



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Agronomiques

# MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie  
Science agronomique  
Production végétal

Réf : .....

---

Présenté et soutenu par :

**LORBI Zohra**

Le :

**Impact des pratiques culturelles sur le rendement des céréales**

---

**Jury :**

Deghnouche Kahramen	Prof	Université Biskra	Président
Boukhalfa Hassina Hafidha	Prof	Université Biskra	Examineur
Farhi Kamilia	Prof	Université Biskra	Encadreur

Année universitaire: 2021/2022

# Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale.....1

## **Chapitre I: Généralité sur les Céréales**

I. 1. Définition .....3

2. Biologie des céréales (cycle développement).....3

2. 1. Structure de grain.....6

2. 1. 1. Composition physique.....7

2. 1. 2. Composition Biochimique.....8

3. Classification des céréales .....09

4. Utilisations des céréales.....09.

4. 1. Alimentation humaine.....09

4. 2. Alimentation animale.....10

5. Production des céréales.....10

5. 1. Dans le monde.....10

5. 2. En algerie.....11

## **Chapitre II: Pratique culturale**

II. 1. Définition .....14

2. La situation de la mécanisation de l'agriculture algérienne ..... 14.

3. Technique culturale des céréales.....15

1. 1. Travail de sol.....15

1. 2. Dates de semis.....15

1. 3. Doses de semis..... 16

1. 4. Choix de variété .....16

3. 2. Fertilisation .....17

2. 1. Azote .....17

2. 2. Potassium... .....18

2. 3. Phosphore .....19

2. 4. Soufre .....20

3. 3. Irrigation .....20

3. 1. Mode d'irrigation.....21

3. 4. Le désherbag .....	22
4. 1. Lutte cultural.....	22
4. 2. Lutte chimique.....	22
4. 3. Lutte mécanique.....	23
3. 5. Rotation.....	23
3. 6. Récolte.....	24
3. 7. Le stockage.....	24
7. 1. Mode de stockage .....	24
7. 1. 1. Le stockage dans des silos souterrains .....	24
7. 1. 2. Stockage en sac .....	25
7. 1. 3. Stockage en vrac .....	26
7. 1. 4. L'entrepasage en silo .....	27

### **Chapitre III : Impact le pratique culturale sur le rendement des céréales**

1. le rendement des céréales.....	29
2. Impact travail de sol sur le rendement des céréales.....	29
3. Impact date et dose de semis sur le rendement des céréales.....	30
4. Impact la fertilisation sur le rendement des céréales.....	30
5. Impact l'irrigation sur le rendement des céréales.....	31
6. impact de désherbage sur le rendement des céréales .....	31

Conclusion

Référence bibliographie

# **INTRODUCTION**

## **GENERALE**

## Introduction

L'agriculture est un instrument puissant pour entraîner la croissance, surmonter la pauvreté et renforcer la sécurité alimentaire, **(Mondiale, 2008)**.

Les céréales constituant 45% énergétique dans l'alimentation humaine, il existe trois groupes céréales majeures qui correspondent à 75% de la consommation céréalière mondiale. Un premier grand groupe est formé par le blé, l'orge, le seigle, et l'avoine. Il émerge dans le triangle fertile, berceau des civilisations occidentales qui en ont donc leur point de départ au Moyen-Orient. Un deuxième grand groupe est formé par le maïs. Il est originaire d'Amérique centrale. Il est à la base des civilisations amérindiennes. Le maïs a été importé en Europe par les explorateurs du Nouveau-Monde à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle, le dernier grand groupe est le riz. C'est une plante originaire des régions chaudes et humides de l'Asie du Sud-est. Sa domestication s'est faite de façon synchrone avec la domestication du blé plus à l'ouest, **(Clerget, 2011)**. Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, Particulièrement dans les pays maghrébins.

La filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole en Algérie. En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale **(Djermoun, 2009)**.

Où La production céréalière en générale dépend encore des facteurs agro-climatiques d'une part, et d'autre part des facteurs techniques. Les pratiques culturales sont un élément déterminant pour la production **(Matin, 2006)**, il inclure (rotation, implantation, date et dose de semis, la fertilisation et conduite de la culture, interculturel et mesures agronomiques) **(Ecophytopie, 2019)**. Il est un facteur de maintien du rendement en limitant la baisse et la densité de semis, les nutriments présents (la fertilisation) et la pluviométrie (timing et la durée) vont fixer les limites du nombre de tiges fertiles, de la période de floraison nombre total de grains. Où L'application de N, particulièrement en combinaison avec P, stimule le tallage. Le tallage détermine aussi la surface foliaire et la consommation en eau de la plante, **(Winkel et Do, 1992 ; Winkel et al., 1997) & (Dutordoir, 2006)**.

Et pour obtenir un rendement adéquat et une récolte abondante, Dans cette étude, nous mettons en évidence le différent impact des pratiques culturales sur le rendement des céréales.

# **Chapitre I :**

## **Généralité sur les céréales**



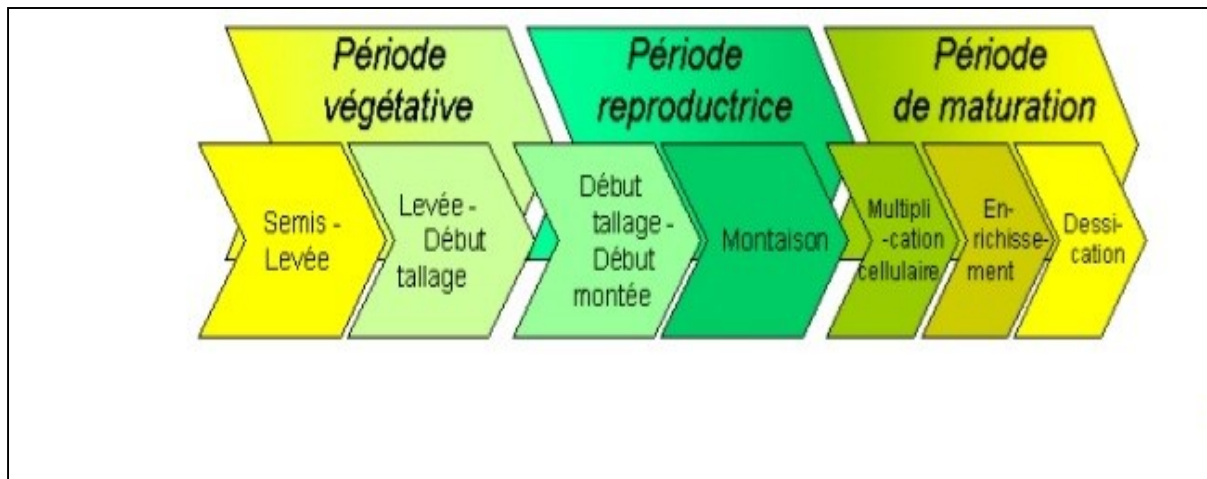
## 1. Définition

Le terme céréale est un dérivé du mot latin "cerealís" signifiant «grain» qui est botaniquement, un type de fruit appelé caryopse (**Sarwar et al., 2013**). Les céréales regroupent des plantes de la famille des Poacées (ex Graminées). Les cinq céréales les plus cultivées dans le monde sont : le maïs, le blé, le riz, l'orge et le sorgho. Le blé (*Triticum sp.*) est une graminée annuelle aux racines fibreuses à tiges hautes et généralement creuses, portant des nœuds d'où partent des feuilles, des sommets de la tige portent une grappe des fleurs qui se transforme en grains (**Gate, 1995**).

## 2. Le cycle de développement des céréales

Chez les céréales la variation de la durée du cycle concerne la phase photosensible (**Clerget, 2004**). Leur cycle de développement d'une céréale en générale comprend trois grandes périodes :

- A. La période végétative, de la germination aux premières manifestations de l'allongement de la tige principale (début de la montaison).
- B. La période reproductrice, du tallage herbacé à la fécondation.
- C. La période de maturation, de la fécondation à la maturité complète du grain.



**Figure 1.** Stade de développement (cas du blé). (**Anonyme, 2003**).

Durant son cycle, la plante passe par un certain nombre de stades précis, appelés stades de développement; différentes échelles de repérage de ces stades existent. Ainsi, dans le cas du blé, Jonard, et al proposent une échelle fondée sur l'état de différenciation de l'apex du brimaitre (figure 2)

**Tableau 1.** Échelle de Jonard- Vincent pour la description des stades des céréales (Soltner, 1998) & (Anonyme, 2003).

Stade	Définition (observations après dissection de la plante)
<b>Végétatif</b>	Apex lisse
<b>Stries blanches</b>	Apparition de 1 ou 2 bandes plus claires dans la zone méristématique située en dessous de l'apex ( = entre - nœuds )
<b>A</b>	Apparition de la première ébauche d'épillets sur l'apex (c'est l'initiation florale : le bourgeon végétatif devient bourgeon floral)
<b>B</b>	Apparition des ébauches de glumes
<b>B II</b>	Apparition des ébauches de glumelles
<b>C</b>	Apparition des anthères (3 petites sphères disposées en triangle sur le bourgeon floral)
<b>C I</b>	Apparition des étamines de forme tronconique
<b>C II</b>	Apparition des 2 cornes du stigmate
<b>D</b>	Méiose
<b>E et F</b>	Fécondation, traduite extérieurement par la floraison
<b>MC et M</b>	Grossissement et maturation des grains (accumulation d'amidon et perte d'humidité)

Mais le repérage de ces stades est difficilement réalisable au champ. Une autre échelle, due à Feekes, repose sur la description de la morphologie du brin-maître; elle est présentée à la (figure 3), en même temps que l'échelle de Zadoks, couramment utilisée sur le plan international.

Les stades y sont aisément repérables, visuellement, sans dissection de la plante. Mais ils reposent, en partie, sur l'extériorisation de phénomènes de croissance ; c'est ce qui peut Expliquer l'absence de coïncidence ou de relation étroite entre l'aspect extérieur de la plante et la réalisation d'une modification interne que notent Jonard, Koller et Vincent (**Anonyme, 2003**).



**Tableau 2:** Stades de développement du blé, échelles de Feekes et Zadoks. (Soltner 1998) & (Anonyme, 2003)

	STADE	JONARD	FEEKES	ZADOKS	CARACTÉRISTIQUES (brin maître)		
Levée	Levée 1			7	Sortie du coléoptile 1ère		
	feuille 2		1	10	feuille traversant la coléoptile		
	feuilles			11	1ère feuille étalée 2ème feuille		
	3feuilles			12	étalée 3ème feuille étalée		
				13			
Tallage	Début		2	21	Formation de la 1ère talle		
	tallage Plein	A	3	22	2 à 3 talles		
	tallage Fin		4	23			
	tallage			24			
					25		
Montaison	Début Montaison Epi à 1 cm	B	5	30	Sommet de l'épi distant à 1 cm du plateau de tallage		
	1 nœud	C1	6	31	1 nœud	Elongation de la tige	
			7	32			
	2 nœuds	C2	8	37	2 nœuds		
	Gonflement L'épi gonfle la gaine de la dernière feuille				Apparition de la dernière feuille		
	Epiaison	E	D	9 10	39 45	Ligule juste visible ( méiose mâle ) Gaine de la dernière feuille sortie	
			10-1	49-51	Gaine éclatée 1/4 épiaison 1/2 épiaison 3/4 épiaison Tous les épis sortis		
			10-2	53			
			10-3	55			
			10-4	57			
10-5	59						
Floraison	F	10-5-1	61	Début floraison			
		10-5-2	65	Demi - floraison			
		10-5-3	69	Floraison complète			
Maturation	Formation du grain	Mo	10-5-4	71	Grain formé		
			11-1	75	Grain laiteux		
			11-2	85	Grain pâteux		
			11-3	91	Grain jaune		
		M	11-4	92	Grain mûr		

## 2. 1. La structure de grain de céréale

Selon Cruz et al., (1992), Les grains de céréales sont des fruits secs indéhiscents appelés caryopses qui ne contiennent qu'une graine. Ces organismes vivants sont de véritables plantes miniatures, protégées par des enveloppes et disposant de réserves pour se nourrir et se développer.

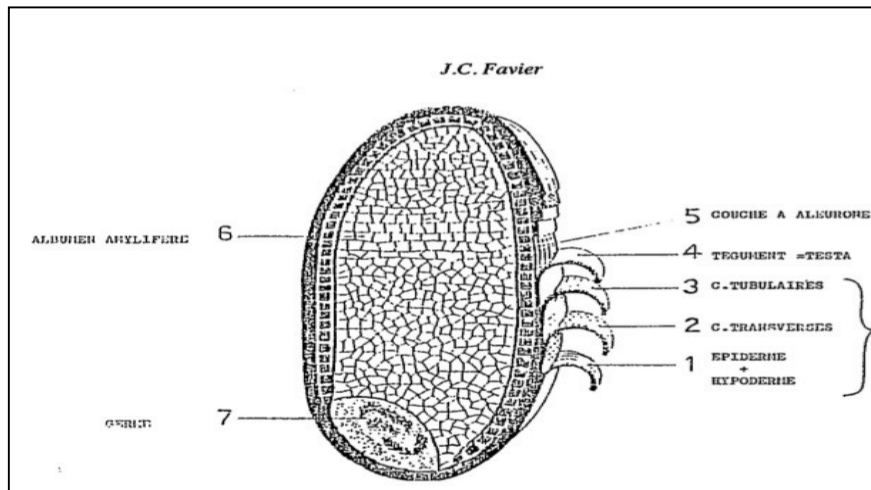


Figure 4. structure des grains de céréales, (Cruz et al., 1992).

### 2. 1.1. Structure physique

Les grains sont constitués de trois parties : les enveloppes, l'albumen et le germe :

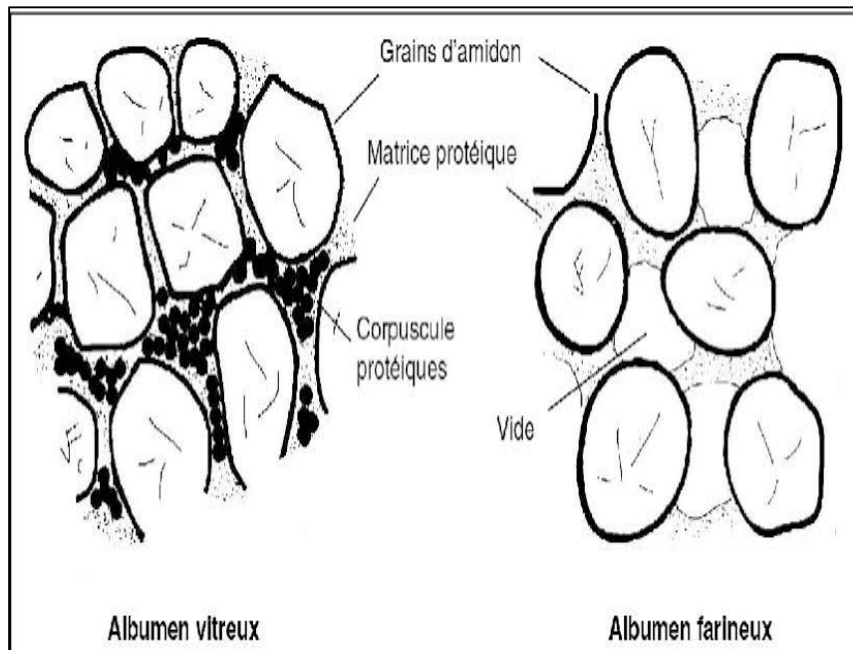
#### ➤ Les enveloppes

Les grains de céréales sont protégés par une ou plusieurs enveloppes, (Cruz et al., 1992). . Les couches externes du grain sont le péricarpe (dérivé de l'ovaire de la fleur) qui entoure le tégument (le testa), (McKevith, 2004), Les structures extérieures à parois épaisses forment). Pour certains grains, comme le sorgho, cette testa est parfois fortement pigmentée et contient des tannins. Lors de la transformation des grains, les enveloppes, qui représentent environ 8% du grain, donnent le son, substance riche en fibres, en minéraux, en vitamines et en protéines (Cruz, 1992).

#### ➤ L'albumen

Classe spécifique de protéines relativement petites, (Bender & Bender., 1999), céréales et représente 75 à 90% des grains.

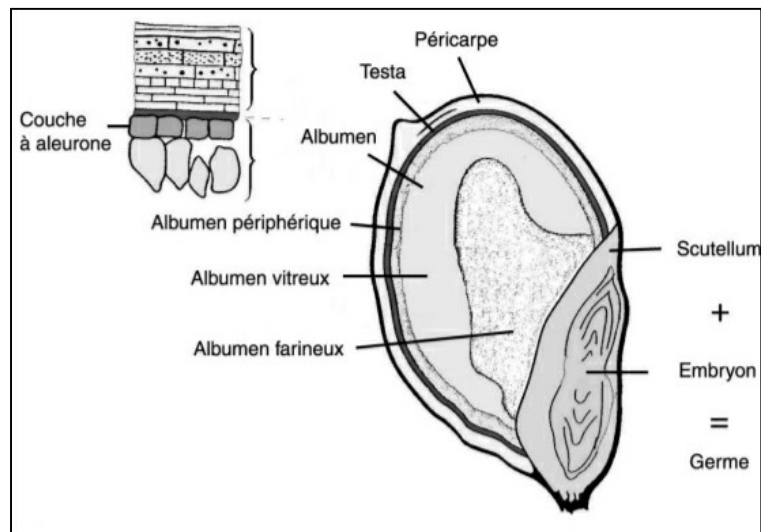
Comme principal tissu de réserve, il est essentiellement constitué de granules d'amidons. Enchâssés dans un réseau protéique plus ou moins dense. La première couche cellulaire de l'albumen est l'assise protéique ou couche à aleurone, riche en protéines, en lipides et en minéraux (Cruz, et al., 1992).



**Figure 5.** schéma de cellules de l'albumen (Cruz et al., 2016).(Cruz et al., 1992).

### ➤ Le germe

L'embryon (ou germe) est une structure à paroi mince, contenant la nouvelle plante. (McKevith, 2004), Le germe des céréales est formé de la plantule et d'un seul cotylédon (plante monocotylédone). La plantule est une véritable plante miniature et le cotylédon appelé scutellum est un organe, riche en protéines, en lipides, en protéines, en minéraux et en vitamines, qui permet à la jeune plantule de puiser les réserves de l'albumen pour se développer. L'importance relative du germe par rapport au grain varie suivant les céréales. Les germes du blé et du riz sont petits alors que ceux du sorgho, du maïs ou du mil sont très gros (figure 6). (Cruz, et al., 1992).



**Figure 6.** Grain de sorgho. (Miche, 1980).

### 2. 1.2. Composition biochimique

Selon Slimane (2008) Pendant la maturité de la graine les substances de réserves sont accumulées soit dans le Cotylédon, soit dans le péricarpe. Ces substances sont principalement des métabolites qui Assurent la nutrition de la plantule lors de la germination. Les réserves de la graine comprennent essentiellement :

- **Glucides 70 à 80 %** : essentiellement de l'amidon ; du gluten associé à l'amidon; Des hémicelluloses (des parois cellulaires); des sucres solubles et des protides.
- **Protéines 9 à 15 %** : essentiellement des protéines de réserves.
- **Lipides 1,5 à 2 %** : dont 60 % sont des lipides libres apolaires et 40 % sont des lipides polaires.
- **Enzymes tels que** : des  $\alpha$  et  $\beta$  amylases, des protéases ainsi que des lipases et des lipoxygénases (Campion et Campion, 1995 ; Samson et Morel, 1995 ; Cherdouh, 1999). in (Ait-Slimane, 2007)

### 3. Classification botanique des céréales (Science ET Technologie Des Céréales)

FAMILLE	GRAMINEAE					
SOUS-FAMILLE	Festucoideae				Panicoideae	
TRIBU	Triticeae		Aveneae	Oryzeae	Tripsaceae	
SOUS-TRIBU	Triticineae					
GENRE	Triticum	Secale	Hordeum	Avena	Oryza	Zea
ESPECE	T. aestivum (blé)	S. cereale (Seigle)	H. vulgare (Orge)	A. sativa (Avoine)	O. sativa (Riz)	Z.mays (Maïs)

### 4. Utilisation des céréales

Au Canada Près de 90% de l'avoine produite est consommée par le bétail. Les 10% restants sont destinés à l'alimentation humaine et aux semences. De petites superficie d'avoine servent de pâturage ou sont destinées à l'ensilage ou à produire du foin. **(Ministère de l'Agriculture, 1975).**

#### 4. 1.Alimentation humaine

Le blé et le riz sont quasi exclusivement destinés à l'alimentation humaine, **(Cruz et al., 1992).**

Dans l'alimentation humaine les céréales sont utilisées sous divers formes : en grains, farine, semoule...etc.

Selon **Sarwar, et al., (2013)**, Les céréales fournissent plus de nourriture pour la consommation humaine que toute autre culture. Généralement, quatre groupes divers des aliments préparés à partir des grains de céréales sont :

- Les produits de boulangerie, à base de farine ou de semoule, comprennent pains, viennoiseries, crêpes, biscuits et gâteaux.
- réduits céréaliers moulus riz poli, farina, farine de blé, semoule de maïs, homing, maïs gruau, orge perlé, semoule (pour les produits de macaroni),
- Boissons à base de produits céréaliers fermentés et à partir de grains bouillis et rôtis

- Les produits à grains entiers comprennent les flocons d'avoine, le riz brun, maïs soufflé, grains râpés et soufflés et petit-déjeuner aliments (**Sarwar, 2008**).

#### **4. 2. Alimentation animale**

Les céréales constituent le principal composant des aliments concentrés pour le bétail. Une forte proportion de la production mondiale de céréales est donc destinée nourrir l'animal d'élevage, indique près de 40 % des céréales servent nourrir le bétail, (**Dubief, 2020**), le maïs est très utilisé pour l'alimentation animale, notamment dans les pays occidentaux, (**Cruz et al., 1992**)

### **6. Production des céréales**

#### **6. 1. Dans le monde**

Les prévisions de la FAO concernant la production mondiale de céréales en 2021. Elles s'établissent à 2 799 millions de tonnes, soit 0,8 pour cent de plus que le résultat de 2020. Évaluée à 1 502 millions de tonnes, la production mondiale de céréales secondaires en 2021 est en hausse de 18,9 millions de tonnes sur une base annuelle, presque exclusivement en 709 millions d'hectares de céréales sont cultivés dans le monde, soit 51 % des terres arables, 14 % de la surface agricole mondiale et 5 % des terres émergées du monde, (**Dubief, 2020**).

Selon **FAO, (2022)**. La production mondiale de blé devrait atteindre 777 millions de tonnes, un niveau pratiquement identique à celui de 2020. En ce qui concerne le riz, augmentâtes les rendements annoncés, compte tenu des conditions météorologiques généralement favorables qui ont prédominé pendant la campagne.

En 2028 La production totale de céréales dans le reste du monde serait 2,3 fois plus élevée qu'en 1990, le rythme de cette hausse diminuant toutefois beaucoup moins que dans les pays développés d'une décennie à l'autre. Ainsi, les hausses ont atteint de 30 % entre 1990 et 2000, 25 % entre 2000 et 2010, et 26 % entre 2010 et 2018 (en huit ans), et elle serait de 16 % entre 2018 et 2028, sans distinction notable entre les quatre types d'utilisation, (**Jodoin, 2019**).



**Figure 7.** Production céréale dans le monde. **FAO, (2021-2022).**

## 6. 2. En Algérie

En Algérie La filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole, La production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80% de la superficie agricole, **(Djermoun, 2009)**

Régions principales sont concentration des céréales en Algérie, selon les facteurs des précipitations pluviométriques :

- \_ Une région à haut potentiel de production dans le nord de l'Atlas Tellien (Mitidja, Kabylie, vallée du Seybouse, vallée de la Soummam...) qui couvre 0,4 million d'ha de la SAU, avec une pluviométrie qui dépasse les 500 mm/an.
- \_ Une région à moyenne potentialité vers l'ouest du pays, caractérisée par un climat semi-aride et une pluviosité entre 400 et 500 mm/an (massif de Médéa, coteaux de Tlemcen, vallée de Chélif,...).
- \_ Une région à basses potentialités située dans les Hauts plateaux allant du l'est vers l'ouest (massif des Aurès, plaines d'Annaba, Constantine,...) avec une moyenne de précipitations de moins de 350 mm/an **(Chehat, 2005). & (Chaban & Boussard, 2020).**

En Algérie, « la production céréalière totale en 2021 est estimée à 3,5 millions de tonnes, ce qui est inférieur à la moyenne quinquennale et environ 38 % de moins que l'année

précédente », La production annuelle était d'environ 4,92 millions de tonnes, dont 3,3 millions de tonnes de blé. En 2021, (**Assoko, 2022**).

La FAO prévoit un recul de 38% de la récolte céréalière en Algérie en 2021 par rapport à l'année précédente. Le rendement de la production céréalière de l'Algérie a été notamment impacté par la faible pluviométrie, (**Benali, 2021**).



# **Chapitre II**

## **Pratiques culturales des céréales**



## **II. 1. Définition**

Les pratiques culturales défini comme l'ensemble constitué par la succession des cultures sur une parcelle et les techniques culturales qui leur sont appliquées, est le facteur important où l'homme peut intervenir pour modifier la sensibilité des sols et améliorer la productivité des ressources. Toute opération culturale induit une modification de l'état structural du sol et de l'infiltration et, par conséquent, une diminution ou une augmentation du ruissellement et de l'érosion, Ainsi les céréales cultivées sont liées aux facteurs climatiques, les caractéristiques des sols, le matériel végétal et pratiques culturales (labour, semis, engrais et irrigation), **(Crochet, Bernard, 2006)**.

## **2. Situation de la mécanisation de l'agriculture algérienne**

Dans son histoire, la mécanisation de l'agriculture algérienne est passée par différentes phases ; elle a d'abord connu période favorable notamment entre 1974 et 1988; phase qui correspond à l'entrée en production de l'industrie du machinisme agricole (CMA et CMT) et la phase qui s'étale de 1988 à 1993 correspondant à une période de crise **(Enpma, 1994)**.

Dans la phase actuelle et d'après les résultats du recensement général de l'agriculture **(RGA, 2003)** il ressort que :

Le nombre de tracteurs en service au niveau national (toute puissance confondue) est de 97176, ce qui correspond à un indice de 1,4 unité tracteur. Les charrues à socs et les outils à disques sont prédominants par rapport aux instruments à dents (chisels et cultivateurs) mieux indiqués en aridoculture. On retiendra que le recensement n'a pas mis en évidence le nombre de herse et de rouleaux indispensables au rappuyage de la ligne de semis

Le nombre de semoirs ne dépasse pas 9106 unités et ne satisfait que 68% des besoins. Celui des épandeurs d'engrais est de 8191 avec un taux de couverture de l'ordre de 61%. Ce décompte ne précise pas la part des semoirs combines de celle des semoirs simples. Le traitement des cultures est assuré par 13862 pulvérisateurs entre jet projeté et jet porté.

Le parc moissonneuse batteuse est quant à lui constitué de 8222 machines. Chaque machine permet de prendre en charge une superficie de 494ha (ce chiffre était de 336ha en 1993). in **(Kheyar, et al., 2007)**.

### 3. Techniques culturales des céréales

Les trais principales étapes sont

#### 3. 1. 1. Le travail de sol

Le travail de sol se définit comme étant un ensemble d'opérations pouvant mener à une modification de la partie supérieure de la couche du sol dans l'optique de créer des conditions favorables et adaptées au semis d'une culture donnée (**Laverdière, 2005**). Il existe plusieurs façons de travailler le sol pour, les plus connues étant le travail conventionnel, le travail réduit et le semis direct. On regroupe souvent le travail réduit et le semis direct sous l'appellation de « pratiques de conservation des sols » (**Munger, 2014**).

selon **Bodson, et al., (2019)**, Chaque parcelle doit être traitée en fonction de ses caractéristiques structurales

Propres, compte tenu de son historique cultural, de la nature du précédent, de son état au moment de la réalisation de l'emblavement et des conditions climatiques.

#### L'objectif travail du sol

Selon **FEDDAL, (2015)**.

- L'enfouissement de débris végétaux et des résidus superficiels
- Le réchauffement du sol
- La formation du lit de semences
- L'incorporation des amendements et des fertilisants.
- le nivellement du sol.

#### En sous-sol

- L'ameublissement de la couche arable.
- La répartition de la terre fine et des mottes
- La correction de l'excès de porosité,
- L'ameublissement du sol au-dessous de la zone labourée.
- La maîtrise de la propagation des mauvaises herbes, des parasites et des maladies.

#### 3. 1. 2. Dates de semis

Selon **Bodson et al., (2019)** Lorsque les conditions du sol sont bonnes pour les semis, la tentation est souvent grande de commencer les semis trop tôt, avant la date recommandée pour les céréales.

En effet, avancer la date de semis expose la culture à un certain nombre de risques qui peuvent mener à une augmentation des coûts de protection de la culture et à une diminution

Du potentiel de rendement. Les risques auxquels sont exposées les cultures dont la date de semis est trop précoce sont les suivants :

- Risque de transmission et de développement de maladies
- Risque d'enherbement de la parcelle
- Risque de gel et de verse
- Risque de transmission de viroses.

### 3. 1. 3. Doses de semis

Selon **Alaoui, (2005)** Dose de semis Le peuplement pied objectif pour le blé tendre ne doit pas être le même pour toutes les régions céréalières et pour toutes les parcelles au sein d'une même région. Il doit être également adapté en fonction de la variété choisie étant donné que pour la même densité de semis, le poids global des grains semés sera plus élevé pour les variétés ayant le poids de 1000 grains le plus élevé. La formule suivante peut servir à déterminer la dose de semis :

$$\text{Dose de semis (kg/ha)} = (\text{graines/ha} \div \text{graines/kg}) \times (100 \div \% \text{ de germination})$$

Par exemple, si l'on vise 4,0 millions de graines/ha pour la variété Akilal, et que le taux de germination est de 95 %, à raison de 25.000 graines/kg, la dose de semis sera de 168 kg/ha.

$$\text{Dose de semis (kg/ha)} = (4.000.000 \div 25.000) \times (100 \div 95) = 168 \text{ kg/ha}$$

### 3. 1. 4. Choix de la variété

Les variétés ont des tolérances différentes aux principaux risques régionaux : Mauvaise implantation, échaudage climatique, maladies foliaires, piétin échaudage, verse, moucheture, mitadinage...

Choisir des variétés limitant ces risques a un fort impact économique (**Chambre de l'agriculture**).

### **3. 2. La fertilisation**

La fertilisation organique ou amendements, c'est l'incorporation au sol (**Anonyme, 2017**) L'augmentation des rendements a pu se faire essentiellement par l'amélioration variétale et les techniques culturales associées, dont la fertilisation. Dans la dernière moitié du 20ème siècle, une augmentation importante des rendements a été rendue possible par l'utilisation de l'azote, produit industriellement depuis les années 40 (**Evans, 1998**). Le phosphore et le potassium sont également des éléments importants mais comme ils sont d'origine minière, ces ressources sont limitées.

Ainsi, une meilleure nutrition des plantes par la fertilisation peut permettre une augmentation des rendements et de la qualité tout en préservant les sols et les ressources naturelles ; cette amélioration de la nutrition est nécessaire à l'expression de génotypes à haut rendement potentiel. L'utilisation des engrais doit être effectuée de façon adéquate pour Protéger l'environnement et restituer au sol les ressources exportées par les plantes (**Latiri, 2002**).

#### **3. 2. 1. L'azote**

L'azote est un élément majeur pour la fertilisation des végétaux, il est prélevé dans le sol sous forme soit nitrique ( $\text{NO}_3^-$ ) soit ammoniacal ( $\text{NO}_4^+$ ). Il a plusieurs rôles dans le développement de la plante .Il est le moteur de la croissance végétale et contribue au développement végétatif de toutes les parties aériennes de la plante, feuilles, tiges et formation des graines d'où sa contribution à l'amélioration du rendement, (**Anonyme, 2017**).

L'azote est celui qui est le plus difficile à gérer en fertilisation. Mais en même temps, il est l'élément nutritif le plus important pour la croissance des cultures et les niveaux de rendements, (**N'Dayegamiye, 2007**).

Bien que les engrais azotés soient essentiels pour assurer un meilleur rendement et une bonne qualité, l'azote peut causer des problèmes environnementaux majeurs s'il n'est pas géré convenablement ou s'il n'est pas prélevé par la plante au moment opportun (**Ziadi, et al., 2007**).

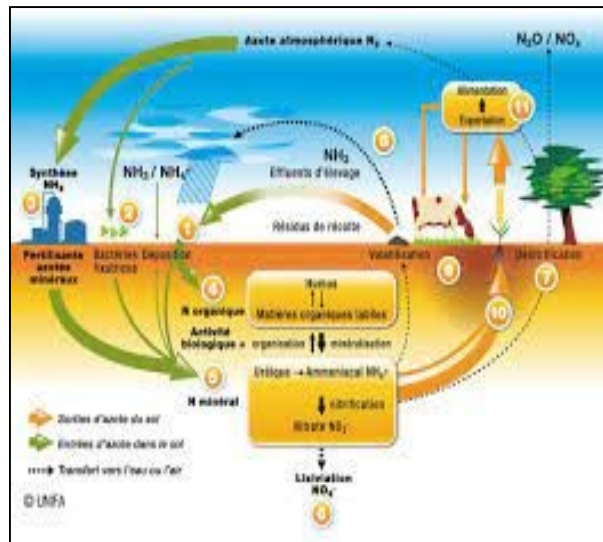


Figure 8 .Cycle de l'azote (Unifa, 2022)

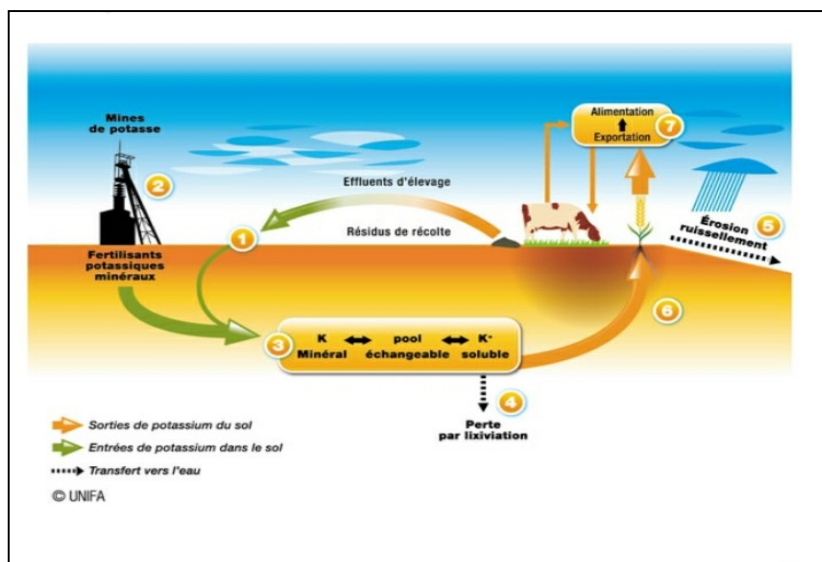
### 3. 2. 2. Potassium

C'est un facteur de croissance qui favorise le développement des racines en cours de végétation, facteur de précocité qui favorise la maturation (ITGC, 2001), présent dans le sol sous une forme minérale ou adsorbée par le CAH ou en solution, il est relativement soluble d'où des pertes par lessivage de 10 à 40kg/ha, notamment en sol sableux et riche. Les quantités assimilées par les végétaux sont élevées (100 à 200kg par ha) favorisant des résidus Riche en fin de campagne (80 kg /ha en grande culture allant jusqu'à kg /ha pour certains plants). (Zella, 2015).

- L'alimentation en potassium (K) a une influence décisive sur l'équilibre hydrique de la plante
- La formation améliorée d'assimilés dans les feuilles et leur transport plus rapide vers les grains ajouté à un bilan hydrique équilibré, favorisera le développement optimal du poids de mille grains (Anonyme 2019).

Selon Ouedraogo, (2013) Le potassium est rétrogradé quand les ions  $K^+$  passent de la surface externe des argiles pour «s'emprisonner» à l'intérieur, entre les feuillets d'argile de type 2/1 comme surtout les montmorillonites et les illites (Boyer, 1973) et cette rétrogradation a lieu en période de dessiccation ou quand le pH est élevé (Sountoura, 2011). Le phénomène de rétrogradation est contraire de la libération du potassium qui s'effectue à partir de la phase solide du sol en période d'humectation et de croissance du végétal (Unifa, 2005). Cette dynamique du K dans le sol est schématisée par la (figure 09).





**Figure 9.** Cycle potassium dans le sol. (Unifa)

### 3. 2. 3. Phosphore

Le phosphore est l'un des éléments majeurs nutritifs pour les plantes qui affecte directement ou indirectement tous les processus biologiques. Il participe à tous les stades de développement des végétaux en sa qualité de support énergétique. Une sous alimentation en phosphore peut induire une mauvaise valorisation de l'azote et du potassium.

Dans le sol, la biodisponibilité du phosphore est influencée par différents facteurs, à savoir l'humidité du sol, taux de matière organique, taux d'argile, pH de la solution du sol et le taux du calcaire ; ce dernier influe sur le pH du sol qui influe à son tour sur l'assimilation du phosphore. La carence en phosphore est un problème répandu dans les sols calcaires, et peut devenir un obstacle majeur à la croissance de la culture et la réalisation des rendements acceptables (**Boukha fa-Deraoui et al., 2015**), Le phosphore doit être appliqué à des doses comprises entre 30 et 40 unités/ha, (**Alaoui ., 2003**).

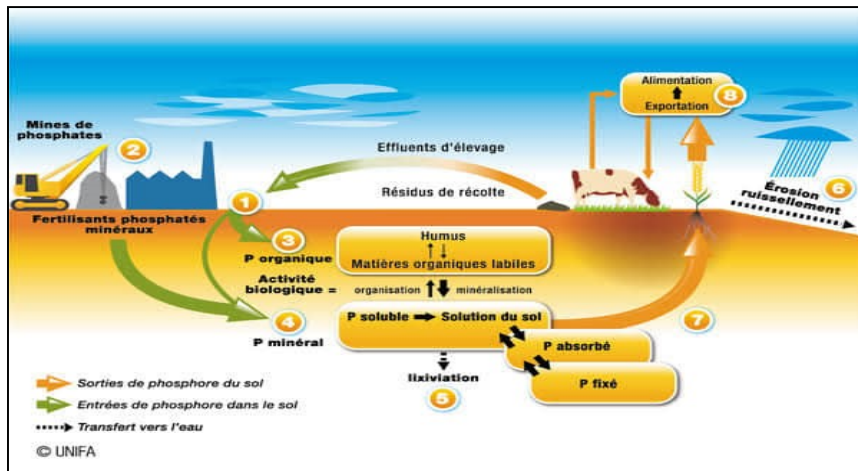


Figure 10. Cycle de phosphore. (Unifa)

### 3. 2. 4. Soufre

Certains sols peuvent montrer des teneurs faibles en soufre. Dans ce cas, il est suggéré d'appliquer environ 15 unités de soufre /ha sous forme de sulfate de soufre. Les premiers symptômes de carence en soufre correspondent au jaunissement des feuilles à commencer par les feuilles jeunes, (Alaoui, 2003).

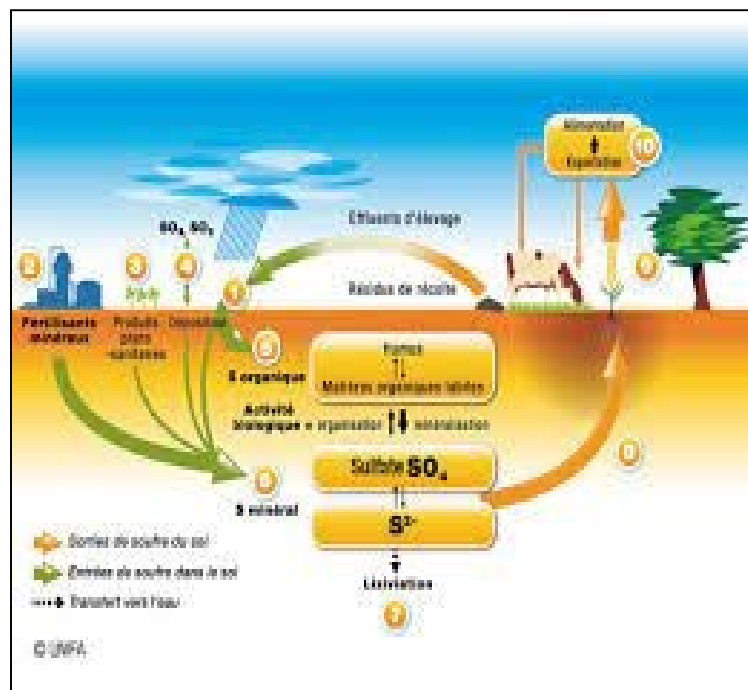


Figure 11. Cycle de soufre. (Unifa)

## 4. Irrigation

La desserte adéquate en eau est essentielle pour la croissance ou le développement végétatif des cultures. Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation serait nécessaire pour



couvrir les besoins en eau des cultures, Il existe actuellement plusieurs méthodes d'irrigation, (Brouwer, 1990).

#### **4. 1. Modes d'irrigation des céréales**

- Irrigation de surface
- système d'irrigation par aspersion
- irrigation a pivot

En algerie il ya Deux types d'irrigation sont pratiqués actuellement en Algérien, irrigation d'appoint et Irrigation totale, particulièrement au sud qui occupe une superficie irriguée de 30 400 ha (MADR, 2000). In (Lani, 2011).

##### **4. 1. 1. Irrigation totale ou systémique**

Ce type d'irrigation est basé sur la satisfaction complète des besoins en eau Cette irrigation a pour but l'atteinte de l'Etm. Les quantités d'eau sont apportées en fonction de l'humidité du sol, la première irrigation suit le semis, elle permet l'homogénéisation et l'optimisation du taux de levée des plantes qui conditionnent le nombre de plantes/m Les autres irrigations favorisent l'élaboration du nombre de grains/m et le poids de mi grains (PMG).

Les apports d'eau en pré anthèse ont un effet plus significatif sur le rendement que les apports en post anthèse En effet, l'irrigation au stade tallage a un double objectif, d'une part, elle favorise le tallage et d'autre part. Elle assure une meilleure valorisation des apports d'eau en post floraison (Ouattar et al. 1990).

En Algérie. L'irrigation totale est pratiquée uniquement au sud, cas des systèmes oasiens, ou 8 à 10 irrigations peuvent être apportées. (Lani, 2011).

##### **4. 1. 2. Irrigation de complément ou d'appoint**

La pratique de l'irrigation d'appoint permet d'augmenter sensiblement le rendement des céréales d'hi ver, et d'assurer la stabilité de la production, même sous des conditions climatiques variables d'une campagne agricole à une autre. (Asabah, 1997).

Le nombre des irrigations dépend de la zone agro climatique. est ce l'ordre de 1 à 3 dans les zones humides dans les zones semi arides. Est recommande d'apporter 3 à 4 irrigations cependant il attenta 5 à 6 irrigations dans les zones ardes.

Le nombre d'irrigations précité pour chacune des zones peut être revu à la hausse en cas de semis tardifs d'utilisation de variétés à cycle long ou de sols peu profonds. In (Lani., 2011).

## **5. Désherbage**

Dans la perspective d'accroissement de la production, la lutte contre les mauvaises herbes en céréaliculture devient plus que nécessaire. Elle revêt un caractère tout particulier, essentiellement d'actualité. La présence de ces mauvaises herbes crée une concurrence vitale qui handicape sérieusement les espèces cultivées. Selon **Haffaf et Hamou (2003)**, le brome a entraîné de sérieuses infestations de part son extension rapide et sa compétitivité à la culture mise en place sur les éléments minéraux et l'eau. **Hamadache (2005)**.

Selon **Marnotte, (2002)**. La lutte contre les mauvaises herbes, ou plutôt la gestion à long terme de l'enherbe ment d'une parcelle dans un contexte agro écologique donné, représente l'un des principaux enjeux permettant la durabilité des systèmes de production. La mise en place de cette gestion nécessite une connaissance approfondie de ces en herbements, notamment de leur composition floristique, de leur diversité spécifique, et de l'écologie et la biologie des espèces qui les composent.

il est pratiquement impossible de dissocier les facteurs : rotations des cultures, travail du sol et désherbage quant à leur effet sur la flore adventice, car ces trois facteurs sont très interdépendants. Ceci sous-entend que les techniques intégrées qui font appel aussi bien aux techniques culturales qu'aux traitements chimiques, font déjà naturellement partie des méthodes de productions agricoles.

### **5. 1. Lutte culturale**

Les travaux du sol contribuent de façon prépondérante à la réduction des mauvaises herbes, aussi bien en cultures annuelles qu'en cultures pérennes. Les moyens utilisés sont : la jachère travaillée, les façons superficielles, l'assolement et rotation rationnelle (**INPV, /2010**).

La monoculture des céréales est responsable de l'invasion progressive par certaines mauvaises herbes en particulier les graminées, il est bon de séparer deux cultures de céréales par des plantes sarclées (maïs, pomme de terre, betterave...). Ces cultures peuvent aussi être précédées ou suivies d'une culture nettoyante d'engrais vert (**Soltner, 1999**).

### **5. 2. La lutte chimique**

Les applications d'herbicides de post-levée peuvent être effectuées dans les mêmes conditions (précocité, régularité) que les sarclages, avec par exemple le 2,4-D, le triclopyr ou le fluroxypyr, (**Marnotte, 2002**).

### **5. 3. La lutte mécanique**

Les sarclages et les binages ont été depuis longtemps les seuls moyens capables de débarrasser les cultures des adventices. Ces procédés conservent toujours leurs efficacité, ils contribuent, en outre, à l'ameublissement du sol et à l'économie de l'eau (**Cassagnes, 1970**).

Le travail du sol en tant que moyen de lutte contre les mauvaises herbes, doit être raisonné en fonction des espèces à détruire, de la rotation du sol, des conditions climatiques et doit être mis en rotation avec la lutte chimique (**Verdier, 1990**).

Selon **Marnotte, (2002)** Pour les cultures à grands écartements (cotonnier, maïs, sorgho, mil, manioc, canne à sucre, etc.), le sarclage mécanique apporte les avantages suivants :

- gain de temps
- réduction de la pénibilité du travail : en culture attelée, le guidage d'une houe tractée est un travail moins pénible que le sarclage manuel.
- absence d'intrants : hormis le coût de l'investissement

## **6. La rotation**

La rotation des cultures est définie comme le choix des espèces et de leur succession sur une même parcelle. Elle a pour objectif de préserver voire d'améliorer la fertilité du sol, de protéger les cultures (maladies, ravageurs, adventices) tout en assurant un revenu convenable à l'agriculteur. Le raisonnement de la rotation résulte d'un compromis entre ces différents objectifs (gestion de la fertilité, protection des cultures, économie de l'exploitation, en y ajoutant des facteurs sociaux comme la disponibilité en main d'œuvre).

Le contrôle des adventices par la rotation passe par :

\_ L'introduction de têtes de rotation dites « nettoyantes » (prairies, luzernes par exemple).

\_ L'alternance de cultures aux caractéristiques contrastées, « cassant » le cycle des adventices et évitant ainsi la sélection d'une flore spécifique (par exemple, la succession de céréales d'hiver favorisera le développement de graminées d'automne comme le vulpin ou le brome).

\_ Le choix de cultures couvrantes, étouffant les adventices par phénomène de concurrence pour la lumière, l'eau, les éléments nutritifs (voire par allélopathie pour certaines).

\_ Le choix de cultures sarclées, pouvant être binées – (meilleur contrôle des adventices en intervention mécanique) (**Arino, 2012**).

## **7. Récolte**

La récolte commence dès la maturité du grain, souvent avant que les pluies aient cessé (**Cruz et al., 2007**). Selon le climat et la température extérieure de la région (**anonyme, 2009**), Elles' étend en général de septembre à novembre (**USAID, 2008 ; Cruz et al., 2011**) selon le

type de cultivar, les besoins ou le calendrier cultural. À maturité, les feuilles jaunissent ou prennent la couleur violacée.

Les grains brunissent et font tomber les tiges à la verse sous l'effet conjugué de leur poids et de la direction du vent (**Fofana et al., 2017 & Cruz et al. (2011)** ont mentionné que la récolte se fait lorsque les pertes de grains par égrenage spontané deviennent inévitables **Kanlindogbe et al., (2020).**

## **8. Stockage**

Opération qui consiste à entreposer les produits en un lieu déterminé et pour une période donnée. En matière de commercialisation des céréales, le stockage est l'opération qui consiste à placer, pour une période donnée, des céréales dans un magasin suivant des normes et des règles qui permettent la bonne conservation des grains. (**Coordination d'Afrique ; 2004**)

### **8. 1. Modes de stockage**

Il ya quatre modes des stockages

#### **8. 1.1. Le stockage dans des silos souterrains**

L'utilisation des entrepôts souterrains pour le stockage des grains est une pratique traditionnelle, très ancienne et largement utilisée dans certaines régions du Maroc sous le nom vernaculaire de «matmora». Ce mode de stockage est aussi utilisé dans plusieurs pays de l'Afrique, au Proche Orient et en Asie. Cette technique de stockage nécessite des matériaux peu coûteux pour la construction et protège le grain stocké contre les fluctuations de la température extérieure. Le stockage souterrain est particulièrement utilisé pour son herméticité, qui permet, dans certaines mesures, le contrôle des insectes grâce à la réduction du niveau d'oxygène dans l'entrepôt. Cependant ce type de stockage est parfois compromis par les pertes importantes qu'il peut occasionner. (**Bartali et al., 1989**).



**Figure 12.** Représente un silo souterrain de stockage. (Inraq, 2020).

### **8. 1. 2. Stockage en sac**

Les grains sont conservés dans des sacs fabriqués en toile de jute. Les sacs sont entreposés dans divers locaux, magasins ou hangars (Doumandji et al., 2003). En cas de traitements chimiques, cette toile de jute permet le passage des fumigants, pesticides très volatiles capable d'agir sur l'appareil respiratoire des insectes. Souvent ce type de stockage est passager dans les milieux où l'autoconsommation est forte. (Doumandji et al., 2003).

La conservation est notablement améliorée si le sac en toile de jute est doublé intérieurement par un sac plastique. Les entrepôts doivent être exempts d'infestation et le produit doit être sec (Ntsam, 1989).



**Figure 13.** Stockage en sac, (Alamy., 2022).

### 8. 1. 3. Stockage en vrac

Dans ce cas, les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts à charpente métallique. **(Doumandji et al., 2003)**. Dans ce type de stockage des contaminations sont possibles, d'autant plus que dans ce type de construction, il demeure toujours des espaces entre les murs et le toit, ainsi de libre passage aux oiseaux, rongeurs et insectes est possible. Par ailleurs l'influence des intempéries est encore assez forte et le développement des moisissures et des bactéries est toujours à craindre.

Ce moyen de stockage indispensable face à l'insuffisance des installations spécialisées aura tendance à disparaître dans l'avenir. **(Doumandji et al., 2003)**.

Ce type de stockage exige des contraintes particulières de la structure :

- étanchéité
- élimination de la condensation
- contraintes de pression
- contrôle de l'atmosphère et de la température. **(BARTALI, , et al., 1989)**.

### 8. 1. 4. L'entreposage en silo

Les silos sont des enceintes cylindriques en béton armé ou en métal. Elles sont fermées à leur partie supérieure par un plancher sur lequel sont installés les appareils de remplissage des 20 cellules. L'emploi des silos réduit la main d'œuvre, augmente l'air de stockage et supprime l'utilisation des sacs onéreux **(Doumaindji et al, 2003)**.

On distingue deux types de silos:

- . Le silo en métal
- . Le silo en béton



**Figure 14.** L'entreposage silo des céréales **(ilos cordoba, 2015)**

# **Chapitre III**

## **Impact des pratiques culturales sur le rendement des céréales**

## 1. Définition du rendement

Le rendement grain réel en céréaliculture est représenté par le poids du volume de production par unité de surface, exprimé en quintaux par hectare (q / ha) ou en tonnes (t / ha) . Pour le calculer, on divise la production totale sur la surface récoltée. Ce pendant, le rendement théorique (ou le rendement biologique) est estimé sur champs et donc sur un échantillonnage. Il est représenté par une moyenne des comptages effectués sur les échantillons (nombre de grains par mètre carré multiplié par le poids du grain).

## 2. Impact du travail de sol sur le rendement des céréales

Plusieurs travaux signalent que le travail réduit et le semis direct sont des systèmes généralement moins productifs en comparaison au travail de sol conventionnel. En effet, une recherche réalisée en Suisse a démontré qu'une culture de blé biologique a subi une perte de rendement de 14 % en travail réduit comparativement au travail conventionnel (**Berner et coll., 2008**) in (**Munger, 2014**).

selon **Rezgui et al., (2014)** Le mode de travail du sol n'a pas d'effet significatif sur le rendement en grains, le rendement a augmenté la fèverole conduite en semis direct, au taux de chez de 134% la deuxième année, Cependant, et de 274% la troisième année malgré une réduction par rapport au mode conventionnel estimée à environ 5% au cours de la première année d'essai.

Problèmes de sol On entend par là les problèmes d'égouttement, drainage, aération et structure du sol, ces problèmes reviennent année après année en tête de liste des causes de pertes de rendement. Leur solution réside, Ici il convient tout, si ce n'est déjà fait, de localiser les zones à faible rendement. Les cartes de rendement peuvent faciliter cette tâche, bien que le simple geste de marcher ses champs au moment opportun (en croissance, à l'épiaison) suffira dans la plupart des cas, (**Robert, 2007**).

Les travaux menés par **Hammel (1995)** de 1984 à 1987 dans l'état de l'Idaho aux États-Unis ont mesuré l'impact de trois travaux de sol implantés depuis 10 ans sur une culture de blé d'hiver. Le rendement moyen réalisé sous semis direct pendant quatre saisons de croissance a diminué de 15 % et 22 % par rapport au travail réduit et au travail conventionnel respectivement. ( **Munger, 2014**).

Des relations entre les modes de travail du sol et le rendement en grains ont été révélées. Ainsi et en conditions de semis direct, les gains substantiels de rendements de la fèverole ont été d'environ 200% et 280% comparativement à l'utilisation du chisel et du semis conventionnel. (**Rezgui, 2014**)

## 3. Impact la date de semis et la densité sur le rendement des céréales



l'augmentation de la densité de semis de 100 à 300 grains/m<sup>2</sup> se traduirait par une augmentation du rendement en grains (2,74 t/ha vs 3,01 t/ha), mais entre 300 et 500 grains/m<sup>2</sup>, la densité de semis n'aurait plus d'effet sur le rendement. **(Dorval, 2015).**

En 2015, le rendement en grain est affecté par la densité de semis ( $Pr = 0,027$ ) à Kolda, par la date ( $Pr = 0,018$ ) et par la densité de semis ( $Pr = < 0,001$ ) à Sinthiou Malème. En effet, le rendement en grain le plus élevé est obtenu avec la faible densité de semis à Kolda ( $733 \pm 52$  kg ha<sup>-1</sup>) alors qu'à Sinthiou Malème, le semis retardé de 10 jours ( $818 \pm 28$  kg ha<sup>-1</sup>) et la densité de semis intermédiaire  $815 \pm 20$  kg ha<sup>-1</sup>) ont donné les rendements en grains les plus élevés à Sinthiou Malème. **(Bamba et al., 2019).**

la dose de semis, la présence ou l'absence de chénopodes, une réduction de l'écartement entre les rangs a permis d'accroître les rendements de la céréale. En moyenne, le rendement en grain du blé était 16 % supérieur (1206 kg ha<sup>-1</sup>) avec un écartement entre les rangs de 10 cm comparativement à un écartement de 18 cm (1039 kg ha<sup>-1</sup>), En accord avec les résultats de **Cussans et Wilson (1975)** et ceux de **Pageau et Tremblay (1995)**, la dose de semis est un facteur qui influence la productivité de la céréale de façon plus importante qu'une variation de l'écartement entre les rangs, **(Pageau et al., 1996).**

#### **4. Impact la fertilisation sur rendement des céréales**

La fertilisation raisonnée reste à l'heure actuelle le moyen le plus efficace pour l'obtention d'une productivité optimale. **(Halilat, 2004)**

Le rendement en grains varie de façon très hautement significative avec les doses d'azote. Il passe de 44.57 à 55.75 Qx/ha, et Ces résultats sont confirmés par ceux de **Drouineau (1979)** qui à une dose élevée d'azote obtient des rendements plus importants à la station d'Aspach de 1968 à 1975. Pour le potassium, l'effet est significatif, mais intense que celui de l'azote, **(Halilat & Dogar, 1999).**

La fertilisation raisonnée reste à l'heure actuelle le moyen le plus efficace pour l'obtention d'une productivité optimale. **(Halilat, 2004).**

la dose de 120 kg N ha fractionnée en deux applications est suffisante pour maximiser le rendement et pour obtenir la prime maximale liée à la teneur en protéines, **Nyiraneza et al.**

L'interaction NxK présente de différences hautement significatives entre les diverses combinaisons. Elle tend à se manifester positivement sur les rendements dans d'assez nombreuses situations **(LOUE, 1979).** in **(Halilat & Dogar, 1999).**

Selon **Halilat & Dogar, (1999).** Les résultats obtenus confirment le phénomène de synergie entre la nutrition azotée et la nutrition potassique **(LOUE, 1980 ; SUARAT, 1987 ; FORSTER, 1977).**

## **5. Impact l'irrigation sur rendement des céréales**

Une bonne gestion de l'irrigation permet d'atteindre un résultat économique optimum, considérée L'alimentation en eau est le principal facteur limitant de la production chez le soja. La période de floraison et de phase de remplissage des graines, part, sont très sensibles au déficit hydrique. **(Chambert, 2020)**

L'alimentation hydrique de la culture, sous les conditions favorable, conduit donc à une meilleure utilisation de l'eau (gain EUE de 86%) et une meilleure production en grains (gain de rendement de 230%), **(Daroui et al., 2011)**, ainsi selon **louis (2009)**, L'irrigation des céréales à paille permet de maximiser et de régulariser les rendements. De plus L'irrigation contribue à une meilleure gestion de la teneur en protéines des grains, dans la mesure où elle permet de réduire la variabilité du rendement. **(Anonyme, 2004)**, Lorsqu'Un niveau de rendement supérieur à 35 q ne peut être atteint qu'avec une disponibilité hydrique (pluies, contribution du sol et irrigation) supérieure à 400/450 mm. **(Chambert, 2020)**.

Dans le cas En blé dur, un tour d'eau de 35 à 40 mm apporté au bon moment permet d'augmenter le rendement de 8 q/ha. en irrigation est important de bien déterminer les moments propices à un apport d'eau. **(Jozequel, 2011)**.

## **6. Impact de désherbage sur le rendement des céréales**

L'utilisation des herbicides ont significativement réduit la biomasse des mauvaises herbes à l'épiaison et à la récolte du blé, au début de ce stade. Désherbage précoce a donné les meilleurs rendements que le désherbage tardif. Une différence de 12 à 14 qx/ha a été notée entre les désherbages précoce et tardif. l'opération de désherbage a permis un gain de rendement de 22 à 54%. Lorsqu'une irrigation d'appoint a été apportée, le rendement grain a été amélioré de 36 à 76%, ainsi le rendement du blé irrigué a été réduit de 1,2 qx/ha par rapport au blé non irrigué non contrôle des mauvaises herbes, **(Tanji, 2000)**

# CONCLUSION

## Conclusion

Les céréales sont peu sensibles au choix de la méthode de travail du sol. Dans une recherche effectuée à cet effet sur le blé d'automne, on a démontré un avantage économique par rapport au travail réduit du sol et on n'a constaté aucun écart de rendement important entre le labour à la charrue à socs, le travail réduit du sol et le semis direct. Les rendements dépendent peu de la méthode de travail du sol, mais un bon contact entre la semence et le sol et le taux d'humidité du sol sont essentiels à la germination, **(Brown, Maadro., 2017)**.

Selon l'expérience, **(Dorval, 2015)** qui a confirmé que Le taux de semis n'a eu aucun ou peu d'effet sur les rendements en grains décortiqués, en grains nus et en paille. L'augmentation du taux de semis a légèrement augmenté la densité des épis et diminué le nombre de grains par épis tandis que le poids de mille grains est resté inchangé.

L'expérimentation sur la date et la densité de semis en zone soudanienne l a montré par les une bonne production de grain est enregistrée avec le semis précoce à Séfa et avec la faible densité de plantes à Kolda. En zone soudano-sahélien, le semis retardé de 10 jours et la densité de plantes intermédiaire ont favorisé une meilleure production de grain à Sinthiou Malème **(Bamba, et al., 2019 )**.

La technique du transport de fumier permet de doubler les rendements en paille et en grain comparé aux parcelles non fumées. **(Dutordoir, 2006)**.

Selon **(Halilat & Dogar, 1999)**La fertilisation reste à l'heure actuelle le moyen le plus efficace pour obtenir des rendements acceptables.

Les résultats d'essai ont permis de mettre en évidence le fait que l'application d'engrais permettait d'augmenter les rendements en grain de 15 à 19 % grâce à l'augmentation du taux de survie à la récolte et du nombre d'épis par poquet. **(Dutordoir, 2006)**. Il est impératif de raisonner convenablement les apports d'engrais minéraux pour améliorer les rendements et réduire le risque de pollution des eaux souterraines, **(Halilat, 2004)**

Il ressort que la contribution de l'irrigation d'appoint dans l'amélioration des rendements est incontestable. L'irrigation d'appoint a significativement amélioré le rendement en grains quelque soit le stade d'apport d'eau, montrent que l'irrigation d'appoint est efficace quant à l'amélioration et à la stabilisation des rendements, dans les zones arides et semi arides où l'eau est un facteur limitant la production, **(Daroui et al., 2011)**,

ainsi en désherbage à considérer le désherbage comme un outil indispensable pour augmenter le rendement et améliorer la qualité du produit récolté.

## **LISTE DE REFERENCE**

- Abdellaoui, Z., teskrat, H., belhadj, A., & zaghouane, O. (2011).** Etude comparative de l'effet du travail conventionnel, semis direct et travail minimum sur le comportement d'une culture de blé dur dans la zone subhumide. Options méditerranéennes, 96, 71-87. p 71-72
- Ait-Slimane-Ait-Kaki, S. (2008).** Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologique chez le blé dur en Algérie (Doctorat, Thèse Doctorat es Sciences. Univ. Annaba), p 25 - 26/174
- Alaoui, S. B. (2005)-** Référentiel pour la conduite technique de la culture de blé dur. *Triticum durum*.p13
- Alliès, A., François, D. J., Feneon, F., Michel, J. G., Lafon, C., Lopez, P., Pianetti, T.** Technique blé dur les bases de la culture, fiche technique blé dur. p 3
- Anonyme, 2003.** Les Céréales Département AGER. INA. P-G. Maison. 86p. p 18 et 21
- Anonyme, 2009.**Récolter le maïs doux, <https://www.rustica.fr/legumes-et-potager/recolter-mais-doux,1689.html>
- Anonyme, 2017.** MANUEL D'UTILISATION DES ENGRAIS, édition FERTIAL
- Anonyme, 2019.** Fertiliser correctement – récolter des céréales de,[http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/fr/fr/fertiliser/advisory\\_service/crops/cereals.html#anchor1](http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/fr/fr/fertiliser/advisory_service/crops/cereals.html#anchor1)
- Anonyme, 2004.** Une efficacité comparable sur blé tendre, blé dur et orge de printemps. PERSPECTIVES AGRICOLES • N°300
- Arino, J (2012).** Désherber mécaniquement les grandes cultures. Projet « optimiser et promouvoir le désherbage mécanique » casdar 2009/2011. p 09
- ARAB, Radhia., 2018.** Effet insecticide des plantes melia azedarach L. et peganum harmala L. sur l'insecte des céréales stockées tribolium castaneum herbst: Coleoptera, tenebrionidae.. Thèse de doctorat. p3
- Assoko, J. T., 202).** Céréales : l'Algérie veut compter sur son « stock de sécurité »,<https://www.jeuneafrique.com/>
- ASABAH, A., 1997.** L'IRRIGATION D'APOINT DE CEREALES D'HIVRE. ITGC
- BARTALI, E.H., AFIE, S., PERSONS, E., 1989.**Stockage des céréales dans des entrepôts souterrains, Céréales en régions chaudes. AUPELF-UREF, Eds John Libbey Eurotext, Paris, 27-38