Chapitre I : Analyse Bibliographique Sur Le Blé

moyens importants ont été mobilisés, notamment 336 moissonneuses-batteuses, 5 316 tracteurs et 1 039 camions de différents tonnages. La wilaya de Tlemcen dispose de 21 points de collecte et de stockage des céréales, y compris un nouveau centre dans la région de Sidi Djillali.

Des équipes sont sur le terrain pour surveiller l'état des cultures, estimer la production et inspecter les points de collecte et de stockage. Une réunion préparatoire de la campagne a souligné l'importance de la préparation des machines et du recrutement de conducteurs qualifiés, ainsi que de faciliter la livraison aux points de collecte. Des mesures de sensibilisation ont également été prises pour informer les travailleurs et les agriculteurs sur l'importance du port de masques et de gants pour prévenir la propagation du Covid-19.

II. Généralités sur le blé dur :

Actuellement, parmi les différentes céréales, le blé dur (*Triticum durum*) est considéré comme l'une des plus anciennes espèces et constitue une part importante de l'alimentation humaine, ce qui en fait une culture économiquement importante. Les céréales fournissent près de la totalité de la nutrition de la population mondiale, dont 95 % proviennent des principales cultures céréalières (**Greenway et Munns, 1980; Bonjean et Picard, 1990**), parmi lesquelles le blé dur représente environ 8 % des superficies cultivées en blé dans le monde. Environ 70 % de ces cultures se trouvent dans la région du bassin méditerranéen (**Nachit, 1998**).



Figure 2 : Champ de blé dur (Adobe stock-2021)

Le blé dur est cultivé dans de nombreux pays, en particulier dans les régions au climat méditerranéen, comme l'Afrique du Nord et les grandes plaines des États-Unis. C'est une plante herbacée annuelle monocotylédone de taille moyenne, dont les feuilles sont larges et alternées, avec un limbe aplati et une paille souple et fragile. Elle forme un épi composé de deux rangées d'épillets sessiles et aplatis. En Algérie, le blé est la base principale de l'alimentation des consommateurs et joue un rôle social, économique et politique important dans la plupart des pays du monde (**Hamdani et al., 2018**). C'est la troisième céréale la plus importante en termes de récolte mondiale et la plus consommée par l'homme (**Nedjah, 2015**), et en Algérie en particulier, elle est la première de par son prix élevé de 6500 DA/qx et sa consommation sous différentes formes, notamment le couscous, les pâtes alimentaires, le pain et le frik.

II.1. Biologie du blé dur :

II.1.1. Caractères botaniques :

II.1.1.1. Les caractères systématiques :

La classification du blé dur :

- Règne : Plantae
- Sous-règne : Tracheobionta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Liliopsida
- Famille : Poaceae

- Genre : *Triticum*
- Espèces : *Triticum turgidum*
- Sous-espèces : *Triticum durum*

II.1.2. Caractères morphologiques :

II.1.2.1. Appareil racinaire :

Selon **Soltner (1988)**, lors de la germination, une racine primaire appelée radicule ainsi qu'un entre-nœud sub-coronal émergent du grain de blé. Ce dernier évolue vers la formation d'un collet près de la surface du sol et peut donner lieu à un système racinaire secondaire développé, qui peut s'enfoncer jusqu'à deux mètres de profondeur pour fournir les nutriments nécessaires à la plante. De plus, le blé possède des racines fibreuses.

II.1.2.2. Appareil aérien :

- **La tige**

La tige ou talle de la plante a une forme cylindrique et est constituée de cinq ou six internœuds, séparés par des structures denses appelées nœuds, à partir desquels les feuilles se développent. La tige peut être remplie de moelle ou creuse. (**Soltner, 1988**).

- **La feuille**

Belaid (1986) indique que les feuilles présentent des nervures parallèles. Le limbe est souvent muni de deux prolongements aigus à la base, appelés oreillettes ou stipules, qui embrassent plus ou moins complètement la tige. Une petite membrane non vasculaire peut entourer en partie le chaume à la soudure du limbe et de la graine. En outre, la feuille terminale joue un rôle important dans la reproduction.

II.1.2.3. Appareil reproducteur :

Les fleurs du blé sont en grand nombre, petites et peu visibles, et sont regroupées en une inflorescence composée d'unités morphologiques de base appelées épillets. Chaque épillet est composé de deux glumes (bractées) qui renferment de deux à cinq fleurs distiques, disposées sur une rachéole. (**Soltner, 1988**).

II.1.2.4. Le grain :

Chapitre I : Analyse Bibliographique Sur Le Blé

Le grain de blé, également appelé caryopse, possède une face dorsale (arrière) et une face ventrale (avant), ainsi qu'un sommet et une base. La face dorsale est caractérisée par un profond sillon qui s'étend du sommet à la base. Le caryopse est également pourvu d'une brosse, tandis que l'embryon est situé à la base de la surface dorsale. Le grain de blé se compose de trois parties principales : l'enveloppe du grain (péricarpe), l'enveloppe du fruit (assise protéique), l'endosperme (albumen), et le germe ou embryon. (Soltner, 1988).

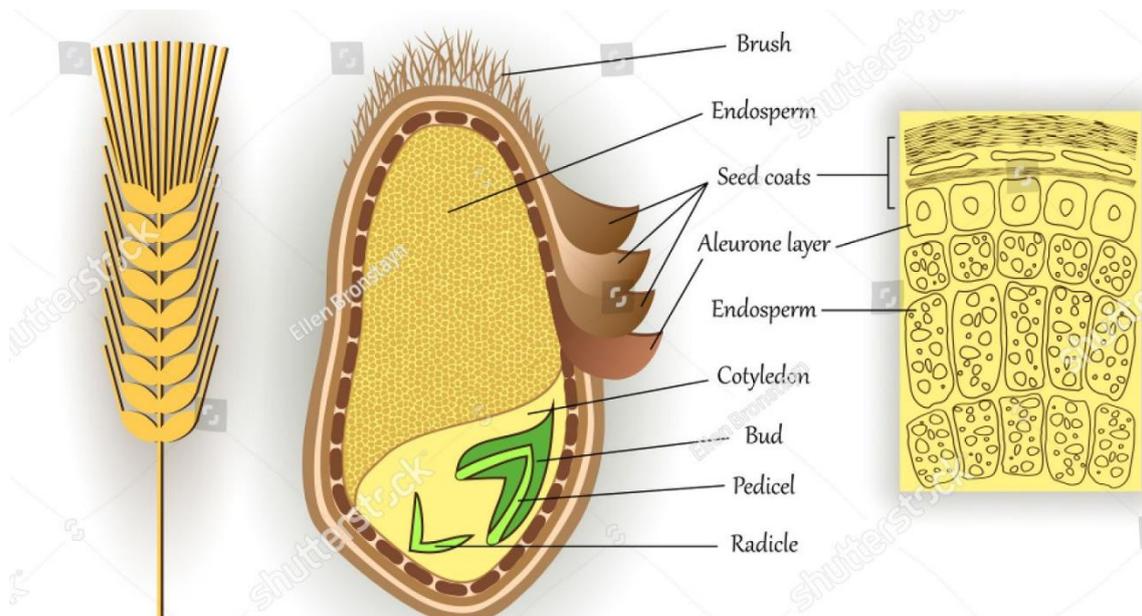


Figure 3 : Coupe longitudinale présentant un diagramme de l'anatomie d'une graine de blé (Ellen Bronstaln)

II.2. La culture du blé dure :

II.2.1. Période végétative :

Cette période de développement est strictement herbacé, s'étend du semis jusqu'à la fin du tallage, et se caractérise par trois stades distincts :

II.2.1.1. Stade de semis :

L'installation d'une culture de blé revêt une importance cruciale, car elle conditionne le développement et la croissance des plantes. La réussite de cette étape dépend de plusieurs facteurs, notamment le choix d'une variété adaptée au climat et au sol de la zone, la date de semis, la densité de semis et la profondeur de semis.

Les systèmes de culture ont favorisé le développement de différents types de blé :

- Le blé d'hiver est semé à l'automne et caractérise les régions méditerranéennes et tempérées.
- Le blé de printemps, quant à lui, est semé au printemps dans les pays où l'hiver est plus rude.

II.2.1.2. Stade levée (tallage) :

D'après (Soltner 1988), le stade de tallage est un processus spécifique aux graminées, marqué par la formation du plateau de tallage, la production de nouvelles racines et l'émission de talles. La formation de la talle débute après le développement de la troisième feuille, soit environ 45 jours après le semis (Moule C, 1971). Il est possible que des talles secondaires se forment et puissent émettre à leur tour des talles tertiaires.

Pour cette phase de développement, des températures moyennes comprises entre 9°C et 22°C sont nécessaires. Le nombre de talles produites dépend de plusieurs facteurs tels que la variété de blé, l'apport en éléments minéraux et en eau de la plante, les conditions climatiques ainsi que la densité de semis et le roulage. (Masale, M.J, 1980).

II.2.2. La période reproductrice :

Cette période correspond à la formation et la croissance de l'épi. Elle se divise en plusieurs stades :

II.2.2.1. Stade montaison (Gonflement)

La phase de montaison débute à la fin du tallage et se caractérise par l'allongement des entrenœuds et la différenciation des pièces florales. Pendant cette phase, certains tallages herbacés régressent tandis que d'autres sont couronnés par des épis. Cette période de croissance active nécessite des quantités accrues d'éléments nutritifs, en particulier d'azote. La montaison se termine à la fin de l'émission de la dernière feuille et lorsque les épis provoquent le gonflement des grains. (Clement-Grancourt et Prats, 1971 cité par Nadjem, 2012).

II.2.2.2. Stade épiaison (fécondation)

Le nombre de fleurs fécondées durant cette phase est lié à la quantité d'azote dans le sol et à l'évapotranspiration atteinte lorsque 50% des épis sont sortis de la dernière feuille. Cette phase correspond au pic de croissance de la plante, qui aura produit les trois quarts de sa matière sèche

totale, et dépend de manière importante de la nutrition minérale et de la transpiration, qui influencent le nombre final de grains par épi. (Gate, 1995; Masale, 1980).

II.2.3. Période de formation et maturation du grain :

II.2.3.1. Le grossissement du grain :

Pendant cette phase, la plante change son fonctionnement pour se concentrer sur le remplissage des grains avec la biomasse produite. Au début, les cellules se multiplient et le grain s'organise. Les besoins des grains sont alors inférieurs à ce que fournissent les parties aériennes, qui stockent plus de 75% de la matière sèche. Les besoins augmentent à mesure que le poids des grains dans l'épi augmente, tandis que la matière sèche des parties aériennes diminue progressivement. Seulement 10% à 15% de l'amidon du grain peut provenir de réserves antérieures à la floraison. Environ 40% à 50% des réserves s'accumulent dans le grain qui, bien qu'il atteigne sa taille définitive, reste encore vert et mou à ce stade appelé "grain laiteux" (Boulelouch N, 2002).

II.2.3.2. Maturation du grain :

Selon **Belaïd en 1996**, la maturation est la dernière étape du cycle végétatif du blé dur et correspond à l'accumulation d'amidon dans les grains. Cette phase est caractérisée par une perte progressive d'humidité du grain à travers différents stades. Elle commence après une période de stabilité de la teneur en eau du grain pendant environ 10 à 15 jours. À ce stade, le grain ne perdra que l'excès d'eau qu'il contient et passera progressivement par les stades "rayable à l'ongle" (20% d'humidité) puis "cassant sous la dent" (15-16% d'humidité) (Gate, 1995).

Chapitre II : L'itinéraire Technique

De Conduite Des Céréales

I. Echec des programmes d'améliorations des rendements :

En plus des défis liés à une gestion aléatoire, à des changements continus de statuts fonciers et à l'absence de vulgarisation de techniques de production, l'agriculture algérienne subit les conséquences de la sécheresse, qui provoque un stress hydrique. La céréaliculture est particulièrement vulnérable, car elle est pratiquée sur de vastes superficies en terrain sec et sa production varie considérablement (de 10 à 50 millions de quintaux depuis l'indépendance). Bien que la population algérienne ait considérablement augmenté (de 10 millions d'habitants en 1960 à plus de 40 millions en 2017), la production agricole en général et la céréaliculture en particulier n'ont pas progressé d'un quintal, ce qui n'a pas suivi cette évolution. En Algérie, la production de céréales reste insuffisante pour répondre aux besoins croissants du pays. Il est impératif d'augmenter la productivité du sol en améliorant les techniques culturales.

D'importants efforts ont été déployés, tels que l'augmentation des prix de cession des produits agricoles par le crédit RFIG-FNDA et le soutien à la production par Fellah OAIC, l'introduction de semences performantes et à cycles courts par l'ITGC et l'INRA, ainsi que la vulgarisation de l'utilisation des produits dés herbants et phytosanitaires. Cependant, tous ces efforts n'ont pas conduit à une amélioration des rendements en céréales, ce qui implique l'existence d'un facteur limitant qui reste à identifier.

II. Détermination des facteurs limitantes (problématique) :

Malgré tous les efforts déployés, les techniques et moyens utilisés dans la production céréalière sont freinés par l'effet de la sécheresse, qui affecte cette culture pendant tout son cycle végétatif. La production céréalière en Algérie, en particulier dans l'ouest du pays (comme dans notre site d'expérimentation à Ferme pilote Hamadouche, dans la wilaya de Tlemcen), dépend fortement des variations climatiques caractéristiques de la région, notamment une pluviométrie irrégulière et insuffisante (inférieure à 400 mm), en particulier au printemps (mars-avril). Par conséquent, il est nécessaire de trouver un moyen de contourner ce problème de stress hydrique. Il convient de noter que le stress hydrique se produit lorsque l'ETM (évapotranspiration maximale) dépasse la réserve en eau du sol et la RU (rétention d'eau utile) disponible pour les racines des plantes.

III. Contournement du stress hydrique :

Le contournement le plus simple et logique pour faire face au stress hydrique est de corriger la R.U en apportant de l'eau supplémentaire au sol, via l'irrigation d'appoint. Cette technique ancienne s'engage dans la voie de la gestion du stress hydrique, en fournissant un complément d'eau aux précipitations qui participe effectivement à une amélioration significative de la production. Des essais réalisés sur 30 hectares à Bensekrane entre 2017 et 2022 ont démontré qu'en irriguant les céréales, il est possible d'obtenir une augmentation de la production de plus de 250% et une marge économique nette significative qui compense toutes les charges engagées, et qui augmente donc le bénéfice net de l'agriculteur. De même, des essais menés sur une ferme pilote à Hamadouche, où l'irrigation d'appoint a été pratiquée sur 16 hectares entre 2016 et 2022, ont permis d'obtenir un rendement moyen de 62,30 quintaux par hectare.

IV. Irrigation D'appoint des céréales :

Également connu sous le nom d'irrigation de complément, ce procédé vise à compenser la quantité d'eau perdue par le sol due à l'évaporation et à l'absorption par les racines des plantes, éliminée par la transpiration. Ces pertes d'eau par le sol sont globalement désignées sous le terme d'évapotranspiration.

En théorie, il existe deux types d'évapotranspiration : l'évapotranspiration maximale (ETM) et l'évapotranspiration potentielle (ETP). Cependant, c'est l'ETM qui est prise en compte lors de la correction des sols, ce qui signifie qu'il est nécessaire de restituer cette valeur en millimètres au sol pour assurer un bon développement des plantes.

L'ETP est déterminée à partir de mesures effectuées sur une période de 20 ans pour chaque région.

IV.1. Comment calculer ETM :

L'ETM est le volume d'eau évapo-transpirée (ETM) que nous devons connaître pour chaque mois, afin de la restituer au sol est calculé ainsi :

$$\mathbf{ETM = ETP \times Kc}$$

Chapitre II : L'itinéraire Technique De Conduite Des Céréales

Kc est un coefficient cultural déterminé, il est spécifique pour chaque culture ainsi le Kc des céréales est le suivant:

Tableau 1: KC des céréales (INSID EL HARACH)

Mois	Nov	Dec	Janv	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin
Kc	0.35	0.45	0.50	0.60	0.90	1.10	0.80	0.40

Tableau N°2: ETP et ETM pour Tlemcen

MOIS	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	DEC
ETP	31	46	77	107	139	160	182	167	121	77	42	30
ETM	16	28	69	118	111	64	/	/	/	/	17	15

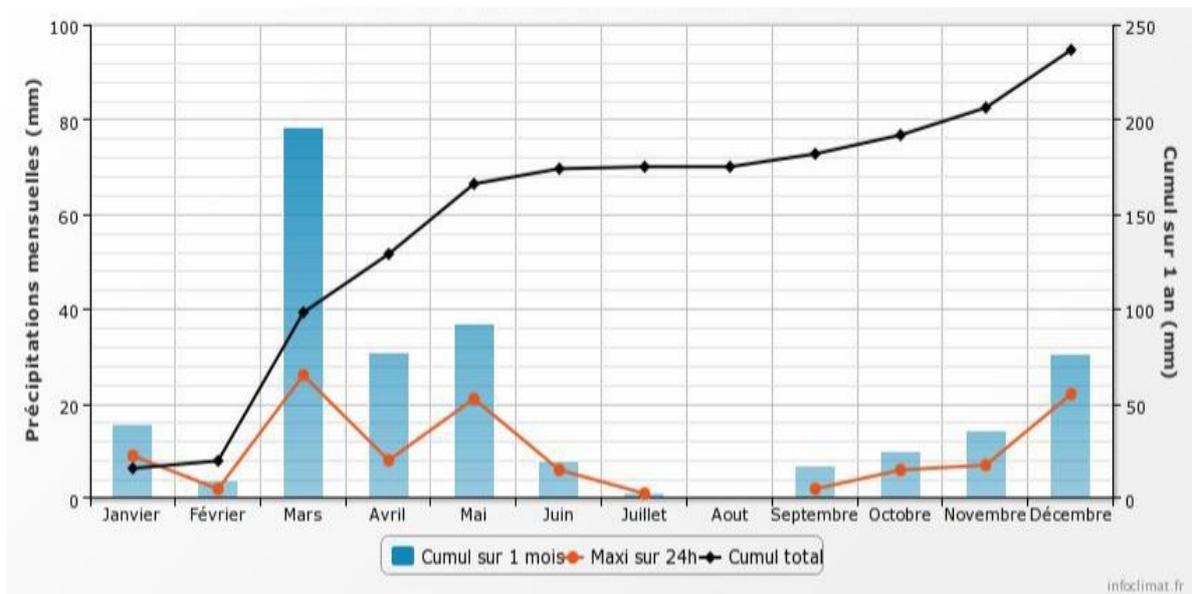


Figure 4 : Précipitation à Tlemcen de l'année 2022-2023 (infoclimat.fr,2023)

Comment savoir que notre sol (réserve utile = quantité d'eau à la disposition des racines de nos céréales) manque d'eau; tout simplement en calculant l'ETM (quantité d'eau perdue) et la comparer aux précipitations du mois en cours; si l'ETM est supérieur aux précipitations (pluie ou irrigation), donc il faut irriguer et ramener au sol juste la quantité «Q» qui est égale à:

Chapitre II : L'itinéraire Technique De Conduite Des Céréales

ETM - pluviométrie = déficit <<Q>> mm, ex: le mois de mars 2023, il a plu á Tlemcen 26 mm, sachant que l'ETM = ETP x Kc ETM = 77 x 0,9= 69,3 mm= 70 mm

Donc l'apport par irrigation est déterminé par la soustraction des besoins réels 70 mm, la quantité ramenée par la pluie 45 mm donc le déficit est de 70 mm-45mm = 25mm

Tableau 2 : Pluviométrie à Tlemcen (sep 2022 au mai 2023) (fr.weather.com,2023)

MOIS	SE P	OC T	NOV	DE C	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	TOTA L
Pluviométrie (mm)	15	18	30	25	20	10	55	/	30	193

IV.2. L'eau fait-elle les rendements a elle seul ? :

Pour assurer une utilisation efficace de l'eau, il est essentiel de suivre un bon itinéraire technique, car les rendements ne dépendent pas uniquement de la quantité d'eau utilisée.

Afin de maximiser l'utilisation des précipitations et de préserver cette ressource rare, il est nécessaire de mettre en place des stratégies visant à emmagasiner le plus d'eau possible. Pour ce faire, il est recommandé d'adopter des pratiques telles que le labour profond en été, sans retourner le sol (en utilisant des charrues à dents ou des cultivateurs), afin de maintenir les horizons du sol à leur position appropriée (TCS, conservation des horizons du sol).

IV.3. L'irrigation a chaque stade :

IV.3.1.Irrigation au semis :

Si la pluie se fait rare après le semis, il est impératif d'irriguer (d'au moins 17 mm) afin de prévenir les pertes pouvant atteindre 25% de la quantité semée, soit 12,5 Qx/ha pour un rendement prévu de 50 Qx/ha. En outre, l'irrigation garantit une date de semis déterminée ainsi qu'une levée homogène.

IV.3.2.Irrigation au stade tallage :

Effectivement, l'eau seule ne suffit pas à garantir de bons rendements. Avant d'envisager l'irrigation (en cas de stress hydrique), il est primordial de procéder à une élimination des mauvaises herbes, qui constituent une source de concurrence pour la plante, tant pour l'eau que

pour les éléments nutritifs tels que l'azote, le phosphore, le potassium et les oligo-éléments. Cette étape doit être réalisée au stade 3 à 4 feuilles, voire même dès le début du tallage. Ensuite, il convient d'apporter un premier engrais azoté équivalent à 40 unités ou 80 kg/ha à ce stade critique qu'est le stade épis 1 cm. Il est important de souligner que l'irrigation (30% des besoins totaux) doit être effectuée après l'épandage de l'engrais azoté pour faciliter sa dissolution et son assimilation par la céréale.

IV.3.3. Irrigation au stade montaison:

Si l'irrigation est nécessaire (en raison d'un manque de pluie) à ce stade également, il faudra apporter les 70% d'azote restants, soit 1.3 Qx/ha, à la plante avant d'irriguer.

IV.3.3.1. Irrigation au stade Gonflement:

La période de floraison est une étape cruciale dans la vie de la plante, durant laquelle la longueur de l'épi est déterminée ainsi que le nombre de grains qui ne seront pas avortés. Il est important de ne pas confondre cette étape avec le stade de gonflement, car il est déconseillé, voire interdit, d'irriguer par aspersion pendant la floraison. En effet, l'irrigation par aspersion nuit aux étamines et peut entraîner l'effet de coulure des fleurs, ce qui se traduit par des épis maigres et dépourvus de grains.

IV.3.3.2. Irrigation au stade remplissage maturation:

L'irrigation pendant cette période permet aux grains de se développer. En effet, l'eau facilite le transfert des éléments nutritifs de la feuille étandard vers l'épi. Il est donc impératif d'irriguer pendant cette période pour éviter l'échaudage (c'est-à-dire l'avortement des grains par manque d'eau et en particulier par fortes chaleurs). Étant donné que la demande en eau du sol est très élevée, il est préférable de diviser l'apport en deux. Le premier apport devrait être effectué vers la fin de la floraison (après s'être assuré que le pollen a migré des étamines vers le pistil) et le deuxième apport vingt jours plus tard, au début de la maturation. Cette stratégie permet aux graines d'avoir un poids de mille grains élevés, ce qui se traduit par un rendement élevé.

V. Travail du sol :

V.1. Labour Profond :

Au fil des décennies, partout dans le monde, on assiste à un passage progressif du travail du sol conventionnel (culture avec gabarits, retournement de la couche à une profondeur de 20-30 cm) et des formes variées de préparation sans retournement des couches de sol, allant jusqu'au semis direct.

Le labour à versoirs reste la technique agricole la plus répandue dans le monde. Cette pratique augmente la productivité des cultures en contrôlant la croissance des mauvaises herbes et en brisant la structure du sol.

Des essais réalisés par (**M. Amara, 2008**) ont également montré que l'utilisation de la pièce de travail du sol modifiait fortement les valeurs de porosité, d'humidité et de résistance à la perforation du sol. La porosité a augmenté de manière significative après le travail du sol, passant de 40,4% à 49,38%.

Après passage du cover-crop, une valeur de 51,02% a été atteinte et après le cultivateur à dents, la porosité totale augmente à une valeur de 52,65%.

Selon (**Bernd, 2003**), le travail du sol affecte les facteurs biotiques et abiotiques du sol, soit directement en modifiant les propriétés structurelles du sol comme la disposition des pores, la connectivité des pores, soit indirectement en modifiant les conditions d'aération, de température et de perméabilité du sol, la température et la pénétrabilité du sol par les racines.

Selon (**Richard G, 2004**), les racines mènent une vie secrète dans le sol. Un hectare de blé d'hiver peut cacher 300 000 km de racines qui fournissent de l'eau et des nutriments à la culture. Un système racinaire bien développé est le résultat d'une bonne structure du sol pour obtenir des rendements élevés.

Un système racinaire bien développé est le résultat d'une bonne structure du sol et est essentiel pour des rendements élevés (**M. Amara, 2008**). Cependant, le travail du sol est toujours approprié : Lorsque la profondeur de compaction est inférieure à 15 cm. Dans ce cas, la charrue 4304 peut ramener à la surface les mottes compactées qui seront alors soumises à l'action de l'outil de traitement de surface 4304, aux effets éventuels du gel et surtout à l'alternance d'humectation et de séchage ; des traces importantes sont produites à la récolte lorsque les résidus d'herbicides appliqués sur une culture précédente doivent être saupoudrés

dans la terre végétale et dilués lors de la multiplication des semences lorsque les populations d'adventices comme la sétaire et l'Artemisia deviennent trop importantes, voire développent des résistances.

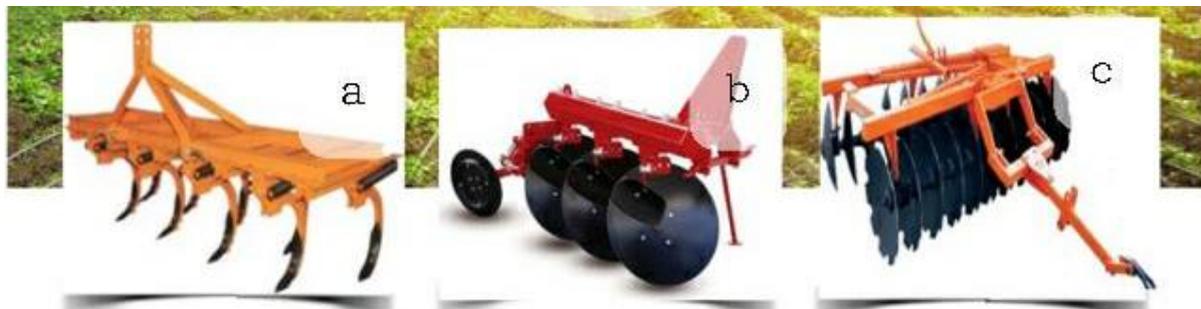


Figure 5 : Les différents outils utilisés dans le travail du sol(a-chisel,b- charrue à disque,c- cover-crop) (groupetahraoui.com)

V.2. Labour superficiel (lit de semence) :

V.2.1.1. Préparation de surface :

La préparation de surface concerne la couche supérieure du sol. C'est dans cette couche C'est dans cette couche de 10 cm d'épaisseur que la graine doit trouver les conditions favorables à la germination et au développement de la plantule (**Anon., n.d.**).

Idéalement, la surface doit comporter des mottes suffisamment grosses (jusqu'à 5-6 cm de diamètre) pour assurer une bonne résistance au cloquage, comme les effets de la pluie et du gel hivernal Sur une épaisseur de quelques centimètres (maximum 5-6 cm) :

Un mélange de terre fine et de petites mottes de terre pour assurer un bon contact entre la graine et le sol, pour assurer un approvisionnement adéquat en eau pour les graines et les plantules ; les graines bien enrobées sont également moins exposées aux oiseaux, en particulier aux escargots (**M. Amara, 2008**) Sous le lit de semence, une couche de terre composée de mottes de tailles variées, non aplaties, non creuses, initialement Le lit de semence doit se drainer en cas de fortes pluies et par la suite le développement des racines ne sera pas entravé (**futura science**). La structure apportée par le traitement de surface du sol permet une circulation rapide de l'eau et de l'air dans le lit de semence vers les couches plus profondes afin de satisfaire les besoins en eau, en oxygène et en chaleur des graines et des plantules.

VI. Les amendements en engrais de fond :

La composition du sol est constituée de matière organique et d'éléments minéraux, mais il est souvent difficile pour les agriculteurs de connaître les disponibilités exactes des éléments assimilables par les plantes et les besoins réels de leurs cultures. Dans notre pays, il est difficile d'apporter de la fumure organique aux cultures de céréales en raison de la grande superficie des terres cultivées et des disponibilités limitées de cette matière. Les agriculteurs se tournent donc souvent vers les cultures horticoles. Cependant, pour les cultures de céréales conduites avec une irrigation d'appoint, il est souhaitable d'ajouter 40 tonnes par hectare de résidus de cultures tels que les chaumes et la paille tous les 3 à 4 ans, associés à un apport limité d'ammonitrate 33,5%, surtout après un pâturage et avant les pluies automnales.

VI.1. Fertilisation minérale :

VI.1.1. Fertilisation potassique :

En général, les espèces céréalières ont une grande capacité d'absorption de l'élément potasse "K", qui joue un rôle important dans plusieurs aspects de leur développement. Tout d'abord, il favorise la formation des réserves, notamment de glucides et de protéines, et contribue à remplir les graines. De plus, il renforce la résistance des plantes à la sécheresse, au gel et aux maladies cryptogamiques, et augmente le taux de matière sèche. Les besoins en "K" sont particulièrement élevés à partir du stade de la montaison. En outre, le potassium améliore la synergie avec l'azote, surtout dans les sols basiques. Bien que la concentration de la solution aqueuse en potassium puisse être élevée, son assimilation par les plantes reste limitée. Par conséquent, des apports en potasse sont indispensables pour obtenir des rendements élevés en grains, surtout dans des conditions de forte pluviométrie. **(Ben Barek. K et Boubaker. M,2017)**

VI.1.2. Fertilisation phosphatée :

Le phosphore est un élément essentiel à la croissance et au développement des cultures céréalières. Il présente plusieurs avantages importants pour les plantes :

- Aux stades tallage et montaison, il stimule le développement du système racinaire.
 - Il est un facteur de précocité et de fructification.
 - Il améliore la résistance des plantes aux maladies et au froid.

Chapitre II : L'itinéraire Technique De Conduite Des Céréales

L'élément phosphate est un constituant important de la matière organique et des produits biochimiques indispensables à la croissance et au rendement des plantes. Les engrais phosphatés peuvent se présenter sous différentes formes :

Il existe plusieurs types d'engrais phosphatés sur le marché, qui se présentent sous forme d'anhydride phosphorique (P₂O₅) avec des concentrations variables en élément «P» :

- Le superphosphate 16% (Super16), qui est sous forme pulvérisée.
- Le superphosphate 45% (Super45), qui est sous forme granulée.
- Le mono-ammonium phosphate (MAP) qui associe l'azote (12%N) et le phosphate (52%P₂O₅).
- Des engrais composés qui contiennent les éléments N, P, K avec différentes concentrations.

Au stade de semis, l'apport simultané d'azote sous forme d'ammonitrate 33,5% et de phosphate sous forme combinée (MAP ou DAP) entraîne une forte synergie pour favoriser la croissance des plantes. (**Ben Barek. K et Boubaker. M, 2017**).

VII. Choix de la semence et la dose de semis :

Le choix de la semence et la dose de semis sont des éléments importants dans la culture des céréales, car ils peuvent avoir un impact significatif sur le rendement et la qualité de la récolte. Voici quelques points clés à considérer :

VII.1.Choix de la semence :

Le choix de la semence dépendra de plusieurs facteurs, tels que le climat, le type de sol, les maladies et ravageurs locaux, les caractéristiques de la variété, etc. Il est important de choisir une variété adaptée à votre région et qui possède les caractéristiques que vous recherchez, telles que la résistance aux maladies, la qualité des grains, la précocité, etc. Et on peut parler sur quelques variétés du blé dur connus en Algérie :

Les variétés locales traditionnelles **Hedba 3**, **MBB**, **O.Zenati 368**, **Bidi 17**, etc. sont maintenues depuis leur sélection bien avant 1961 jusqu'à nos jours et ce malgré leur faible potentiel de production, mais avec un rendement plus ou moins stable quelle que soit l'année et Les variétés en multiplication de semences en 1986 sont :

- **Bidi 17**,

- **Hedba 3,**
- **MBB,**
- **O.Zenati 368,**
- **Gloire Mt Golfier,**
- **Inrat 69,**
- **Cocorit 71,**
- **Mexicali 75,**
- **Sahel 77,**
- **Tassili,**
- **Waha,**
- **Guemgoum,**
- **Timgad 73,**
- **Khroub 76 et Tell 76**

Et en 1998, nous avons une autre gamme de variétés à savoir :

- **Bidi 17,**
- **Hedba 3,**
- **MBB,**
- **O.Zenati 368,**
- **T Polo/ZB,**
- **Inrat 69,**
- **Waha,**
- **Sham 3,**
- **Mexicali,**
- **Eider,**
- **Gta-Dur,**
- **Simeto,**
- **Ofanto,**
- **Belikh,**
- **Om Rabi 9**
- **Kébir**

VII.2.Dose de semis :

La dose de semis varie également en fonction de plusieurs facteurs tels que le type de céréale, le type de sol, le système de culture, les conditions climatiques, etc. En général, la dose de semis doit être ajustée en fonction de la qualité de la semence et de la densité de plantation souhaitée. Il est important de ne pas semer trop dense, car cela peut entraîner une compétition excessive entre les plantes, tandis qu'une densité de semis insuffisante peut réduire le rendement. (Hayes, R. C. et al. (2018)).

L'objectif est d'atteindre 200pieds/m² a la sortie d'hiver pour le semis précoce et 220 à 250 pieds/m² pour tardif.

Augmenter considérablement la densité de semis n'améliore pas le rendement. Les densités élevées conduisent régulièrement a de la verse physiologique, et favorisent le développement des maladies foliaire.

Tableau 3 : Dose de semis par m² (normandie.chambres-agriculture.fr)

	BONNE (TALLAGE FACILE)	TERRE PETITE (TALLAGE DIFFICILE)	TERRE
15 OCTOBRE AU 1 ^{ER} NOVEMBRE	180 à 220 gr/m ²	200 à 240 gr/m ²	
1 ^{ER} AU 11 NOVEMBRE	220 à 250 gr/m ²	240 à 260 gr/m ²	

VII.2.1. Calculer la quantité par hectare (kg/ha) :

Une fois la densité de semis déterminée (nbre de pied par hectare), il est important de calculer la quantité de graines à semer (kg de semences/ha). Cette valeur sera différente d'une variété à l'autre et d'une année sur l'autre en fonction du Poids de Mille Grains (PMG).

$$\text{Dose de semis} = (\text{nbre grains/m}^2 \times \text{PMG}) / 100$$

Les PMG sont indiqués sur les sacs de semences.

Tableau 4 : Densité de semis en kg/ha (normandie.chambres-agriculture.fr)

			POIDS DE MILLE GRAINES		
DENSITES (GR/M2)	DE	SEMIS	40 gr	45 gr	50 gr
250			100 kg/ha	112 kg/ha	125
300			124 kg/ha	140 kg/ha	155 kg/ha

A densité égale, la quantité de semence à l'hectare peut varier de 25% en fonction du PMG de la semence. Un tel écart risque de vous faire semer trop clair ou au contraire trop dru (Coûts supplémentaires et risques de maladies plus importants).

VII.3.Préparation du sol :

Il est important de préparer le sol correctement avant de semer les céréales. Le sol doit être bien nivelé et travaillé en profondeur pour améliorer la structure du sol et permettre une bonne croissance des racines. Il est également important de veiller à ce que le sol soit suffisamment humide avant la plantation.

VII.4.Épandage de l'engrais de fond :

L'engrais peut être épandu avant le semis ou après la levée des plantes. La dose d'engrais doit être calculée en fonction des besoins de la culture et de la qualité du sol. Il est important de ne pas surdoser l'engrais, car cela peut entraîner une croissance excessive et des pertes de nutriments dans l'environnement (Sinclair, T. R. et al. (Eds.) (2020).

VII.5.Semis :

Les graines doivent être semées à la bonne profondeur pour assurer une bonne germination et une croissance optimale des racines. Il est également important de veiller à ce que les graines soient bien espacées pour éviter une compétition excessive entre les plantes.

En résumé, le choix de la semence et la dose de semis sont des éléments importants dans la culture des céréales. Il est important de sélectionner une variété adaptée à votre région, de préparer le sol correctement, d'épandre l'engrais au bon moment et de planter les graines à la bonne profondeur pour maximiser le rendement et la qualité de la récolte.

Chapitre II : L'itinéraire Technique De Conduite Des Céréales

Le semis est une étape importante dans la culture des céréales, car il détermine en grande partie la qualité et le rendement de la récolte. Voici quelques informations clés sur le semis dans la céréaliculture :

- **Moment du semis :**

Le moment du semis dépend du type de céréale, des conditions climatiques et du type de sol. En général, les céréales d'hiver sont semées à l'automne, tandis que les céréales de printemps sont semées au début du printemps.

- **Densité de semis (dose de semis) :**

La densité de semis, c'est-à-dire le nombre de graines semées par unité de surface, est également importante. Elle dépend du type de céréale et de la fertilité du sol. En général, les densités de semis varient de 130 à 160 même 180 kg/ha.

- **Profondeur de semis :**

La profondeur de semis dépend du type de céréale et de la texture du sol. En général, les graines sont semées à une profondeur de 4 à 7 cm.

- **Type de semoir :**

Le type de semoir utilisé dépend du type de sol et de la taille de l'exploitation. Les semoirs à disques sont couramment utilisés pour les sols légers et les semoirs à socs pour les sols plus lourds.

VII.6. Le roulage :

Une opération effectuée dans le cadre de la culture des céréales, telles que le blé, l'orge, le seigle, etc. Il s'agit d'une étape importante qui intervient au début tallage, qui correspond à la formation des tiges et des feuilles des plantes. Le roulage consiste à passer un rouleau sur les champs pour aplatir les tiges et les feuilles qui ont poussé. Cette opération est effectuée pour plusieurs raisons : elle permet d'améliorer la pénétration de la lumière dans la culture, ce qui favorise la photosynthèse et donc la croissance des plantes ; elle permet également de tasser légèrement le sol, ce qui facilite la remontée de l'eau et des nutriments par capillarité au niveau des racines. Il est surtout pratiqué pour favoriser le tallage . Il est important de noter que le roulage doit être effectué avec précaution, car une pression excessive sur les plantes peut les endommager et nuire à leur croissance. Le moment idéal pour effectuer le roulage dépend de

nombreux facteurs, tels que la météo, la variété de la culture, le type de sol, etc. Il est généralement recommandé de le faire lorsque les plantes ont atteint le stade trois feuilles.

VIII. Engraissement azoté :

VIII.1. Fertilisation de couverture :

Les plantes sont autotrophes en carbone et en azote. A part les légumineuses fixatrices d'azote atmosphérique, elle prélève l'azote présent dans la solution du sol par leurs racines à partir de sa forme des nitrates pour fabriquer les acides aminés et les protéines indispensables à leur croissance et à la bonne fonction de la photosynthèse. (**Anonyme, 2017**).

VIII.2. Rôle physiologique de l'azote :

L'azote joue un rôle crucial dans la synthèse de la matière vivante à partir de la matière minérale. Selon **Soltner (2003)**, il est un constituant essentiel du cytoplasme car il favorise la constitution des réserves azotées dans les graines, la multiplication des chloroplastes, la multiplication cellulaire et donc la croissance des tissus. De plus, l'azote contribue à la synthèse de glucides grâce à l'augmentation du nombre de chloroplastes, ce qui augmente la teneur en protéines des céréales. Cependant, l'azote est souvent déficient dans les systèmes de production agricoles, ce qui peut avoir un impact négatif sur la croissance et le rendement des cultures.

VIII.3. Formes d'Azote :

L'azote est présent dans le compartiment sol-plante à une proportion de 95%, principalement sous forme organique et concentré dans la couche labourée du sol, qui se situe entre 25 et 30 centimètres de profondeur. Il peut également être présent sous forme minérale, ce qui permet aux plantes de l'assimiler (**Recous et al., 1996**).

Les plantes ne peuvent absorber que les formes ioniques solubles présentes dans la solution du sol. La forme préférentielle d'absorption de l'azote par les cultures est le nitrate (NO_3^-). En outre, une grande partie de l'ammonium (NH_4^+) présent dans le sol est convertie en nitrate par les micro-organismes du sol, tandis que le reste est directement absorbé par les racines des plantes (**Soltner, 2003**).

VIII.4. Source de l'azote :

Les différentes sources d'azote pour les cultures peuvent être :

- Les amendements organique : agro-alimentaire, fumier, composte et autre déchets sous-produit.
- Minéralisation de la matière organique du sol.
- Les engrais vert spécialement des légumineuses (luzerne, fève) et autre espèces fixatrice de l'azote moléculaire.
- Les engrais minéraux (Soltner, 2003).

VIII.5. Raisonnement de la Fertilisation azoté et calcul la dose d'engrais utilisé :

L'idée fondamentale derrière le raisonnement de la fertilisation azotée est que les besoins en azote d'une culture de blé doivent être satisfaits en ajoutant de l'engrais en complément de l'offre en azote du sol, qui doit être estimée avec précision. Selon **Comifer (1996)**, la fertilisation azotée raisonnée consiste en un ensemble de règles agronomiques qui doivent être organisées de manière cohérente, tant du point de vue de l'agriculteur que de celui de l'agronome. Elle vise à aider l'agriculteur à prendre des décisions éclairées concernant les apports de fertilisants minéraux ou organiques pour atteindre les objectifs qu'il s'est fixés en termes de quantité, tout en prenant en compte les particularités de son système de culture et des caractéristiques pédoclimatiques de son environnement. Enfin, cette approche se doit de préserver, voire d'améliorer, les caractéristiques écologiques de l'environnement.

VIII.6. Comment estimer (prévoir) la dose d'engrais azoté ?

La détermination de la quantité de N à fournir dépend de divers facteurs, notamment la disponibilité de N dans le sol, les exigences de la culture et surtout le rendement escompté (l'objectif).

Pour obtenir le rendement objectif de 50 qx/ha de blé dur, il est nécessaire d'apporter une quantité d'azote (N) qui correspond à la différence entre le rendement souhaité et la quantité d'azote déjà présente dans le sol, exprimée en unités N. Chaque quintal de blé dur produit

nécessite une consommation de 3 unités N. Les sols algériens étant pauvres en matière organique (MO) et en azote, à l'exception des parcelles en jachère ou cultivées en légumineuses, il est recommandé d'apporter un total de 150 unités N par hectare, soit l'équivalent de 3 qx/ha d'urée à 46% . Pour les terres en jachère ou cultivées en légumineuses, qui ont accumulé de l'azote atmosphérique, l'apport d'azote total requis est de 2 unités N par quintal prévu, soit l'équivalent de 60 unités N par hectare, soit 1,5 qx/ha d'urée. (Dans le cadre de notre étude, nous avons procédé à cette dernière variante)

VIII.7. Les besoins en azote dans la culture du blé :

Les besoins en azote d'une culture sont déterminés soit par les quantités d'azote nécessaires à absorber à chaque instant (besoins instantanés), soit par les quantités d'azote nécessaires sur l'ensemble du cycle (besoins totaux), afin d'atteindre le rendement et la qualité souhaités. Les besoins en azote quotidiens d'une culture dépendent de sa capacité de croissance. La quantité d'azote prélevée par les plantes est principalement liée à leur taux de croissance, ce qui explique la variation des besoins en azote d'une variété à l'autre. Les besoins en azote du blé varient considérablement au cours de son cycle de développement.

Au début du tallage herbacé, les besoins en azote sont faibles et peuvent être comblés par la minéralisation automnale, ce qui rend l'apport d'azote inutile lors du semis (**Gate, 1995**). Cependant, la température de l'air augmente progressivement, plus rapidement que celle du sol, ce qui stimule la croissance de la plante (les entre-nœuds s'allongent, les feuilles grossissent et les racines se développent), alors que la minéralisation du sol est très limitée. Ainsi, les quantités d'azote minéral disponibles dans le sol risquent de ne pas suffire pour combler les besoins en azote de la culture. Il est donc nécessaire d'apporter de l'engrais au début du printemps. La dose de ce premier apport doit être équivalente à la biomasse attendue au stade de développement de la culture où les épis mesurent environ 1 cm.

Les besoins en nutrition de la plante augmentent considérablement au stade de croissance appelé "épi 1 cm". Bien que la plante bénéficie d'une minéralisation naturelle au printemps, cette source de nutriments ne suffit pas. Par conséquent, un deuxième apport est nécessaire pour éviter de compromettre le rendement, surtout dans les cultures à très haut potentiel nécessitant une dose importante d'engrais. Pour cela, la dose peut être fractionnée en deux fois : les deux tiers de l'apport doivent être effectués au stade "épi 1 cm", tandis que le tiers restant doit être ajouté entre les stades "2 noeuds" et "apparition de la dernière feuille". Cette technique de

fractionnement peut augmenter de 0,2 à 0,3 point le taux en protéines des grains, comme l'a montré une étude menée par (**Le Souder en 1997**).

IX. Le désherbage :

Les plantes indésirables, sont des végétaux qui se trouvent naturellement dans un environnement donné et se développent dans les champs cultivés ou les jardins. Les adventices ont une adaptation similaire aux sols et aux conditions climatiques des plantes cultivées. Les pratiques favorisant les cultures favorisent également la croissance des mauvaises herbes (**ANONYME 1, 2006**). Ce sont des plantes qui se propagent naturellement, sans l'intervention humaine, dans des habitats naturels ou semi-naturels (**BRUNEL et al., 2005**).

Ces herbes ont été désignées comme des plantes qui poussent au mauvais endroit. En réalité, ce sont des plantes qui entrent en compétition avec les plantes que nous souhaitons cultiver. Elles rivalisent pour l'eau, la lumière du soleil et les nutriments présents dans le sol. Dans certains cas, leurs graines contaminent les cultures et en réduisent la valeur. Certaines mauvaises herbes ont la capacité de modifier la chimie du sol (Coquelicots) ce qui peut avoir des effets néfastes subtils sur les espèces végétales et, par conséquent, sur les animaux (**ANONYME 2, 2006**).

IX.1. Impact agro-économique des herbes indésirables :

Le problème central, d'un point de vue économique, réside dans la concurrence entre les cultures et les mauvaises herbes, comme le soulignent **CAUSSANEL et BARRALLIS (1973)** cités par **HAOUARA (1997)**. Ce problème consiste à déterminer la densité critique à partir de laquelle les mauvaises herbes entraînent une diminution de rendement, tant qualitative que quantitative, jugée inacceptable pour l'agriculture. La quantité de graines viables présentes dans un champ cultivé varie considérablement. Certains auteurs mentionnent des niveaux allant de 10 millions à 3 milliards de graines par hectare. À titre indicatif, le stock de graines, qui varie selon les régions en France, se situe entre 20 et 860 millions de graines.

Les agriculteurs luttent contre les mauvaises herbes principalement en raison de leur impact sur le rendement des cultures. Certaines adventices peuvent être plus compétitives que d'autres, et leur impact peut varier d'une année et d'une culture à l'autre. Dans le cadre de l'agriculture biologique, l'incidence des mauvaises herbes sur le rendement des cultures n'a pas

encore été étudiée de manière approfondie. Cependant, les mauvaises herbes peuvent néanmoins réduire le rendement. En évaluant la présence des adventices et en mesurant leur biomasse, les chercheurs peuvent déterminer leur impact sur le rendement, la qualité de la récolte, la production, la qualité et la rentabilité économique (**HAMMER MEISTER et al., 2006**). Dans certaines situations,

Il est possible d'initier le contrôle des mauvaises herbes dès les dernières récoltes, comme le mentionne **THIBAUT (2004)**. Les habitats de ces herbes sont plus ou moins ouverts et perturbés. Elles profitent des nouvelles pratiques techniques et des conditions favorables pour se propager à partir des zones voisines des parcelles (**CHAUVAL et al., 2004**).

IX.2. Interactions biologiques entre herbes indésirables et plantes cultivées :

Les mauvaises herbes environnantes exercent diverses actions dépressives sur les plantes cultivées tout au long de leur cycle végétatif, ce qui entraîne une nuisance directe mesurable sur le rendement des produits récoltés (**CAUSSANEL, 1988**).

IX.3. Compétition due aux herbes Indésirables :

La compétition désigne la concurrence établie entre plusieurs organismes pour une même source d'énergie ou de matière lorsque la demande dépasse les disponibilités (**LEMEE, 1967** cités par **CAUSSANEL, 1988**). La lumière, les éléments nutritifs du sol (en particulier l'azote) et l'humidité du sol sont les facteurs les plus connus ; plusieurs études ont été menées sur leur rôle dans les mécanismes de compétition. Certaines mauvaises herbes, comme l'avoine folle (*Avena fatua* L.), présentent de nombreux avantages compétitifs par rapport aux cultures céréalières. La perte de rendement subie par les céréales à la récolte peut être directement liée à des caractéristiques biologiques ou physiologiques qui favorisent le succès de l'avoine folle dans la compétition pour la lumière ou les éléments nutritifs. Les plantules d'avoine folle issues de graines d'espèces à racines profondes sont également favorisées dans leur "compétition pour l'espace", notamment lors des premiers stades de développement (**CAUSSANEL, 1988**).

IX.4. Epuisement des éléments nutritifs :

Selon **BLACKSHAW et al. (2004)**, les herbes indésirables peuvent bénéficier davantage des engrais que les cultures elles-mêmes. Ils ont récemment étudié les réponses respectives du blé et de 22 mauvaises herbes agricoles à la fertilisation phosphatée. Une forte fertilisation phosphatée dans une culture ayant une faible réaction au phosphore peut constituer une pratique

agronomique défavorable si des espèces de mauvaises herbes présentes sont capables de réagir fortement au phosphore du sol. Le développement de nouvelles stratégies de gestion des engrais favorisant davantage les cultures que les mauvaises herbes serait une contribution importante aux programmes de lutte intégrée contre les ravageurs des cultures (**BLACKSHAW et al., 2004**).

IX.5. Méthodes de lutte :

L'agriculteur doit pratiquer la rotation des cultures en association avec plusieurs techniques de désherbage pour contrôler efficacement et durablement les différentes espèces de mauvaises herbes. Pour déterminer s'il est nécessaire de désherber et, le cas échéant, quand et avec quelle méthode il faut le faire, l'idéal est de calculer le seuil économique et de connaître les densités critiques des différentes espèces de mauvaises herbes. La densité critique peut varier énormément selon les espèces en fonction des pertes de rendement qu'elles peuvent occasionner.

Par exemple, la présence dans un champ de 4 pieds de folle-avoine par mètre carré ou d'un pied de moutarde des champs par mètre carré indique qu'il faut commencer à lutter contre ces espèces (**Kadioglu et al., 1998**). L'objectif de toutes les mesures de lutte contre des mauvaises herbes est de diminuer leur population dans le champ lorsque la culture y est présente et de réduire le stock de graines de mauvaises herbes dans le sol. C'est pourquoi, la lutte est plus efficace lorsqu'elle est mise en œuvre à un stade précoce et, bien évidemment, avant que les mauvaises herbes ne commencent à produire des graines. Il est recommandé de toujours demander conseil à un agronome agréé avant d'utiliser ces produits.

IX.5.1. Pratiques de désherbage mécanique :

Avant de semer le blé, on peut effectuer un labour primaire du sol pour permettre un bon démarrage de la culture. Il est essentiel de nettoyer et de désinfecter tous les engins agricoles utilisés pour éviter d'introduire de nouvelles graines de mauvaises herbes dans le champ. Malgré son efficacité au début de saison culturale, le désherbage manuel ou mécanique n'est pas très répandu, surtout dans les grands champs. La principale raison est le coût très élevé de cette méthode, qui peut être 8 fois plus coûteuse que la lutte chimique et demande beaucoup plus de temps (jusqu'à 80 fois plus). En outre, beaucoup de mauvaises herbes (par exemple, *P. minor* et *Avena ludoviciana*) ressemblant à des plants de blé aux premiers stades de croissance, il est très difficile de les distinguer et de les retirer des rangs.

Le travail du sol limité et le sans labour sont désormais des techniques très appréciées et couramment utilisées dans les cultures de blé. Bien qu'elles soient considérées comme une stratégie rentable et durable de lutte contre les mauvaises herbes, leur mise en œuvre répétée au fil des années peut modifier l'équilibre entre les espèces d'adventices, favorisant certaines espèces comme *Rumex dentatus* et *Malva parviflora*. La lutte contre les mauvaises herbes étant une entreprise de longue haleine, elle n'en sera que plus efficace si les efforts sont poursuivis même après la récolte du blé. Des résidus de culture (pailles) d'environ laissés sur le champ (à raison de 7,5 tonnes par hectare) peuvent réduire l'infestation de mauvaises herbes de 40 %. Il est préférable de ne pas brûler les résidus végétaux. En effet, cette pratique a des impacts environnementaux catastrophiques, sans compter que la cendre réduit considérablement l'effet de certains herbicides utilisés pendant cette période (pendiméthaline et isoproturon).

IX.5.2. Gestion de la culture (densité, période de semis, fertilisation) :

Toute action qui augmente la capacité du blé à concurrencer les mauvaises herbes peut être bénéfique. D'après des résultats expérimentaux, une **augmentation de la densité des plantes** obtenue grâce à un inter-rang réduit (15 cm – 5.9 in) a des résultats positifs significatifs en termes de réduction de la population de mauvaises herbes (**Mongia et al., 2005**). Dans tous les cas, il est essentiel d'utiliser uniquement des semences certifiées ne contenant pas de graines de mauvaises herbes.

Un semis précoce peut également donner une longueur d'avance à la culture, notamment contre *P. minor*. Cependant, la date de semis ne doit pas trop s'écarter de la période recommandée, car cela risquerait d'entraîner une perte de rendement. Enfin, des interventions protégeant ou augmentant la vigueur des plantes (fertilisation, protection des plantes) doivent être réalisées si nécessaire. Avant le semis, ou lors du semis, l'agriculteur doit pratiquer un apport d'engrais placé à 2-3 cm (0.8-1.2 in) sous les semences en évitant de le semer à la volée. En règle générale, les engrais phosphatés favorisent la croissance des espèces de mauvaises herbes à feuilles larges, tandis qu'un apport d'azote a tendance à favoriser plutôt les graminées (**Chhokar et al., 2012**).

IX.5.3. Rotation des cultures :

Le principe est d'alterner le blé avec des espèces plus compétitives contre les mauvaises herbes les plus critiques pour le blé. De plus, le fait de cultiver différentes cultures dans un même champ, avec des périodes de semis et de maturité décalées, permet d'interrompre plus facilement le cycle de vie de certaines mauvaises herbes annuelles dangereuses. Des cultures comme l'orge, le navet, la betterave à sucre, la canne à sucre, le tournesol, le trèfle d'Alexandrie, le maïs, les haricots secs et le canola peuvent être utilisées avec le blé dans un schéma de rotation des cultures avec de bons résultats (Jalli et al., 2021). Cette stratégie se révèle très efficace pour lutter contre *Phalaris minor*. Cependant, lorsque le blé succède au riz, ce qui est le schéma typique en Inde, les mauvaises herbes sont favorisées et germent plus tôt dans la saison (automne) en raison d'une humidité suffisante du sol.

Pour protéger la culture suivante, l'agriculteur doit éviter d'utiliser des herbicides résiduels hautement persistants, capables de rester actifs dans le sol pendant plusieurs mois, sous peine d'être confrontés à de gros problèmes, surtout si la culture suivante appartient à la catégorie de plantes visées par l'herbicide utilisé (par exemple, espèces à feuilles larges).

IX.5.4. Lutte chimique – Herbicides :

Les herbicides chimiques demeurent la technique de contrôle des mauvaises herbes la plus utilisée pour le blé. Il est toutefois essentiel de faire attention au type de composé actif de l'herbicide, au dosage, au mode d'emploi et à la période d'utilisation. Il est important de toujours alterner les herbicides (et donc les sites d'action) ou d'utiliser des produits multi-sites (mélangé en réservoir, pré-conditionné ou séquentiel). Ces mesures sont essentielles pour éviter ou limiter les problèmes liés au développement d'une résistance aux herbicides employés par les mauvaises herbes. Hélas, chaque année, des espèces de mauvaises herbes acquièrent une résistance à de nouveaux composés actifs. Pour éviter les mauvaises surprises, il est recommandé de consulter la liste des mauvaises herbes résistantes aux herbicides qui est mise à jour en permanence.

Le désherbage chimique peut s'effectuer à l'aide d'herbicides pré-levée dont l'action partiellement résiduelle peut contrôler les premières poussées de mauvaises herbes en germination pendant les premiers stades de croissance de la culture. Ces herbicides contiennent notamment de l'imazapyr, du chlorsulfuron, de l'atrazine, du metsulfuron-méthyle et de la simazine. L'utilisation d'herbicides à base de chlorsulfuron doit être si possible évitée ou

s'accompagner d'une grande prudence car le composé reste actif dans le sol pendant de nombreux mois et peut endommager les légumineuses et les oléagineux susceptibles d'être plantés dans le champ après le blé.

Après la levée de la culture, on peut effectuer un désherbage chimique du stade « 3 feuilles » jusqu'à la fin du tallage (**Pala et Mennan, 2021**).

Il est important de toujours vérifier les conditions d'emploi sur l'étiquette du produit (stade de croissance limite du blé, stade de croissance idéal des mauvaises herbes pour l'application). La plupart des herbicides ne doivent pas être appliqués après le stade 6 sur l'échelle de Feekes (le premier nœud de la tige est visible) car il existe alors un risque élevé de blessure de la plante par l'herbicide. Il existe très peu d'herbicides pouvant être appliqués jusqu'au stade 8 sur l'échelle de Feekes (apparition de la dernière feuille) et contenant comme composés actifs de l'octanoate de bromoxynil et de la bicyclopyrone .

X. Traitement phytosanitaire :

Le traitement phytosanitaire des céréales est une pratique courante dans l'agriculture pour protéger les cultures contre les ravageurs et les maladies. Les céréales peuvent être traitées avec des pesticides chimiques ou des produits naturels tels que des extraits de plantes ou des huiles essentielles. Voici quelques informations sur les types de traitements phytosanitaires pour les céréales :



Figure 6 : Pulvérisateur 400L (scalair.com)

X.1. Pesticides chimiques :

Les pesticides chimiques sont largement utilisés pour lutter contre les ravageurs et les maladies des cultures céréalières. Ils sont souvent appliqués sous forme de pulvérisation sur les cultures et peuvent tuer les insectes nuisibles et les maladies. Cependant, l'utilisation excessive de pesticides chimiques peut avoir des effets négatifs sur l'environnement et la santé humaine.

X.2. Produits naturels :

Des extraits de plantes et des huiles essentielles peuvent également être utilisés pour lutter contre les insectes nuisibles et les maladies des cultures céréalières. Certaines plantes ont des propriétés insecticides et fongicides naturelles qui peuvent être utiles pour protéger les cultures. Les extraits de plantes et les huiles essentielles sont souvent considérés comme des alternatives plus écologiques aux pesticides chimiques.

X.3. Pratiques culturales :

En plus des traitements phytosanitaires, certaines pratiques culturales peuvent aider à réduire les problèmes de ravageurs et de maladies dans les cultures céréalières. Par exemple, la rotation des cultures peut aider à réduire la pression des maladies et des insectes nuisibles en évitant de planter les mêmes cultures dans les mêmes champs année après année. Le contrôle des mauvaises herbes peut également être utile pour réduire la compétition des plantes et aider à maintenir la santé des cultures. Il est important de noter que le traitement phytosanitaire doit être utilisé avec prudence et conformément aux réglementations locales et nationales en matière d'utilisation de pesticides. Les agriculteurs et les producteurs doivent également considérer les effets environnementaux et sanitaires de l'utilisation de pesticides chimiques et envisager des alternatives plus écologiques lorsque cela est possible. (agriculture.gouv.fr)

X.4. La Récolte :

La récolte marque l'étape finale et cruciale dans la culture des céréales, symbolisant une année entière d'efforts intenses pour assurer une récolte optimale. Alors qu'auparavant la récolte se faisait principalement de manière traditionnelle, la mécanisation s'est largement développée depuis les années 80. Malgré l'augmentation du nombre de moissonneuses-batteuses, la qualité de la récolte (grains et paille) est souvent compromise en raison du manque de compétences des opérateurs et de la pratique de la récolte tardive. Cette situation entraîne des pertes pouvant atteindre jusqu'à 30 %. Ainsi, la sélection de la période de récolte et la connaissance de

Chapitre II : L'itinéraire Technique De Conduite Des Céréales

l'ajustement approprié des machines sont des éléments essentiels qui requièrent une meilleure maîtrise pour garantir le succès de la récolte.

Après le stade pâteux, les grains des céréales commencent à libérer l'excès d'eau qu'ils contiennent. À partir de cette étape, il est important de surveiller attentivement l'état des grains pour déterminer le moment optimal de la récolte. Les grains sont considérés comme mûrs et prêts à être récoltés lorsque leur teneur en humidité est d'environ 14 %. À ce stade, la plante a pris une teinte jaunâtre, la tige est fragile, les grains sont cassants et se détachent facilement de l'épi lorsqu'on le presse entre les mains. (Thibaud et Lajoux. 2000).



Figure 7 : Moissonneuse-batteuse (Agiavis.com)

Partie Expérimentale

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I. La région de Tlemcen :

I.1. Description géographique :

La Wilaya de Tlemcen est une wilaya d'Algérie en Afrique du Nord. Elle compte 949 132 habitants sur une superficie de 10 182 km², bordant la mer Méditerranée au nord, Aïn Témouchent au nord-est et Sidi Bel Abbès au l'est. Naama au sud. Elle est divisée en 20 daïras. *(DB-City)*

De par sa situation géographique, Tlemcen présente une large variété de paysages. Il est situé dans le au Nord par les hautes plaines telliennes et au Sud par les hautes plaines steppiques, à l'Ouest par une chaîne à savoir les monts de Traras et à l'Est par Oued Isser. *(conservation-foret-Tlemcen)*

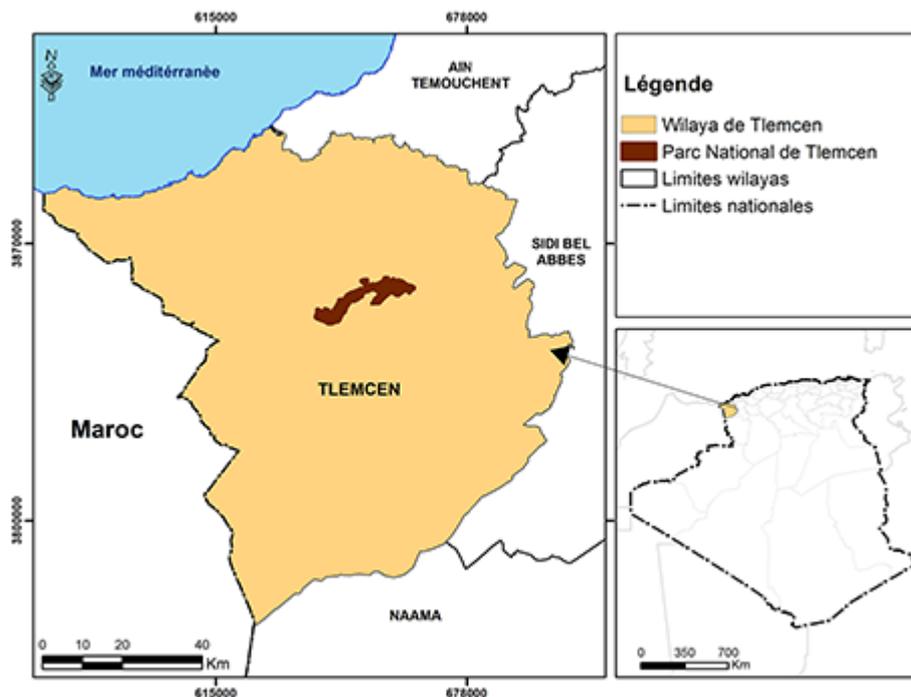


Figure 8 : Situation géographique de la wilaya de Tlemcen (**Parc national Tlemcen**)

I.2. Géologie :

Tlemcen est une région géologiquement diversifiée, avec une histoire reconnue depuis le début de l'ère phanérozoïque. Elle a été influencée par des événements tectoniques hercyniens, alpins et/ou atlasiques, ce qui a conduit à la formation de reliefs karstiques. Les travaux de **Doumergue en 1990** ont contribué de manière significative à l'avancement de la géologie dans la région d'Oran, en particulier dans les monts de Tlemcen.

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Selon les recherches de **Guardia en 1975**, la région de Tlemcen repose principalement sur des couches géologiques du Jurassique supérieur, constituées de roches carbonatées telles que les calcaires et les dolomies. Le Jurassique supérieur est bien décrit dans les monts de Tlemcen et dans les Traras, et il comprend des argiles de Saïda à la base, recouvertes par les grès de Boumediene, qui sont à leur tour sous les dolomies. Les formations lithologiques comprennent des dolomies, des calcaires dolomitiques jurassiques, des marno-calcaires, des conglomérats d'âge éocène et d'âge indéterminé, ainsi que du gypse.

La tectonique continue d'évoluer avec le déplacement continu de l'Afrique vers l'Europe, ce qui peut potentiellement entraîner des séismes. Par conséquent, une surveillance sismique est en place depuis le tremblement de terre d'Ain-Temouchent en 1999, car Tlemcen et sa région sont considérées comme sensibles au risque sismique. Il est également important de prendre en compte d'autres risques naturels tels que les glissements de terrain, les coulées boueuses et les problèmes géotechniques liés à la présence d'argiles gonflantes dans les sols. **(DSA, 2008)**

I.3. Pédologie :

La région méditerranéenne de la Wilaya de Tlemcen présente une variété de sols, notamment les sols fertiallitiques et les sols marron, qui sont étroitement liés à la nature de la végétation environnante. Selon les recherches de **Kaid Slimane en 2000**, Tlemcen est généralement caractérisée par des sols fersiallitiques de couleur rouge et brune, ainsi que des sols calcaires.

Les Monts de Traras, situés dans la région, sont principalement constitués de sols calcaires, représentant environ 60% de la zone. Ces sols sont principalement des régosols, qui se forment sur des terrains principalement marneux, ainsi que des lithosols présents sur des terrains calcaires et dolomitiques durs. Environ 70% des Monts de Tlemcen sont composés de sols calcaires et dolomitiques, ce qui confère à la zone une bonne stabilité contre l'érosion.

Ces différentes caractéristiques des sols reflètent la diversité géologique de la région de Tlemcen et sont influencées par les types de roches présentes dans la zone.

I.4. Hydrologie :

Les cours d'eau dans notre région sont caractérisés par l'irrégularité de l'écoulement et par des manifestations hydrologiques brutales. Le déficit hydrique d'été détermine un régime d'écoulement temporaire pour un grand nombre de petits cours d'eau (Kazi Tani, 1995).

Les oueds et les bassins versants :

- a- Oued Khémis
- b- Oued Isser
- c- Oued Mouillah.
- d- Oued Tafna
- e- Ouerdefou (Maghnia)

Les sources :

- a- Les nappes d'eau
 - b- Les nappes de Maghnia
 - c- Les nappes de Hennaya
- (Collignon, 1986)

I.5. Climat :

La wilaya de Tlemcen possède un climat de type méditerranéen, caractérisé par deux saisons distinctes :

- a) Une saison humide s'étendant d'octobre à mai, avec des précipitations qui sont réparties de manière irrégulière dans l'espace et dans le temps à travers la région.
- b) Une saison sèche allant de juin à septembre. Pendant cette saison, la température moyenne tourne autour de 26°C.

Les diagrammes ombrothermiques de Gaussen, basés sur les données de précipitations et de températures moyennes pour la période de 1981 à 2010, indiquent une période sèche qui dure d'avril jusqu'au milieu du mois d'octobre, soit environ six mois et demi. Cependant, il est important de noter que cette période peut varier d'une année à l'autre, et il est possible qu'elle s'étende davantage. Les variations climatiques peuvent influencer la durée et l'intensité de la saison sèche dans la région de Tlemcen.

II. Présentation du site expérimental :

Anciennement dénommé ferme pilote, la ferme Hamadouche a été restructurée en EPE/EURL (entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée) en février 1999 est rattaché au filiale SOTRAVIT groupe Gvapro en février 2017

La ferme Hamadouche est une entité public économique à caractère (production agricole) régie par le code commerce, elle est inscrite au RC en date du 21 janvier 2013 sous le numéro13/00-0262569B00

II.1. Fiche technique de la ferme :

Tableau 5 : Fiche technique de la ferme pilote Hamadouche

Dénomination :	EPE/EURL ferme hamadouche Boumediene
nombre d'actions :	100
Adresse :	Route safsaf chetouane –Tlemcen
Email :	Fp-hamadouche@yahoo.com
Date de transformation juridique :	02/1999
Organe de gestion :	Entreprise unipersonnel à responsabilité limitée
Gestionnaire :	Mr BOUZIDI TANI Abderezzak

La ferme pilote HAMADOUCHE est une entreprise agricole spécialisée dans la production de semences de céréales et légumes secs (semences de multiplication).

II.2. Répartition des terres :

La surface agricole de la ferme pilote Hamadouche est donné dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Répartition des terres de la ferme

Surface agricole totale (SAT)	1072 Hectares
Surface agricole utile (SAU)	684 Hectares
Surface irriguée	60 Hectares
Surface des terres nues	613 Hectares

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Surface des terres incultes	388 Hectares
-----------------------------	--------------

II.3. Plan d'action de l'année 2022/2023 :

Tableau 7 : Différents cultures semées dans la ferme

Spécifications	Superficie (Hectares)
Céréales	522
Dont semence	221
Avoine sec	49
Lentille	12
Pomme de terre	30
Totale	613

II.4. Localisation de la ferme :

Situe dans la commune de Chetouane, daïra de Chetouane, l'EURL est à une distance de 5 km du chef-lieu de wilaya de Tlemcen

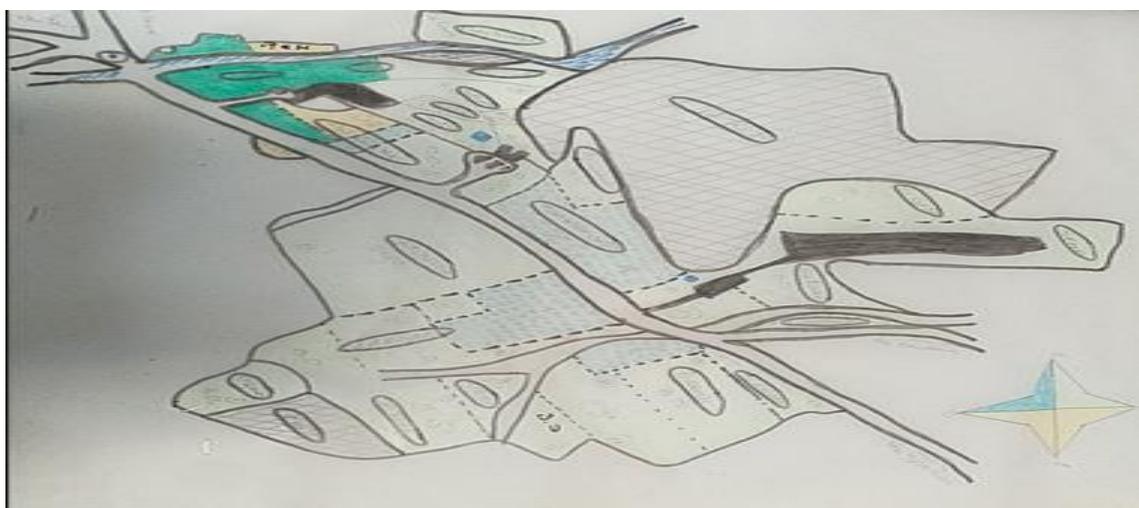


Figure 9 : Localisation de la ferme pilote Hamadouche

II.5. Milieu naturel et les caractéristiques climatiques :

La ferme se situe dans un milieu naturel d'un fort potentiel agricole dont la topographie est dominée par des terres fertiles et plates d'une capacité importante.

- **Climat** : tempéré caractérisé par une sécheresse résistante

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

- **Altitude** : 700 m
- **Pluviométrie** : 300 mm en 2021 148mm en 2022 105mm en2023 cette année est exceptionnelle aride le stress hydrique s'est fait sentir dès la mi-Mars.
- **Sol** : riche et fertile , texture Argilo Limono Sableux
- **Gelée trois jours en janvier.**

III. Matériel Végétale :

Pour notre étude, l'agriculteur expérimenté de la ferme Hamadouche nous a choisi l'espèce et la variété de céréales, optant pour le blé dur **Vitron** (Hoggar). Les caractéristiques de cette variété comprennent un cycle court

- Production mixte de grain et de paille
- Résistance à la verse et à l'helminthosporiose,
- Moyenne tolérance aux rouilles,
- Bonne productivité,
- Un tallage moyen et un PMG plus élevé
- Ainsi qu'une absence de crainte à la chlorose

En moyenne, cette variété produit 62,30 Qx/ha.

IV. Matériel Hydraulique :

Il y a plusieurs matériaux utilisés pour l'irrigation d'appoint des céréales :

Les pivots sont largement utilisés dans le sud (Adrar, Oued-Souf, Biskra), mais ils nécessitent de grandes surfaces de réserve d'eau, comme des forages ou des barrages.

Un groupe américain a récemment utilisé la technique de l'irrigation par goutte à goutte à Bresina (Bayadh), mais elle coûte très cher et est hors de portée de l'agriculteur algérien modeste. Ce dernier utilise plutôt des gaines jetables espacées de soixante-dix centimètres (0,70 m) pour l'irrigation d'appoint des céréales. Cette technique est utilisée pour produire des blés tendres à haut potentiel de tallage, avec des rendements avoisinant les 100 Qx/ha.

L'irrigation par submersion est une technique valable pour de très petites superficies, mais elle consomme beaucoup d'eau, ce qui entraîne un gaspillage. L'irrigation par aspersion imite la pluie, et utilise des kits d'aspersion de type A 90 pour notre étude. Le kit A 90 est équipé

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

d'une tête d'asperseur avec un débit supérieur à 3 m³/h sous une pression de 4 bar. Il dispose de deux buses, l'une lance l'eau en fines gouttelettes sur plus de 24 mètres, tandis que l'autre lance l'eau en brumisation sur environ 10 mètres.

Les kits A 90 mesurent 1,60 m de hauteur, ce qui ne gêne pas le trajet de l'eau lorsque la céréale est suffisamment haute (stade adulte). Pour notre étude, l'agriculteur a mis à notre disposition quatre kits A 90 de 220 mètres linéaires chacun. Ils ont été disposés en parallèle, et chacun émet un jet d'eau de 48 mètres de diamètre, ce qui nous a permis de couvrir une surface de 4 hectares. Pour bloquer l'irrigation d'une ou de plusieurs parcelles, des vannes d'arrêt ont été utilisées à 110 mètres du point de départ de l'eau. Cette disposition des asperseurs nous a fait gagner beaucoup de temps, car ils étaient immobiles dans la parcelle de décembre à la mi-mai, juste après la dernière irrigation de la saison le 10/05/2023.

Le seul travail qu'on faisait, c'était d'allumer la pompe et de l'éteindre lorsque le volume d'eau était apporté (20mm/heure)

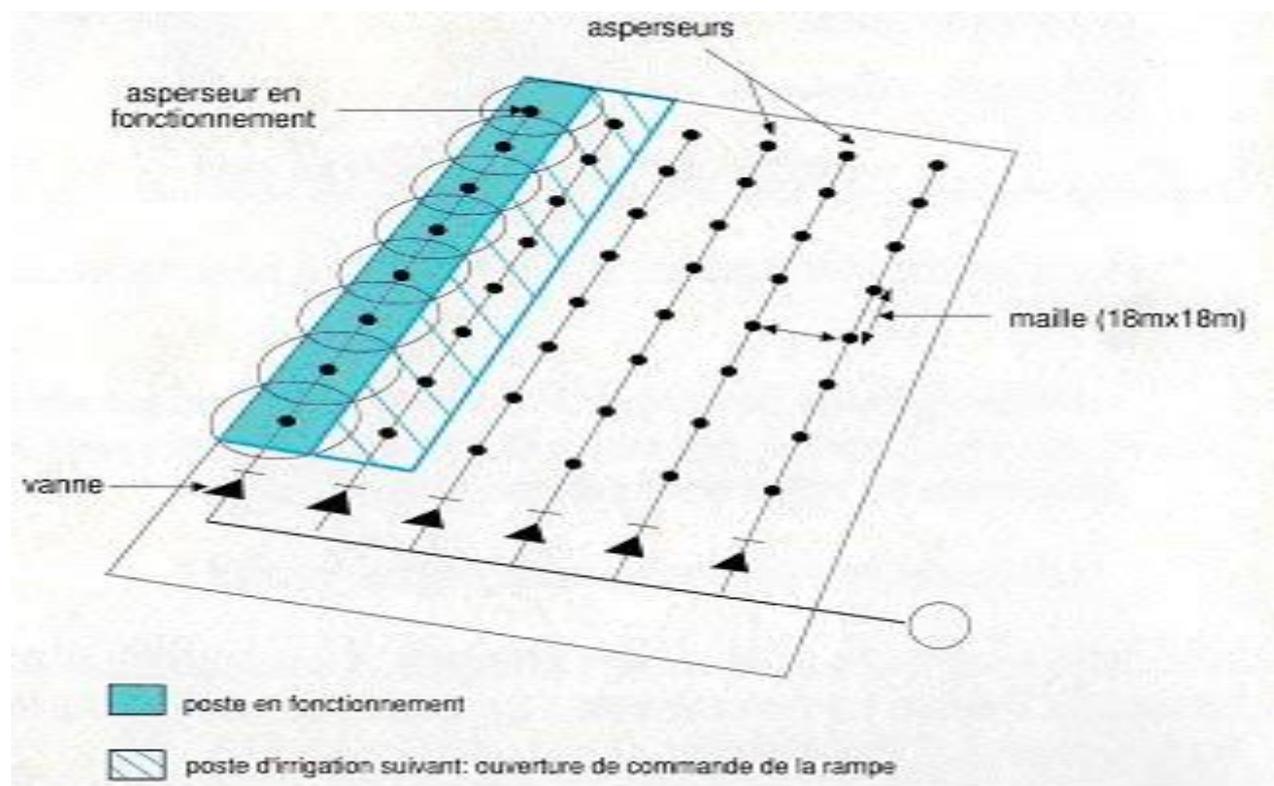


Schéma 1 : Disposition des Asperseurs sur les parcelles (slimaniahmed.blogspot.com)

V. Matériel Mécanique :

Dans notre étude, nous mentionnerons tous les matériels mécaniques que nous utiliserons dans la réalisation de l'itinéraire techniques de conduite de la céréale au travail du sol jusqu'à la récolte il se compose :

- **Travail du sol** : Charrues à socs, chisel, la herse, Cover-crop (10/20)
- **Semis** : semoir 3ml
- **Irrigation d'appoint** : Asperseur A90, une pompe
- **Désherbage et traitement phytosanitaire** : pulvérisateur
- **La récolte** : moissonneuse batteuse et une botteleuse.

L'utilisation de matériel mécanique dans la culture des céréales joue un rôle important dans l'agriculture moderne. Les machines permettent d'automatiser et de mécaniser certaines tâches qui étaient auparavant effectuées manuellement, ce qui permet d'augmenter l'efficacité et la productivité de la production de céréales.

Chapitre II : Mise En Place De L'expérimentation

I. Choix des parcelles :

Nous avons choisi d'avoir six parcelles d'une superficie de 10x10m chacune, situées au même endroit et espacées de 4 mètres pour permettre le passage des engins et du matériel d'irrigation.

Pour mener une expérience de semis de blé dur, il est essentiel de choisir avec soin les six parcelles qui serviront de sites d'expérimentation. Chaque parcelle doit présenter des paramètres différents à contrôler afin de recueillir des données significatives. Voici une proposition de six parcelles avec des paramètres distincts :

1. **Parcelle A** : Cette parcelle sera utilisée comme témoin, avec des conditions de croissance standard. Cette parcelle a eu un labour superficiel et profond, un apport d'engrais de fond TSP a une quantité 1ql/ha, la parcelle a été menée en pluviale. Non roulée, non désherbée et n'a reçu aucune dose d'engrais de couverture (Azote).



Figure 10 : la parcelle A

2. **Parcelle B** : Dans cette parcelle, l'objectif sera de tester l'effet du roulage et le labour profond. Cette parcelle a également été labouré superficiellement, irriguée et a eu un engraissement de fond en TSP. Cette parcelle ne recevra pas d'engrais azoté mais elle a été désherbée.



Figure 11 : la parcelle B

3. **Parcelle C** : Pour cette parcelle, l'accent sera mis sur l'effet d'enrichissement azoté, en a donné un premier apport d'azote en quantité de 0.6q/ha. Cette parcelle na pas été roulée mais elle a été désherbée.



Figure 12 : la parcelle C

Chapitre II : Mise En Place De L'expérimentation

4. **Parcelle D** : Cette parcelle n'a pas été désherbée. On a effectué un roulage, un seul apport d'engrais azoté bien qu'un bon travail de sol superficiel et profond et elle était irriguée.



Figure 13 : la parcelle D

5. **Parcelle E** : Cette parcelle a reçu toutes les opérations culturales (un apport d'engrais azotée, roulée, désherbée et irriguée) sauf un deuxième apport d'azote.



Figure 14 : la parcelle E

6. **Parcelle F** : Cette parcelle a été très bien conduite. D'un bon travail du sol superficiel et profond sans retournement du sol, un apport d'engrais de fond du TSP avec une dose de 1q/ha, le roulage au stade 3 feuilles pour assurer un bon tallage et aussi un désherbage. On a ajouté deux apports d'engrais azoté, le premier au mois de Février

Chapitre II : Mise En Place De L'expérimentation

dosé 0.6ql/ha et le deuxième au mois de Mars avec une dose de 1.3ql/ha pour un total de 1.9qx/ha d'azote.

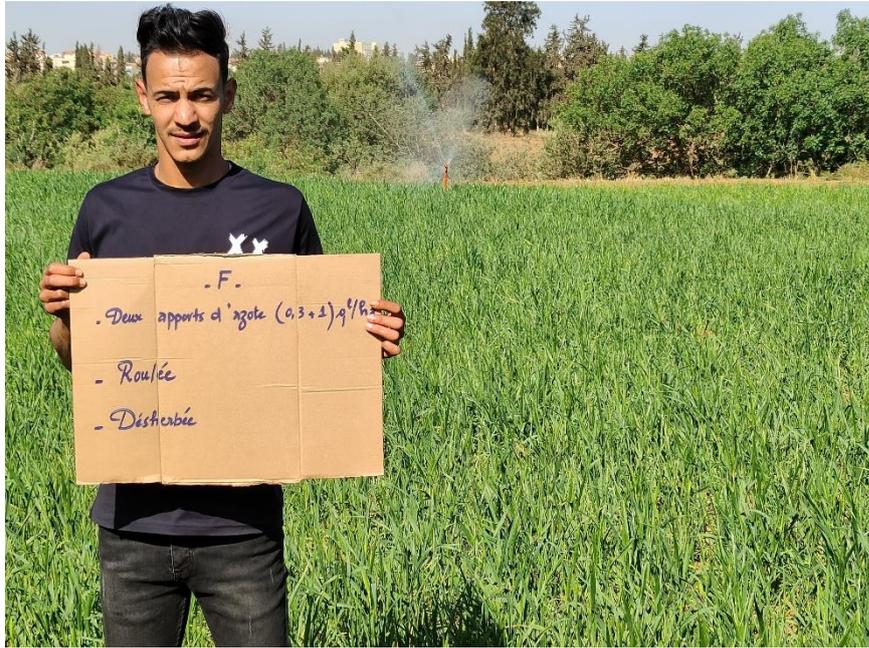


Figure 15 : la parcelle F

En choisissant ces six parcelles avec des paramètres différents à étudier, il sera possible de recueillir des données précises et d'obtenir une compréhension approfondie des facteurs qui influencent la croissance et le rendement du blé dur. Cela permettra également de fournir des informations utiles pour les agriculteurs afin d'optimiser leurs pratiques de culture et d'améliorer les résultats de leurs récoltes.

Tableau 8 : Différents paramètres étudiés à chaque parcelle :

Parcelles	Paramètre a étudié					
	Labour	Roulage	Désherbage	Engrais TSP	Irrigation	Azote
A	Labour Superficiel et profond	Non roulée	Non désherbée	1ql/ha	Non irriguée	Aucun apport
B	Profond et superficiel	Roulée	Désherbée	1ql/ha	3 irrigations de 20mm	Aucun apport
C	Profond et superficiel	Non roulée	Désherbée	1ql/ha	2 irrigations De 20mm	Un seul apport 0.6ql/ha
D	Profond et superficiel	Roulée	Non désherbée	1ql/ha	4 irrigations De 20mm	Un seul apport 0.6ql/ha
E	Profond et superficiel	Roulée	Désherbée	1ql/ha	5 irrigations de 20-30mm	Un seul apport 0.6ql/ha
F	Profond et superficiel	Roulée	Désherbée	1ql/ha	6 irrigations De 30-40mm	Deux apports 0.6+1.3ql/ha

II. Conduite des parcelles :

II.1. Travaux du sol :

En juillet 2022, les six parcelles (A, B, C, D, E et F) ont été labourées à l'aide d'un cultivateur à neuf dents. Cet outil de labourage en profondeur (jusqu'à 25 à 35 cm) ne retourne pas la couche superficielle du sol, qui reste avec son paillis en surface. Cette couche de sol, qui mesure entre 6 et 12 cm de profondeur, est riche en matière organique et sert de lit de semence pour les cultures.

Le cultivateur permet également d'aérer le sol, favorisant ainsi la vie microbienne et les champignons, et d'améliorer la capacité du sol à retenir l'eau.

En septembre, un croisage au cover-crop 10/20 a été réalisé pour émietter les mottes de terre et niveler le sol, préparant ainsi le lit de semence. La dernière opération avant le semis a eu lieu le 30 novembre 2022, soit un jour avant le semis. Il s'agissait d'un recroisement à l'aide d'un cover-crop 10/20 équipé d'une herse.

Cette opération avait deux objectifs principaux. Tout d'abord, elle visait à égaliser le sol afin d'éviter la formation de petites crevasses qui pourraient empêcher les graines d'être correctement enrobées dans le sol, favorisant ainsi l'entrée d'air et de lumière. Ensuite, cette

Chapitre II : Mise En Place De L'expérimentation

opération permettait également de désherber mécaniquement toutes les mauvaises herbes ayant germé après les pluies de novembre (34 mm).

II.2. Semences :

Notre choix, s'est porté sur une variété de blé dur largement connue dans la région de Tlemcen pour son potentiel de production élevé, en particulier lorsque les précipitations sont suffisantes. Cette variété se distingue par sa résistance aux maladies fongiques, en particulier la fusariose, et par la qualité de ses grains qui sont gros et de couleur rousse. Son poids moyen de mille grains (PMG) ne descend pas en dessous de 50 grammes. Il s'agit de la variété **Vitron** de catégorie G4, donc de la quatrième génération c'est-à-dire cultivée pour obtenir de la semence R1 de multiplication elle aussi.

II.2.1. Dose de semis :

Pour une levée moyenne de 250 à 300 graines/ m² (nombre de graines germées) sachant que le PMG est de 50 gr, que le taux de germination est de 98% (norme minimale tolérée par le CNCC pour une G4) donc la dose de semis est calculée de la manière suivante :

295 plants au mètre carré c'est-à-dire 300 graines (05 graines ne germent pas).

Sachant que le PMG est de 50 grammes/1000 grains, donc 300 graines pèsent 16 grammes, pour un hectare (10.000m²) il nous faut $16 \text{ g} \times 10\,000 = 160\,000$ grammes ou 160 kg.

La dose de semis réelle pour notre expérimentation est de 1,6 Qx/ha. Le semis est réalisé à l'aide d'un matériel moderne, soit un semoir de trois mètres linéaires d'une capacité de 03 trois quintaux, doté de dix-huit descentes qui précède chacune par un soc, enfuit les graines à une profondeur moyenne de sept (07) centimètre ; munis également d'une herse en arrière qui sert à aplanir le sol et casser les quelques petites mottes qui puissent exister.

III. Fertilisation :

III.1. Fertilisation de fond :

L'engrais de fond est d'une importance capitale en céréaliculture, tout comme dans toutes les autres cultures. Il joue un rôle essentiel en fournissant les nutriments nécessaires à la plante

Chapitre II : Mise En Place De L'expérimentation

tout au long de son cycle de croissance. Chaque composant de l'engrais (azote, phosphore, potassium - N.P.K.) a un effet spécifique sur les rendements escomptés.

Cependant, la quantité d'engrais à appliquer au sol dépend des objectifs de rendement visés. Par exemple, si l'on vise un rendement de 50 quintaux par hectare, il est nécessaire d'apporter une quantité d'engrais proportionnelle à cet objectif.

En général, pour un rendement cible de 15 quintaux par hectare, on recommande d'apporter 1 quintal d'engrais, contenant les éléments suivants :

- 45 unités d'azotes N
- 22 unités de phosphore P
- 30 unités de potasse K
- 6 unités de soufre S
- 5 unités de magnésium Mg

Les données suivantes sont recommandées par le ministère de l'Agriculture, basées sur l'étude de l'**ITGC/El-Khroub en 1973** et l'**INRA/Harrach en 2003**. Selon ces institutions, ainsi que l'**INRA** et le l'**INSID**, pour produire un quintal (100 kg) de blé dur, la céréale a besoin des éléments suivants :

Tableau 9 : Les besoins en éléments minérales (en unités pas en kg)

Eléments	N	P	K	S	Mg
Besoins	3	1,5	2	0,4	0.3

Pour atteindre notre objectif de rendement de 50 quintaux par hectare dans notre expérimentation, nous devons apporter les quantités suivantes au sol :

- N (azote) 3×50 150 unités (apport total de fond et de couverture)
- P (phosphore) 1.5×50 75 unités
- K (potasse) 2×50 100 unités
- S (soufre) 0.4×50 20 unités
- Mg (magnésium) 0.3×50 15 unités

Il est important de noter que les engrais de fond disponibles sur le marché algérien ne contiennent généralement que le deuxième élément, le phosphore, sous forme de P₂O₅. Ils sont

Chapitre II : Mise En Place De L'expérimentation

souvent déficients en potassium (K), en azote (N) et ne contiennent pas de soufre (S) ni de magnésium (Mg).

Tableau 10 : Engrais De fond commercialisés en Algérie

Eléments Engrais	N	P	K	S	Mg
Tsp 46%	/	46	/	/	/
MAP	12	52	/	/	/
MATRIX	07	17	/	/	/
PHOSPHACTYL	03	22	/	/	/

L'épandage d'engrais a été réalisé sur les six parcelles, à raison de **01 quintal** par hectare.

L'épandage de l'engrais a été réalisé sur toutes les parcelles le 29/11/2022, soit un jour avant le recroisement. Cela a permis au recroisement de recouvrir l'engrais à une profondeur d'environ 15 cm, soit quelques centimètres (8 cm) sous le lit de semence, afin d'éviter tout effet de toxicité.

III.2. Fertilisation de couverture :

L'engrais utilisé exclusivement pour apporter de l'azote est appelé engrais de couverture, car il complète et pallie le manque d'azote. Il est également nommé ainsi car il est épandu directement sur la céréale, et ses granules blancs semblent couvrir le sol.

Étant donné que notre engrais de fond contient 16 unités d'azote (N), nous n'apportons de complément en engrais azoté à notre culture de blé dur qu'aux stades suivants :

- **Tallage** : à hauteur de 30% des besoins totaux.
- **Montaison** : à hauteur de 70% des besoins totaux.

Au stade de tallage : la plante nécessite de l'azote pour assurer la multiplication cellulaire des tissus et initier la formation des talles. Afin d'encourager un bon tallage (augmentation du nombre de talles et donc du nombre d'épis), ce qui conduit à un rendement élevé en grains, nous utilisons un engrais azoté tel que l'urée (46%), à raison de 30% des besoins totaux, selon l'objectif visé.

Chapitre II : Mise En Place De L'expérimentation

Dans notre cas, l'épandage a été effectué le 08/02/2023, à raison de 60kg par hectare.

Au stade de montaison : l'apport d'azote, en plus des autres éléments tels que le phosphore (P), le potassium (K) et le soufre (S), favorise la formation de l'épi, en particulier sa longueur. Un épi plus long contient généralement davantage de grains qu'un épi court.

Une bonne nutrition à ce stade garantit également la future qualité des grains, car l'élément azote participe au processus de formation des protéines dans le blé, ce qui lui confère sa qualité vitreuse et l'empêche de devenir farineux, c'est-à-dire métadiné.

La quantité d'azote apportée à cette phase, au début de la montaison, correspond à 70% des besoins totaux, équivalent à 130kg d'urée (46%). Cette quantité suffira à couvrir les besoins de la céréale pendant cette phase et les deux ou trois semaines qui suivent, notamment pendant la période de gonflement et d'épiaison. Cela permettra aux chloroplastes de la feuille étandard de maintenir leur couleur verte et leur développement optimal afin de maximiser l'assimilation d'énergie (photosynthèse), la production d'assimilats (en particulier d'amidon) et leur transfert vers l'épi et les grains. Cela a un impact positif sur le poids moyen des grains (PMG) et le nombre de graines par épi.

Pour que l'azote soit soluble et donc disponible pour les racines des plantes, qui sont peu profondes (au moins 25 cm), il est nécessaire d'irriguer en quantité adéquate. À ce stade, il est préférable d'épandre l'engrais de couverture avant l'irrigation.

Dans notre cas, à l'aide d'un épandeur d'engrais, nous avons distribué une dose de 1,9 quintaux d'engrais azoté par hectare pour la parcelle **F**, tandis que la parcelle témoin **A**, conduite en pluviale, n'a reçu aucun d'engrais azoté ainsi que la parcelle **B**. Les parcelles **C**, **D** et **E** ont reçu juste le premier apport de 60kg au stade début tallage.

L'épandage de l'engrais azoté a été réalisé le 10/03/2023 dans l'après-midi, après la dissipation de la rosée pour éviter tout risque de brûlure des feuilles.

IV. Dose et date d'irrigation :

Chapitre II : Mise En Place De L'expérimentation

Nous avons sélectionné six parcelles de 100 m² (1are) chacune pour notre expérimentation. Ces parcelles sont situées sur le même site, ce qui garantit des conditions climatiques, pédologiques et topographiques similaires. Toutes les parcelles ont été soumises aux mêmes traitements, comprenant une dose d'engrais de fond, des semis et des labours.

La principale différence entre les parcelles réside dans la quantité d'eau et le nombre d'irrigations appliqués à chacune d'entre elles. Ainsi, les parcelles B, C, D, E et F ont toutes reçu une quantité définie d'eau (20 mm jusqu'à 40mm) à des stades phénologiques différents.

IV.1. Protocole d'irrigation :

- A- Cette parcelle n'a reçu aucune irrigation
- B- Cette Parcelle à reçu trois irrigation de 20 mm chacune aux stades suivants : tallage, montaison et gonflement.
- C- Cette Parcelle à reçu deux irrigation de 20mm au tallage et montaison.
- D- Cette Parcelle à reçu quatre irrigation de 20mm chacune aux stades suivants : tallage, montaison, gonflement et début épiaison.
- E- Cette Parcelle à reçu cinq irrigation de 20 ~ 30 mm chacune aux stades suivants : tallage, montaison, gonflement, fin épiaison, remplissage.
- F- Cette Parcelle à reçu six irrigation de 30 ~ 40 mm chacune aux stades suivants : tallage, montaison, gonflement, épiaison, remplissage et maturation.



Figure 16 : Irrigation par Asperseur A 60 dans une parcelle cultivée à la ferme pilote Hamadouche (Original)

V. Désherbage Et Traitement :

V.1. Désherbage :

Dans le domaine de la céréaliculture, il y a deux types de désherbants :

- Le premier est largement utilisé et agit de manière simple en éliminant les dicotylédones.
- Le deuxième est un désherbant à double action qui, en plus d'éliminer les dicotylédones, cible également quelques monocotylédones telles que le ray-grass, le phalaris, la folle avoine, etc.

Dans notre cas, afin d'éviter toute surprise, nous avons choisi de traiter les parcelles **B, C, E** et **F** avec un désherbant à double action (one-pass). Cela nous permettra de contrôler efficacement les dicotylédones ainsi que certains monocotylédones indésirables.

Le traitement a été réalisé à l'aide d'un atomiseur de 1000 litres (soit 3 hectares). En réalité, le traitement nous a permis d'éliminer toutes les mauvaises herbes présentes dans la région, en particulier les chardons et la folle avoine.

Le produit utilisé pour le désherbage était le COSSAK, OD, contenant la molécule active du mésosulfuromethyl. Il s'agit d'une substance huileuse miscible à l'eau appartenant à la famille des sulfonilurées. La quantité utilisée était de 1 litre par hectare.

Le désherbage a été effectué le 12/01/2023 lorsque les plantes étaient au stade de trois feuilles.

V.2. Traitement phytosanitaire :

Les céréales en général, et en particulier les blés durs, sont vulnérables aux maladies fongiques telles que la septoriose, l'oidium, la fusariose et les rouilles. Ces maladies se manifestent lorsque l'humidité et la température augmentent, généralement au cours des mois d'avril et de mai. Ce sont des champignons qui colonisent les feuilles et les épis, notamment dans le cas de la fusariose, où ils peuvent les recouvrir entièrement. Cette colonisation empêche la photosynthèse de se dérouler normalement, entraînant ainsi un arrêt de la synthèse de l'amidon, entre autres processus. Par conséquent, les graines ne se remplissent pas correctement, ce qui a un effet direct néfaste sur les rendements en graines. Il est donc essentiel de prendre

Chapitre II : Mise En Place De L'expérimentation

des mesures de prévention et de traitement adéquates pour contrôler ces maladies et préserver les rendements des cultures de céréales.

En plus des maladies fongiques, les céréales sont également confrontées à d'autres ravageurs tels que le criquet pèlerin, le campagnol des champs et la punaise. La punaise est un petit insecte qui se nourrit en suçant les graines pendant leur phase laiteuse, avant leur maturation.

Dans notre cas, nous n'avons pas eu affaire à ces ravageurs. Cependant, par mesure préventive, nous avons dû traiter les parcelles irriguées et témoins contre les maladies fongiques. Pour cela, nous avons utilisé le produit Falcon, qui possède un large spectre d'action, à une dose de 0,8 litre par hectare. Le Falcon agit en inhibant la biosynthèse des stérols (IB.S) sur différents sites du champignon pathogène. Sa substance active est la spiroxamine, qui appartient à la famille des spirocétalamines triazoles. Le traitement a été effectué le 10/03/2023 pour l'ensemble des parcelles.

Chapitre III : Résultats et discussion

I. Paramètres d'étude :

I.1. Taux de germination:

Consiste à connaître le nombre de graines viables \dot{g} (vivant et qui germent) qui ont germé par mètre carré. Sachant que le PMG (poids de mille graine) de blé dur de multiplication est environ 50 à 52 grammes et que le taux (dose) de semis est de 1.60 q/ha donne environ 16 grammes/m² soit: 50 par 1000g et 16 pour x donc :

$x=16000/50=296$ graines donc on a semis 296 graine par mètre carré.

Tableau 11 : Nombre de plantes levés dans chaque parcelle

N° Parcelles	Plantes levées (graines levés)					
	01	02	03	04	05	Moy
A	294	293	293	294	291	293
B	295	294	292	294	295	294
C	294	293	295	295	293	294
D	293	295	294	293	295	294
E	294	296	294	293	293	294
F	294	294	294	294	290	293

- Nous remarquons que toutes les graines sont soumises aux mêmes conditions ce qui donne des résultats presque pareils. Nous avons réellement constaté l'exactitude des résultats du CNCC concernant le taux de germination.(98%). Une levée aussi importante prouve que le travail du sol a été bien réalisé et que l'humidité du sol était idéale pour la germination.

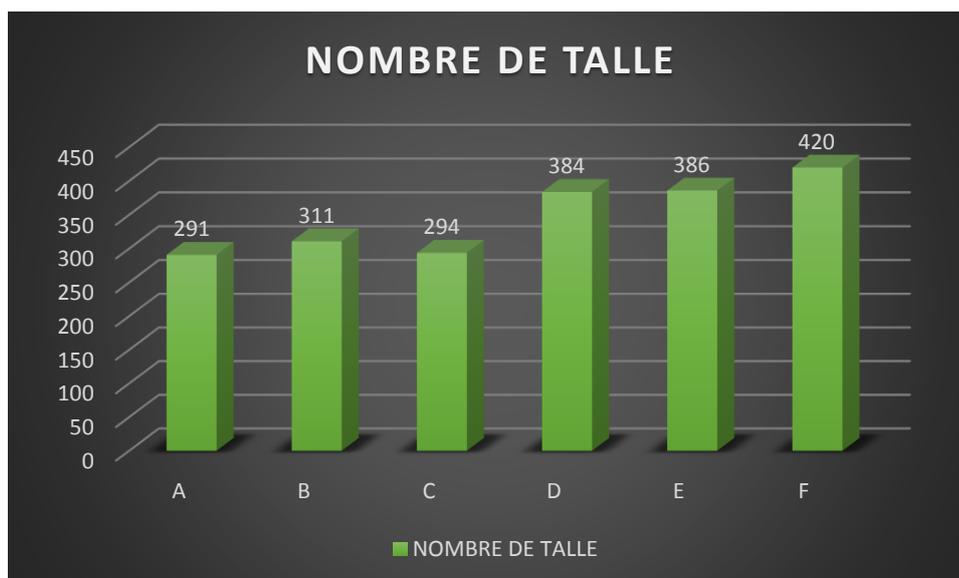
I.2. Nombre de talles/m² :

Le critère nous donnera une première idée plus ou moins réelle sur le nombre d'épis, presque chaque talle bien alimentée en eau et en azote donne enfin de cycle un épi plus ou moins vigoureux selon sa nutrition minérale.

Tableau 12 : Nombre de talles par parcelle et par Zone

Parcelle	Nombre de talles / zone					
	Zone 01	Zone 02	Zone 03	Zone 04	Zone 05	Moy
A	292	290	291	291	291	291
B	310	314	308	312	314	311
C	293	293	294	296	294	294
D	386	384	384	386	382	384
E	386	386	386	386	386	386
F	428	428	408	424	409	420

- Pour ce qui est du tallage nous avons pu voir que les parcelles non roulées n'ont pas tallé à l'exemple des Parcelle A et C . Le nombre de talles de la parcelle F prouve que le roulage associé à une nutrition azotée et à un apport d'eau joue un rôle déterminant dans le tallage. Dans les parcelles A .BetC le nombre de talles était réduit car ces parcelles non roulées non engraisées en azote non désherbée l'une ou l'autre d'où la nécessité de désherber d'irriguer et d'engraisser en azote les céréales.



Graph 1 : Histogramme qui présente le nombre de talles pour chaque parcelle

I.3. Nombre D'épis/ m² :

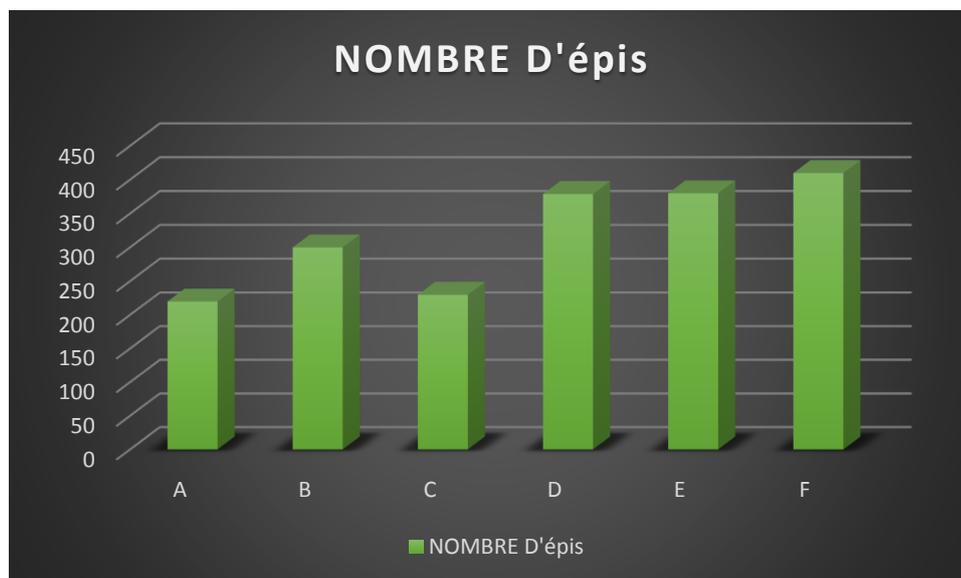
Le nombre D'épis/m² est le paramètre le plus significatif dans la détermination des rendements des céréales.

Tableau 13 : Nombre d'épis/ m² :

Parcelles	Nombre d'épis/m ² et par site					Moyenne
	Site 01	Site 02	Site 03	Site 04	Site 05	
A	215	220	225	220	221	220
B	300	298	303	299	300	300
C	230	245	215	230	230	230
D	380	378	376	384	380	379
E	386	386	378	376	378	380
F	420	426	406	424	406	410

Toujours pour les parcelles A et C non Roulées n'ayant pas reçu d'azote A, et le C non désherbé a subit une compétition avec les mauvaises herbes ce qui à empêché les céréales de s'ériger et de donner un épis vigoureux. Nous avons pu confirmer que les céréales non entretenues convenablement (roulage .désherbage. engraissement azoté et autres.)non

seulement qu'elles ne donnent pas un nombre important de talles mais que le peu de talles n'arrivent pas à terme donc ne donnent pas d'épis .

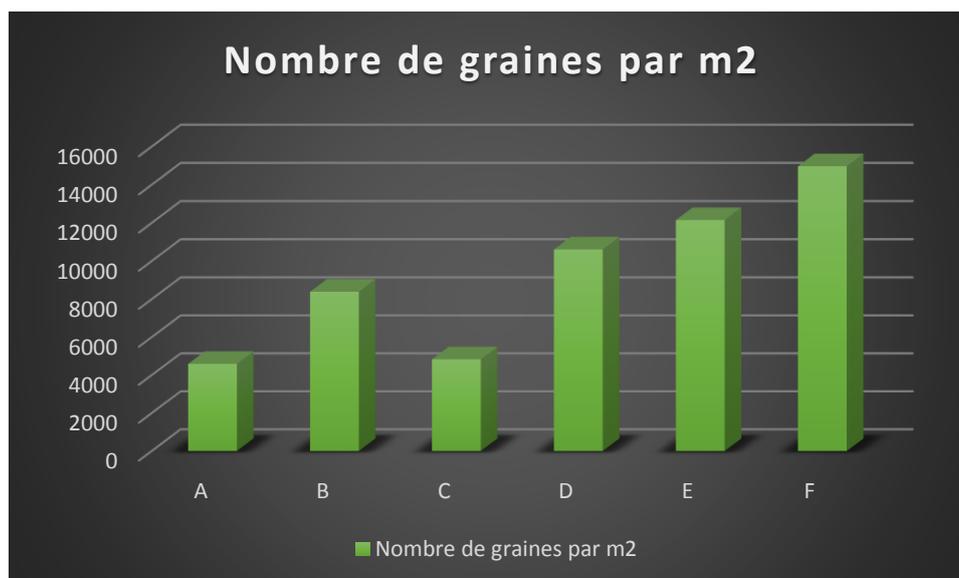


Graph 2 : Histogramme qui présente le nombre d'épis de chaque parcelle

I.4. Nombre des graines/ m² :

Tableau 14 : Nombre des graines/m²

Parcelles	Nombre de graines/m ² et par site					Moyenne	Observation
	Site 01	Site 02	Site 03	Site 04	Site 05		
A	4600	4900	4300	4600	4600	4600	Epis moins 20g/épis
B	8400	8344	8372	8100	8484	8400	Epis moyen 28g/épis
C	4730	4840	4840	4862	4950	4840	Epis moins 22g/épis
D	10640	10584	10752	10640	10528	10616	Epis moyen, grain chétif 28gr/épis
E	12352	12352	12032	12096	12096	12160	Epis moyen /eput 32gr/épis
F	15120	15336	14616	14616	14616	14976	Epis normal 36gr/épis



Graph 3 : Histogramme représentant le nombre de graines par m2 de chaque parcelle

Tous les épis arrivés à maturité n'ont pas la même longueur, le même nombre de graines cela est dû à l'entretien de la céréale durant son cycle de végétation (apport d'engrais azoté, le désherbage et le traitement antifongique), bien sur l'apport de l'élément essentiel qui est l'eau. Donc nous déduisons que tous les paramètres responsables de la productivité nécessitent une attention particulière c'est-à-dire que nulle n'est à négliger. Pour obtenir un grand nombre de grain et vigoureux il est indispensable de semer à la dose adéquate choisir la variété performante avec un bon lit de semence et les opérations qui suivent soit le roulage les irrigations si nécessaire l'engrais de couverture et les différents traitements.

II. La récolte (les rendements) :

II.1. Calculs des rendements obtenus sur les 6 parcelles :

Nous devons tenir compte du PMG de chaque parcelle car la graine obtenue de chaque parcelle est différente de l'autre.

Les parcelles **A** et **C** non roulées et non engraisées ont donné des épis chétifs et courts donc ne s'écoute pas plus de 22 grammes par 1000 graines (PMG=22g), pour la Parcelle **B** on a obtenu une graine moyenne donc le PMG à estimer 26 grammes. La Parcelle **D** donne des épis moyens à graine moyen non chétif donc le PMG est estimé à 30 grammes. La Parcelle **E** elle a donné des épis plus longs avec du PMG estimé à 34 grammes.

Chapitre III : Résultats et discussion

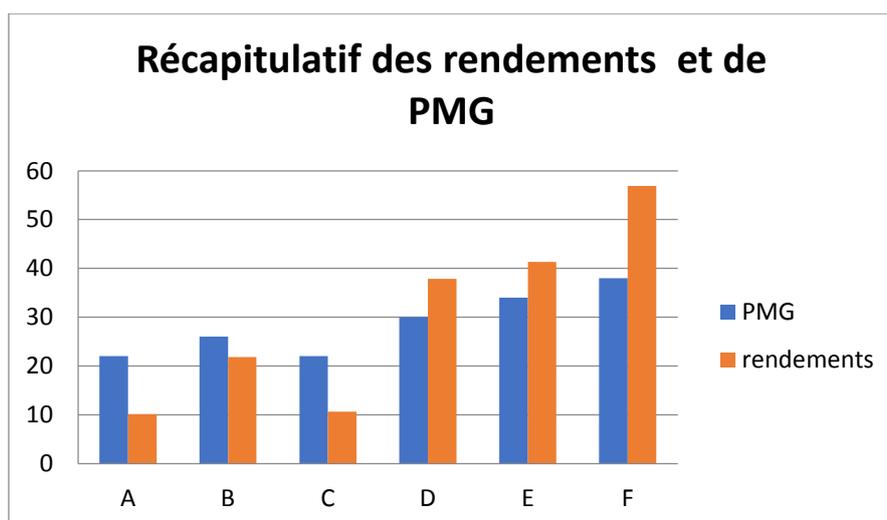
Quand la parcelle **F** bien conduite de la préparation du sol jusqu'à la récolte (roulée, désherbée 2 apport d'azote et bien irriguée) à donné des épis longs et larges, l'azote fournit à la phase montaison a agit directement sur la grosseur des graines, donc un PMG presque équivalent à celui des graines semées à janvier soit un PMG de 38 grammes.

Ces paramètres et le PMG nous déduisons les rendements suivants :

Tableau 15 : Tableau récapitulatif des rendements (gr/m² et q/ha)

Parcelles	Moyenne du graine/M ²	PMG	Rendements/M ² (g)	Rendements/ha (q)
A	4600	22	101	10.10
B	8400	26	218.4	21.84
C	4840	22	106.48	10.65
D	12612	30	378.36	37.84
E	12160	34	413.44	41.34
F	14976	38	569	56.90

- Rendements/m² : Nombre de graines au mètre carré X PMG
- Rendements a l'hectare : Rt m² x 10.000



Graphe 4 : Histogramme récapitulatif Des rendements et de PMG

Conclusion générale

Conclusion générale

La production de céréales joue un rôle socio-économique crucial dans la wilaya de Tlemcen, étant une composante essentielle de l'alimentation quotidienne des citoyens. Cependant, cette filière est fortement dépendante des conditions climatiques, en particulier des précipitations qui se font de plus en plus rares. Cette dépendance empêche de répondre à une demande croissante due à l'augmentation de la population.

Notre travail consiste à étudier les techniques appliquées aux céréales et leur impact sur le rendement et la production finale. Parmi les paramètres culturales que nous avons expérimenté dans notre étude : la dose de semi -le roulage- l'engraissement azoté -le désherbage et les irrigations ramenées à chaque phase de développement de la céréale. Bien que la plupart des agriculteurs appliquent différentes techniques culturales, le problème réside dans la maîtrise insuffisante et le manque de savoir-faire pour certaines techniques, ainsi que dans le mauvais choix du moment d'opérer soit le moment et la dose d'irrigation soit le volume d'azote et les étapes d'engraissement soit et c'est le plus important le moment propice pour effectuer le roulage. Nous dans cette étude nous avons en collaboration du technicien chargé des cultures céréalières de la ferme pilote donné à chaque opération son importance.

Tous les agriculteurs irriguent lorsque l'eau est disponible plutôt que lorsque la parcelle en a réellement besoin, de même pour la fertilisation. Le labour et le semis sont des étapes obligatoires pour tous les agriculteurs, mais l'utilisation de produits phytosanitaires dépend des capacités financières des agriculteurs. La plupart d'entre eux négligent les traitements en raison de la rareté des maladies dans la région ce qui se répercute négativement sur la production.

Le roulage, bien qu'il revête une grande importance par rapport aux autres étapes, est souvent négligé par la plupart des agriculteurs car rares d'entre eux qui connaissent son rôle. En revanche, le désherbage est une étape cruciale pour obtenir une bonne production et est réalisé par chacun en fonction des types de mauvaises herbes rencontrées et généralement nos petits exploitants agricoles par chéreté des produits n'utilisent que les désherbants mono qui ne sont pas chers.

Une bonne récolte est le résultat d'une application régulière et adéquate de l'itinéraire technique, principalement dans les exploitations agricoles de taille moyenne et grande. En revanche, une récolte médiocre ou un rendement moyen témoignent du manque de discipline de l'agriculteur dans l'application de toutes les étapes de l'itinéraire technique recommandé.

Conclusion générale

L'agriculteur doit faire face à divers obstacles qui entravent la production agricole, tels que le manque de main-d'œuvre, l'absence d'électricité dans certaines exploitations, le manque de vulgarisation et les problèmes de financement. Souligner l'importance de respecter rigoureusement l'itinéraire technique avec toutes ses étapes et de l'appliquer progressivement a un impact positif sur le rendement. En effet, négliger une étape de cet itinéraire est considéré comme une mesure inappropriée pour l'agriculteur, car cela affecte négativement sa production.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- **Moule C., (1971).** Céréales II. Phytotechnie spéciale. Ed. La maison rustique, Paris, 236 p.
- **Feillet P. 2000.** Le grain de blé : composition et utilisation. INRA. Paris.
- **BOUSNANE, N., GHANI, A., (2017).** Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des huiles
- **Ait-Abdallah-Djennadi F., Dekkiche N., Ghalem-Djender Z., Oumdjekane K. 2010.** Cultures et couts de production des grandes cultures. Ed: ITG
- **Anonyme, 2007/2008 :** INA, sécurité alimentaire de blé dur dans le monde et en Algérie.
- **Anonyme, 1995.** La production agricole en climat aléatoire : acquis et possibilités de régulation. Commission de réflexion sur la sécheresse. Ministère de l'agriculture et de la mise en valeur agricole.
- **Bendahmane B.S., 2010-** Isolement et identification de bactéries entomopathogènes à partir
- **De Phyllocnistis citrella Stainton 1856** dans l'Ouest algérien, Entomologie faunistique, Gembloux, Belgique, p. 115
- **Belaid Dj., 1996.** Aspects de la céréaliculture Algérienne. Offices de publications
- **Benniou R., et al. (2014).** Analyse des itinéraires techniques dans les exploitations agricole céréalières en milieu semi-aride de l'est algérien, UFAS SETIF, revue agriculture.08(2014): 26-37 p.
- **Benouada H., 1994.** Installer les céréales d'automne. Guide de développeur en aridoculture n°10. Service Recherche et Développement, INRA Settat. Dounia eds., Maroc. 2p.
- **Boulaine J., 1978.** Les vertisols des bassins tertiaires méditerranéens et leur érosion. Options Méditerranéens (25): 43-47.
- **BONJEAN A, PICARD E., (1991).** Les céréales à paille. Origine-histoire-économie-sélection. Ligugé; Poitiers: aubin imprimeur pp 8-12
- **Bonneuil, Roerich R et Anglade P., 2009.** Innover autrement, la recherche face à l'avènement d'un nouveau régime de production et de régulation des savoirs en génétique végétale, Docier de L'environnement de l'INRA, 30, 2006, P.29-51.
- **Cedra C., 1993.** Les matériels de travail du sol, semis et plantation, Ed Tec, Doc. Volume III: Pp: 384.

Références Bibliographiques

- **Chadefaud M., Emberger L. (1960):** Traite de botanique, systématique des végétaux vasculaires, fascicule Masson et Cie. Tome II, PP 753.
- **D.S.A, 2008.** Location géographique, géologie et hydrographie de Tlemcen- Bulletin n°2, 3 Et 4.
- **D.S.A., (2008)**-statiques pour l'oléiculture dans la wilaya de Tlemcen. D.S.A., (2010). Direction des services agricoles
- **Dubois, J. and Fossati, A. (1981).** Influence of nitrogen uptake and nitrogen partitioning Efficiency on grain yield and grain protein concentration of twelve winter wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). Zeitung Pflanzenzüchtg
- **Duchauffour Ph., 1977.**Pédologie et classification .Edit Masson Paris.477p.
- **Eliard JL., 1979.** Manuel d'agriculture générale. Bases de la production végétale. Ed. J.B.
- **Clément G. et Prats J., 1970-** les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2éme Ed. 351p.
- **Gharib., (2007).** Cours de céréales, Alnutris documentation gratuite en sciences des Aliments.
- **GATE P. 1995.** Ecophysiologie du blé. Ed. ITCF. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, 419 p.
- **Germon H., (2012).**Ernée et la filière blé, Chambre de l'agriculture de la Mayenne.
- **Guardia P., 1975** R Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude De l'Oranie Nord-occidentale, relations structurales et paléogéographiques entre le Tell extrême
- Et l'avant pays Atlassique. Thèse. Doct. Univ. Nice, p. 275.
 - **Jouve P., Berrada A., 1993.** Résultats d'expérimentation en arido-culture. In. Adaptation des systèmes de production à l'Aridité au Maroc et au Sahel. Volume II: Publications et travaux.
 - Thèse de Doctorat, **P. Jouve**, Université Paul Valery, Montpellier III. Pp: 20-85.
 - **Kaid Slimane L., 2000-** Etude de la relation sol-végétation dans la région nord des Monts de Tlemcen. Thèse mag. Dpt. Fac. Sci., Univ. Tlemcen, 120 p
 - **MOULE C., (1997).** Céréale: Caractéristique généraux des céréales, Tome 1, Ed, la maison Rustique, paris,.

Références Bibliographiques

- **MASLE-MEYNARD J., 1980.** L'élaboration du nombre d'épis chez le blé d'hiver. Influence de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. Thèse de Docteur-Ingénieur. INA-PG, Paris, 274p.(SebilotteM.,1990) système de culture, un concept opératoire pour les agronome .In :L COMBE ET D. Picard coord, les systèmes de cultures .INRA VERSAILLES: 165-196
- **NADJEM K., 2012.** Contribution à l'étude des effets du semis direct sur L'efficience d'utilisation de l'eau et le Comportement variétal de la culture de blé en Région semi-aride, thèse magister, Univ. Ferhat Abbas Sétif, 131p
- **Prats H (1960):** Vers une classification des graminees, Revue d'Agrostologie Bull. Soc Bot. France, N°21, PP508.
- **BOULAI H., ZAGHOUANE O., EL MOURID M ET REZGUI S. 2007:** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orges) dans le Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie). Coedition ITGC/INRA/ICARDA. 176 p
- **BOUSNANE, N., GHANI, A., (2017).** Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des huiles Essentielles de deux plantes aromatiques Thymus vulgaris et Origanumvulgare sur le ver 17.
- **CHAABANE A., (1993)** Etude de la végétation du littoral septentrional de la Tunisie: typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagement. Thèse. Doct. Sci. Univ. Aix Marseille III :338p
- **CHEHAT F. (2007),** Analyse macroéconomique des filières, la filière blés en Algérie. Projet PAMLIM Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation » Alger: 7-9 avril 2007.
- **CLEMENT-GRANDCOURT et PRAT., (1970)-** Les céréales. Collection d'enseignement
- Agricole. 2ème Ed. PP351-360. 20.
 - **DAHMANI M., (1984)** – Contribution à l'étude des regroupements à chêne vert des monts de 32.
 - **GRIGNAC P, 1977.** Le blé dur morphologie succincte, Annales de L'INRA EIHarrach, Vol: VIII n°2, Alger, pp 883-87-
 - **GUYOT G., 1997)** Climatologie de l'environnement (de la plante à l'écosystème). Paris: Masson 505 p.
 - **HADJADJ-AOUL S., (1995)** Les peuplements du Thuya de Berbéric (Tetraclinisarticulata Vahl. Master) en Algérie. Phyto-écologie, syntaxonomie,

Références Bibliographiques

- potentialités sylvicoles. Thèse doct. Ès-Sci. Univ. Aix-Marseille III. 155 p. + annexes.
- **HOUADEC. K; BOUKHEZAR. F ET MADACL. 1, (1996)**-Effet des Polyphenols extrait du laurier rose (Nerium-Oleander) sur les vers blancs (Rhizotrogini). Mémoire en vue de l'obtention d'étude supérieur en biologie animale. Université de Constantine.
 - **INPV,(2015)**: Institut National de la Protection des Végétaux -Elharrach (Alger).
 - **KADIK B., (1983)** – Contribution à l'étude du pin d'Alep en Algérie: Ecologie dendrométrie, Morphologie. Thèse Doct-Etat. Aix-Marseille III, 313 p. + annexes.
 - **LAUNOIS, M. & VERCAMBRE, B.CIRAD, (2008)**. Le ver blanc au paradis vert, ou l'histoire vécue d'un bio-envahisseur de la canne à sucre en milieu insulaire: Enquête Scientifique.
 - **(CIRAD, 2008)**. Le ver blanc au paradis vert le centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
 - **MADR. (2017)**. Données statistiques du Ministère de l'agriculture. Bureau des statistiques 42.
 - **MESBAHA ET BOUFERSAOULA, (2002)**. Control of the biological cycle of *Geotrogusdeserticola* Blanch, insect coleopteran pests of cereals in Algeria Contrôle du cycle biologique de *Geotrogusdeserticola* Blanch, insecte coleoptere ravageur des céréales en Algérie.
 - **MONTREUIL .O.. (2003)**. *Tosevskiana Pavicevic* 1985 an enigmatic genus of European Melolonthinae Rhizotrogini removed from Pachydeminae (Coleoptera: Melolonthidae, Ann. Soc. Entomol. Fr. (n.s.). Vol 39. N° 3. P 207-210
 - **MOULE C., (1997)**. Céréale: Caractéristique généraux des céréales, Tome 1, Ed, la maison Rustique, paris, 45. **MUSSET..(1935)** – Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie: Typologie, Syntaxonomie et éléments d'aménagements. Thèse Doc. Sc. Univ; Aix Marseille 205
 - **NADJEM, K. (2012)**. Contribution à l'Etude des effets du semis direct sur l'efficience d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de Blé en région Semi-aride
 - **OUFROUKH F. et HAMADI M.,(1993)**- Maladies et ravageur des céréales.

Références Bibliographiques

- **benchabane K.D. et Ould-Mekgloufi L. 1998.** Evaluation phénologique de quelques variétés d'orge (hordeumvulgare L.) et leur sensibilité vis-à-vis de drechsleragramineaRab.Mém. Ing Agro.INA.El-harrach.PP59-62.
- **ÖZGEN M. (1989)** Kışlık Ekme klik Buğdayda (Triticumaestivum L.) Melez Gücü. Turk. J.Agric. For., 13(3b): 1190-1201 50.
- **RAMADE, F.,(1984).** Elément d'écologie fondamentale. Ed. **Mc. GRAW-HILL**. Paris. 397p. 51.
- **REGNIER R. (1952).** Recherches sur les hannetons: évolution de la population larvaire en fonction des cultures et du climat. Compte-rendu de l'Académie d'Agriculture de France,Année 1952, p. 448-454.
- **REMY JC, VIAUX PH, 1980,** Evolution des engrais azotés dans le sol. Perspectives agricoles Spéciales fertilisation, décembre n°43, pp 5-9.-
- **SELTZER PAUL.,** Le climat de l'Algérie, "La Typo-Litho" et **Jules Carbonel, (1946);** (Étude Publiée avec le concours de **A. Lasserre, Mlle A. Grandjean, R. Auberty et A. Fourey –**
- **Université d'Alger –** Travaux de l'Institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie).
- **SIMARD L., BELAIR G. & DIONNE J.(2009) –** Bien connaître les vers blancs: un pas
- **SKOURI, M. (1994).**Les ressources physique de la région méditerranéenne. In: Dupuy B.(comp.),Dupuy B. (collab.). Equilibre alimentaire, agriculture et environneme en Méditerranée. Mon tpellier CIHEAM,, 15-30
- **SOLTNER D, (1979).** Les grandes productions végétales, les collections sciences et techniques Agricoles, 16 éme éd, Paris, 464 p.
- **SOLTNER, D, (2005).** Les grandes productions végétales. 20ème.Ed CCTA Pp20-140
- **STEPHAN C. (2004).**
- **SYNGENTA, (2006).** Notice technique: Vers blancs sur céréales. N° 02. P4. 59. **TAIBI W..(2011)** Expertise agricole. Cas de la ferme Belaidouni Mohamed El Fehoul (wilaya de Tlemcen). Memoir d" ingénieur, Univ. Tlemcen, 82 p 60.
- **THOMAS WIBAUX J-F VIAN, Joséphine Peigné, Eric Blanchart**
- **Abad et Mugniery, 2000-** Pathologie végétale Le monde végétal : du génome à la plante entière. Académie des Sciences, Rapport sur la science et la technologie n° 10. Paris, France: Editions Tec & Doc, 144p. **Ait Kadi, M. 1985.**

Références Bibliographiques

Irrigation de complément en zone semi-aride. In Sécheresse gestion des eaux et production alimentaire. Actes de conférence. Agadir. dans la zone

- **-Ali smail W et al., (2017).** Influence de la densité de semis sur la production du blé dur semi-aride du HautCheliff. Thèse de mastère. Univ de Khemis-Miliana.51p.
 - **Anonyme, 1995-**Cereal Leaf Beetle. Factsheet Plant Protection & Quarantine, 2p.
 - **Anonyme, 2002-** EPPO Standards Good plant protection practice. Bull. OEPP/EPPO, 32: PP367-369.
 - **Anonyme, 2017.** Manuel d'utilisation des engrais. Grandes cultures, arboriculture, cultures maraichères et industrielle. 10-14 p.
 - **Bahloul A, 1989.** Fertilisation azotée raisonnée des céréales. Rev. Céréaliculture. N° 20. Troisième trimestre. Ed. ITGC. Alger. pp 15-19.
 - **Belaid D., (1996).** Aspects de la céréaliculture algérienne. INES. D'Agronomie. Batna. 187P.
 - **Ben Barek K Et Boubaker M., 2017.** Manuel de grandes culture - les céréales Ed universitaire européennes, 49,53.
 - **Ben Belkacem A., 2003.** La recherche variétale sur les blés en Algérie ITGC KHROUB Céréalicultures N° 20 mais 1993.
 - **Bensemra M, 1990,** Effet de la fertilisation azotée et de la densité de semis sur le rendement de la variété de blé dur « WAHA » cultivée en zone subhumide. Mem Ing. Agro. INA. Alger.
 - **Boulelouch N., (2002).** Analyse de la variabilité génotypique de l'absorption de l'azote chez le blé tendre. DEA. INA. Paris, 156-197.
 - **Bounazzi, C, et Bimbenet J. (2008).** Séchage des produits alimentaires,
 - **Branlard G., Pujos E., Nadaud L, Bancel E., Piquet A., 2012.** Nouveaux outils pour une analyse fine de la composition des grains. Innovations Agronomiques, 19:37-49.
 - **Capisano, 1997-** Orges de brasserie, les préférées des malteurs - Cultivar, no 392-PP27-28.
 - **Carlotti B., 1992.** Recueil des bases de préconisations de la fertilisation azotée des cultures. Ministère de l'agriculture-Ministère de l'environnement: Mission EAU-NITRATES. 246p.

Références Bibliographiques

- **Chinerg M., 1981-** Le multiguide nature des insectes d'Europe en couleurs Ed. Bordas, paris, 294,
- 380p.
- **Clement G., Prats., (1971).** Les céréales. Ed.J.B. Bailliers et Fils, 360p
- **Clement-Grandcourt et Prat., 1970-** Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed. PP351-360.
- **Comifer, 1996.** Calcul de la fertilisation azotée des cultures annuelles. Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales. 59p.
- **Cook J., Johnson V.A., Allan R. E., 1991.** Le blé. In: Greef. M.W. (Eds). Méthodes traditionnelles de sélection des plantes: un aperçu historique destiné à servir de référence pour l'évaluation du rôle de la biotechnologie moderne. Organisation de coopération et de développent économiques, Belgique, pp 27-38.
- **Decoin S., 1999.** Evolution des produits de protection depuis deux ans : Nouvelles familles, promesses tenues Phytoma déf. Vég. 1999, 521p, PP28-33.
- **Despinasse Y, (2015).** Diversité chimique et caractérisation de l'impact du stress hydrique chez les lavandes. These dedoctorat. Université Jean Monnet-Saint-Etienne. 167p.
- **Doumandji B., Doumandji S., Benzara A. et Guecioueur L., 1994.** Comparaison écologique entre plusieurs peuplements d'orthoptères de région de Lakhdaria, (Algerie). I.N.A. El-Harrach, Alger, PP1075-1081.
- <https://grdc.com.au/resources-and-publications/grownotes/crop-agronomy/northernwheatgrownotes/GrowNote-Wheat-North-06-Weeds.pdf>
- <http://www.opengov.gr/ypaat/wp-content/uploads/downloads/2013/07/sitari.pdf>
- <https://sawbar.in/wp-content/uploads/2018/07/Weed-managment-stratergies-in-wheat-A-review.pdf>
- <https://grdc.com.au/resources-and-publications/grownotes/crop-agronomy/northernwheatgrownotes/GrowNote-Wheat-North-06-Weeds.pdf>
- <https://extension.umn.edu/small-grains-crop-and-variety-selection/small-grain-crop-rotations>
- <http://www.daff.qld.gov.au/plants/field-crops-and-pastures/broadacre-field-crops/wheat/plantinginformation>

Références Bibliographiques

- https://www.canr.msu.edu/news/herbicide_options_for_weed_control_in_winter_wheat_things_to_consider
- Chhokar, R. S., Sharma, R. K., & Sharma, I. (2012). Weed management strategies in wheat-A review. *Journal of Wheat Research*, 4(2), 1-21.
- Jalli, M. J., Huusela, E., Jalli, H., Kauppi, K., Niemi, M., Himanen, S., & Jauhiainen, L. J. (2021). Effects of crop rotation on spring wheat yield and pest incidence in different tillage systems: a multi-year experiment in Finnish growing conditions. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 214.
- Kadioglu, İ., Uremis, I., Ulug, E., Boz, O., Uygur, F.N. 1998. Researches on the economic thresholds of wild oat (*Avena sterilis* L.) in wheat fields in Çukurova region of Turkey. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 1 Mennan, H. 2003. Economic thresholds of *Sinapis arvensis* (wild mustard) in winter wheat fields. *Pakistan Journal of Agronomy*, 2(1): 34-39.(2): 18-24.
- Mongia AD, Sharma RK, Kharub AS, Tripathi SC, Chhokar RS, and Jag Shoran (2005). Coordinated research on wheat production technology in India. Karnal, India: Research Bulletin No. 20, Directorate of Wheat Research. 40 p.
- Pala, F., Mennan, H. 2017. Determination of weed species in wheat fields of Diyarbakir province. *Bitki Koruma Bülteni*, 57(4): 447-461
- Pala, Fırat & Mennan, Hüsrev. (2021). Common Weeds in Wheat Fields.
- Informations générales sur le blé, histoire et valeur nutritionnelle
- Principes de sélection des meilleures variétés de blé
- Préparation du sol, exigences en matière de sol et de semences pour la culture du blé
- Besoins en eau du blé et systèmes d'irrigation
- Besoins en engrais du blé
- Ravageurs et maladies du blé
- Rendement, récolte et stockage du blé
- Lutte contre les mauvaises herbes dans les cultures de blé

ملخص

تم تنفيذ هذا العمل في المزرعة التجريبية حمادوش في ولاية تلمسان، وهدفه دراسة المسار التقني لزراعة حقل القمح الصلب

تتركز دراستنا على زيادة العائد الحالي للحبوب، والذي يقل عن 16 قنطارًا للهكتار. لتحقيق ذلك، يجب علينا تطبيق جميع العوامل في المسار التقني بشكل دقيق. بالتالي، يجب احترام جميع عمليات إعداد التربة (الحرث)، واستخدام الأسمدة البوتاسية والأسمدة القاعدية، وكذلك اختيار نوعية البذور بعناية مع احترام تاريخ و جرعة الزرع (1.60 قنطارًا للهكتار) للحصول على كثافة تفوق 450 نبتة للمتر مربع. بالإضافة إلى هذه المعايير، يجب تجنب الجفاف المائي من خلال الري الإضافي (حساب الاحتياج المائي). يجب أيضًا أن نعزز عملية النمو والتفجر من خلال الدرفلة في الوقت المناسب (مبكرًا) وتطبيق جرعة جيدة من الأسمدة النيتروجينية في عندما يكون طول السنبل 1 سم (ثلث الاحتياجات الكلية). يتطلب الحصول على عائد جيد للحبوب بالإضافة إلى هذه العمليات التخلص من الأعشاب الضارة ومعالجة الأمراض الفطرية والحشرات بالمبيدات الحشرية. أظهر تطبيق هذا المسار التقني نتائج تفوق 56 قنطارًا للهكتار.

الكلمات المفتاحية: الحبوب، المردود، المسار التقني، تحسين، القمح

Résumé

Ce travail a été réalisé dans la ferme pilote Hamadouche, dans la wilaya de Tlemcen il se propose d'étudier l'itinéraire technique de la conduite d'un champ de blé dur.

Notre étude est sur l'augmentation des rendements actuels des céréales qui est moins de 16 q/ha. Pour cela nous devons faire respecter tous les facteurs entrant dans l'itinéraire technique. Ainsi, nous devons respecter toutes les opérations des préparations du sol (labour), amendement en engrais potassique et engrais du fond, de bien choisir la qualité de semence tout respectant la date de semis et la dose de semis (1.60 q/ha) afin d'obtenir un peuplement supérieur à 450 plante/m². Outre ces normes, les céréales en Algérie doivent éviter le stress hydrique par le biais de l'irrigation d'appoint (calcul de l'ETM). Nous devons également favoriser le tallage par le biais du roulage au bon moment (pré-tallage) et en ramenant une bonne dose d'engrais azoté au stade épis 1cm (1/3 des besoins totaux). Un bon rendement des céréales exige outre toute ces opérations un désherbage et un traitement phytosanitaire (fongique et pesticides). L'application de cet itinéraire technique a donné les résultats > à 56 q/ha.

Mots clés : Céréaliculture, blé dur, rendements, itinéraire, amélioration

Abstract

This work was carried out in the farm of Hamadouche, in the Tlemcen province. It aims to study the technical management of a durum wheat field.

Our study focuses on increasing the current cereal yields, which are less than 16 quintals per hectare. To achieve this, we must ensure the implementation of all factors involved in the technical management process. Therefore, we need to adhere to all soil preparation operations (plowing), apply potassium fertilizer and basal fertilizer, carefully select the seed quality while respecting the sowing date and sowing rate (1.60 quintals per hectare) in order to achieve a population exceeding 450 plants/m². In addition to these standards, cereals in Algeria must avoid water stress through supplemental irrigation (ETM calculation). We must also promote tillering through timely rolling (pre-tillering) and apply a proper amount of nitrogen fertilizer at the stage of 1cm spike (1/3 of total needs). Adequate cereal yields also require weed control and phytosanitary treatment (fungicides and pesticides). Implementing this technical management process has yielded results exceeding 56 quintals per hectare.

Key words: Cereals, wheat, yields, itinerary, production