

République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique

Université de Tlemcen

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département d'agronomie



MEMOIRE

Présenté par :

M^{lle} BENAHCILIF Salsabil Rima Hayem

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

Option : Production végétale

Thème :

Contribution à l'étude de l'effet de l'association de légumineuses–céréales sur les rendements des céréales dans la wilaya de Tlemcen

Soutenu le 22/06/2023, devant le jury composé de :

Président	Mr KADDOUR HOCINE Amar	MAA	Université de Tlemcen
Examinatrice	M Adjim.Z	MCB	Université de Tlemcen
Encadrant	Mr Abdelali okba	MAA	Université de Tlemcen
Invité	Mr Berrichi Laredj	ING	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2022/2023



Dédicaces

Tout d'abord je rends grâce à Dieu le tout puissant qui m'a donné la force, le courage, la santé et patience d'accomplir ce travail.

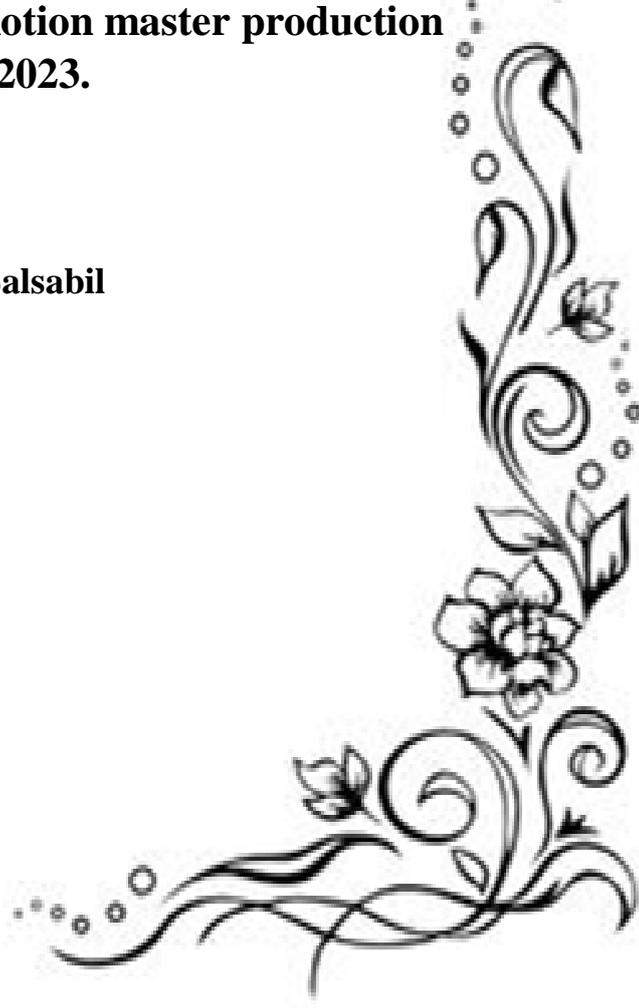
Ces pages sont l'occasion pour moi de remercier tous mes proches m'ont prodiguée je la dédie spécialement :

-En premier, à mes chers parents qui ont toujours été présents à mes côtés. Pour me soutenir et m'encourager.

-A mes chers frères.

-A tous mes collègues de la promotion master production végétal 2022/2023.

BENAHCHILIF Salsabil





REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie le bon dieu, le tout puissant de
M'avoir donné la santé, le courage, la patience et la foi pour
réaliser ce travail

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce à
L'aide de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner
toute ma reconnaissance

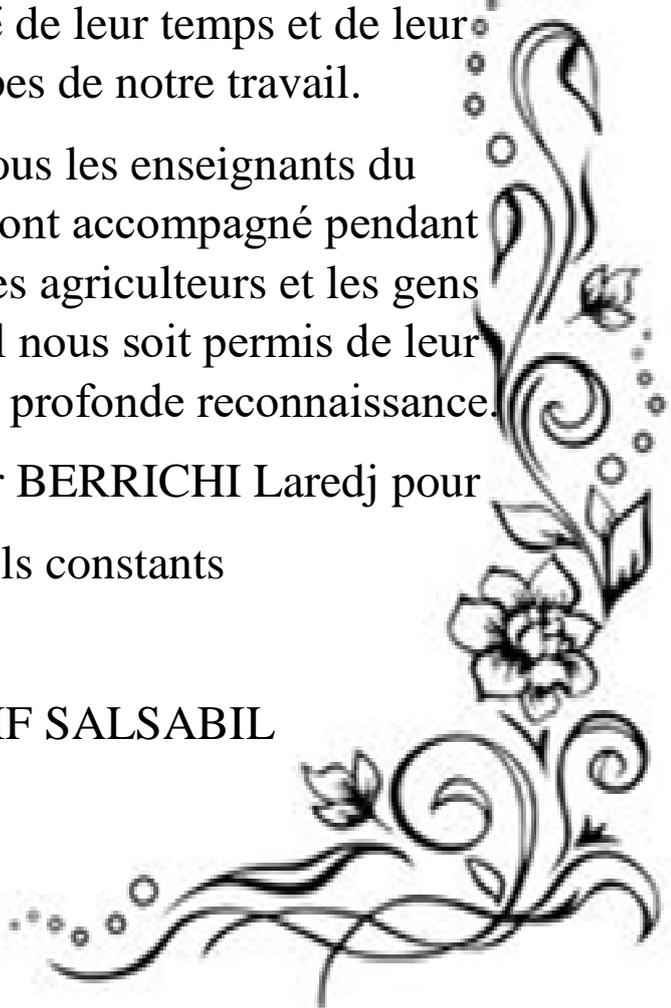
Mes remerciements vont en premier lieu à Mr
ABDELALI Okba qui a bien encadré ce travail

Avec beaucoup de respect, mes remerciements aux
membres de jury, pour avoir donné de leur temps et de leur
énergie afin de suivre les étapes de notre travail.

Je tiens également à remercier tous les enseignants du
département de l'agronomie qui m'ont accompagné pendant
mon cursus universitaire et a tous les agriculteurs et les gens
qui nous ont fournis de l'aide. Qu'il nous soit permis de leur
témoigner l'expression de notre plus profonde reconnaissance.

Et Remerciements particuliers à Mr BERRICHI Laredj pour
Son aide et ses conseils constants

BENAHCHILIF SALSABIL



Liste des tableaux

Tableau1: classification blé dur.....	9
Tableau2: la composition du grain du blé dur par % de matière sèche.....	10
Tableau3 : ETP et ETM pour -Tlemcen.....	12
Tableau4: production de blé dur dans la willaya de Tlemcen.....	14
Tableau5: les principaux problèmes phytosanitaires des céréales.....	15
Tableau6 : les principales maladies fongiques du blé.....	16
Tableau7: classification de lentille.....	21
Tableau8 : les principales maladies de la lentille.....	25
Tableau9 : identification de la ferme Hammadouche.....	35
Tableau 10 : répartition des terres de la ferme.....	37
Tableau 11 : plan d'action de la ferme.....	37
Tableau 12 : nombre de plants/m ²	47
Tableau 13 : nombre de talles, branche/m ²	47
Tableau 14 : nombre d'épis, gousse/m ²	47
Tableau 15 : nombre de graines par espèces/m ²	48
Tableau 16 : l'estimation des rendements.....	48
Tableau 17 : comparaison des résultats d'analyse des 3 parcelles.....	50

Liste des figures

Figure 1: Cycle biologique d'une céréale	7
Figure 2 : Évolution de la production mondiale (en Mt) des principales céréales sur une période de trente ans.....	8
Figure 3: Morphologie de blé dur	9
Figure 4 : Production mondiale du blé	14
Figure 5 : Nodosité sur racines des légumineuses	18
Figure 6: lentilles (<i>Lens culinaris</i>).....	20
Figure 7: Cycle de développement d'une <i>Lens culinaris</i>	21
Figure 8 : la production de la lentille dans le monde	23
Figure9 : Comparaison des rendements entre cultures (pures et associées) en agriculture biologique.....	29
Figure 10: Cycle simplifié de l'azote dans un sol cultivé.....	32
Figure 11 : Localisation de la ferme pilote	37
Figure 12 : le travail du sol	39
Figure13: Les semences utilisées	40
Figure14: le matériel utilisé pour déterminer la teneur en carbonate.....	43
Figure15 : détermination la teneur en MO.....	43
Figure16 : détermination ph	43
Figure17 : détermination de la concentration de phosphore (P).....	43
Figure18 : détermination de la concentration de l'azote(N).....	43
Figure 19 : détermination de la concentration de potassium(K).....	43

Liste des abréviations

C° : degré Celsius

CNCC : Centre Nationale de Contrôle et Certificat des plantes et semences

CO2 : dioxyde de carbone

DSA : direction de service agricole

FAO : Food agriculture organisation

FP : ferme pilote

g: Gramme

Ha: hectare

Kg : kilo gramme

Km : kilomètre

Km² : kilomètre carré

LER : Lend Equivalente Ratio

LTPO : Laboratoire des Travaux Publique d'Ouest

m : mètre

mm : millimètre

MO : matière organique

N : azote

P : phosphore

pH : potentiel hydrogène

qx : quintal

RC : registre de commerce

SAU : superficie agricole utile

T : température

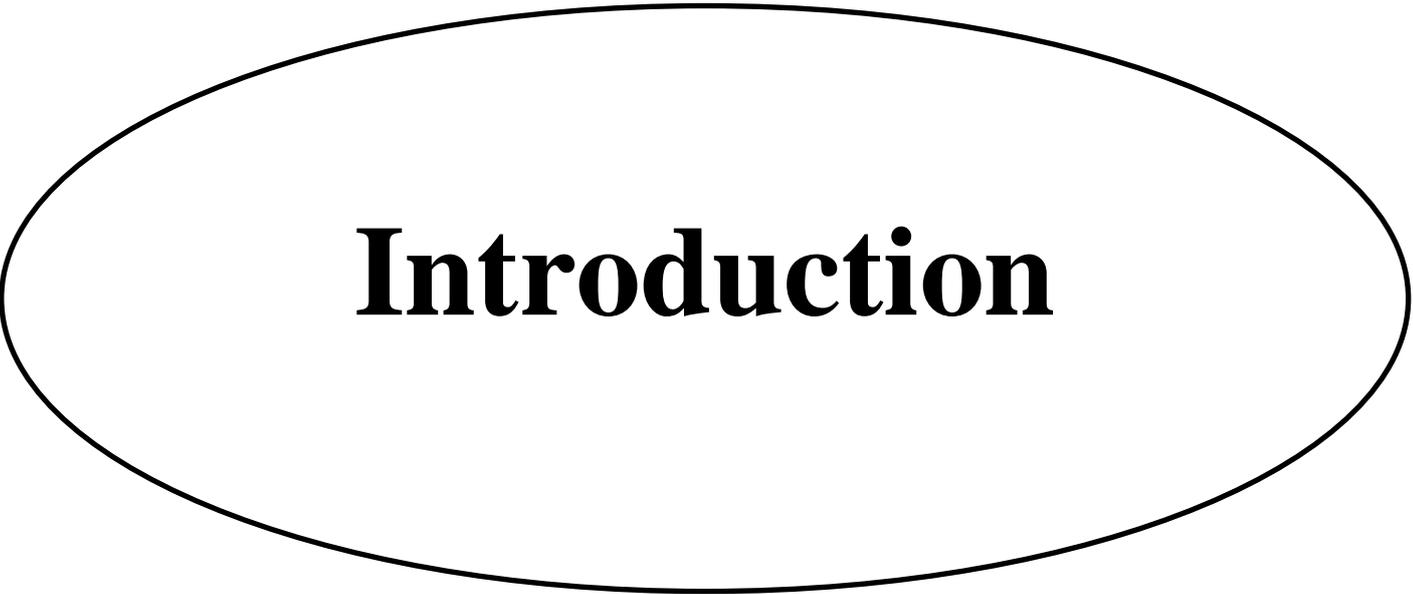
SOMMAIRE

Résumé	
Remerciements	
Dédicace	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale01
Chapitre1 : les céréales (blé dur) et légumineuses (la lentille)	
1 Généralité sur les céréales	4
2 Importance et utilisation des céréales	4
3 Biologie des céréales	5
3.1 Caractère morphologique	5
3.1.1 Appareil végétatif : comprend deux systèmes	5
3.1.1.1 Système aérien.....	5
3.1.1.2 Système racinaire (fasciculé) .	5
3.1.2 Appareil reproducteur :.....	5
3.1.3 Grain:.....	5
3.2 Caractère biologique (Cycle de développement) :	5
3.2.1 Période végétative :.....	5
3.2.2 Période reproductrice:.....	6
3.2.3 Période de maturation	6
4 Les Céréales cultivées	7
4.1 Blé dur (<i>Triticum durum</i>)	8
4.1.1 Historique et origine	8
4.1.2 Classification et botanique du Blé dur:.....	9
4.1.3 Les caractéristiques botaniques du blé dur et composition du grain du blé	9
4.1.4 Les exigences culturales.....	10
4.1.4.1 Les exigences climatiques.....	10
4.1.4.2 Les exigences édaphiques	11
4.1.5 Le déficit hydrique.....	11
4.1.6 Les exigences de fertilisation	12

4.1.7	L'importance agronomique et économique du blé dur	13
4.1.8	La production du blé dur	13
4.1.8.1	Dans le monde :	13
4.1.8.2	En Algérie :	14
4.1.8.3	Dans la wilaya de Tlemcen	14
4.1.9	Les facteurs limitant la production du blé dur	14
4.1.10	La lutte.....	17
5	Généralités sur les légumineuses :.....	17
5.1	Les Caractères généraux des légumineuses	17
5.1.1	Appareil végétatif	18
5.1.2	Appareil reproducteur	18
5.2	L'importance des légumineuses	19
5.2.1	Alimentaire	19
5.2.2	Agronomique	19
5.3	Lentille (<i>Lens culinaris</i>).....	19
5.3.1	Origine et historique	19
5.3.2	Classification et taxonomie	20
5.3.3	Le Cycle de vie de lentille.....	21
5.3.4	L'exigence pédoclimatique	21
5.3.5	La Culture de lentille	22
5.3.6	La Fertilisation.....	22
5.3.7	La Production de lentille	22
5.3.7.1	Dans le monde	22
5.3.7.2	En Algérie.....	23
5.3.7.3	Dans la wilaya de Tlemcen	23
5.3.8	Les facteurs limitant la production de lentille.....	24
5.3.9	La lutte.....	24
Chapitre 2: Association des cultures.....		
1	Les Cultures associée	26
1.1	Définition de l'association de cultures	26
1.2	Les types de l'association des cultures	26

1.3	Le Rôle des associations dans la fertilisation biologique	27
1.4	L'intérêt de l'association des cultures	27
1.4.1	La Fixation symbiotique de l'azote	27
1.4.2	Solubilisation de phosphore	27
1.4.3	L'amélioration du rendement en grain	28
1.5	Les effets de l'association céréales-légumineuses	28
1.5.1	L'effet sur la fixation symbiotique de l'azote.....	28
1.5.2	L'effet sur le rendement et la qualité.....	29
1.5.3	L'effet sur les maladies et es mauvaises herbes.....	30
1.6	Le mécanisme d'échange entre les céréales et légumineuses.....	30
2	Monoculture	30
2.1	Les avantages et les inconvénients	31
2.2	Monoculture, gestion et cycle d'azote	31
3	La rotation et l'assolement	32
3.1	La rotation	32
3.1.1	Les espèces utilisées en Place dans la rotation	32
3.1.2	Avantages de la rotation de cultures	32
3.2	L'assolement	33
chapitre3: Matériel et Méthode.....		
1	La Présentation de la région d'étude.....	35
1.1	Situation géographique et milieu physique.....	35
1.1.1	Pédologie :.....	35
1.1.2	Climat.....	35
1.1.3	Végétation	35
1.2	La Présentation de la zone d'étude	36
1.2.1	Présentation du site le expérimental	36
1.2.2	Localisation de la ferme pilote	37
1.2.3	Le Milieu naturel et les caractéristiques climatiques	37
1.2.4	Les Répartition des terres.....	38
1.2.5	L'analyse physico-chimique de sol	38
2	Protocole expérimental	39

2.1	Objectif de l'essai	39
2.2	Mise en place de l'essai.....	39
2.2.1	La préparation du terrain.....	39
2.2.2	Le dispositif expérimental.....	39
2.2.3	Matériel végétal	40
2.2.4	Le semis.....	40
2.2.5	La Suivi de la culture	41
3	Echantillonnage et collecte des données.....	41
3.1	Le prélèvement du sol :	41
4	Traitement et analyse des donné	44
	Chapitre4 : Résultat et Discussion.....	
1	Les rendements :	46
2	Les résultats obtenus dans chaque parcelle (A, B, et C)	47
3	Estimation des rendements	48
4	Effet de l'association sur la biomasse total et le rendement en grain (LER)	49
5	Effet de l'association sur les prélèvements d'azote et phosphore ...	49
	Conclusion générale	53
	Référence	
	ANNEXE.....	



Introduction

L'azote dans l'agriculture est l'un des facteurs les plus importants affectant la productivité agricole, car il fait partie intégrante des processus vitaux. Par conséquent, la présence de légumineuses dans les systèmes de culture est une opportunité pour améliorer la fertilité des sols et augmenter les rendements. (*Wani et al. 1995*) De par sa capacité à fixer l'azote atmosphérique (sous forme de quantités illimitées de N₂ dans l'air ambiant) et grâce à sa symbiose racinaire, il partage cette caractéristique biologique avec d'autres espèces végétales. Les plantes qui ne peuvent utiliser que des quantités limitées d'azote minéral doivent remplir un rôle spécifique. (*Schneider , Huyghe , 2015*).

Des recherches récentes soulignent l'intérêt du système d'association légumineuse-céréale dans la croissance, la biodisponibilité des ressources et l'amélioration de la productivité des semences des cultures (*Betencourt et al., 2012 ;Latati et al., 2013, 2014*).

En outre, les systèmes légumineux et céréales à de nombreux effets positifs sur la durabilité de la production agricole grâce au phénomène de facilitation de l'utilisation des ressources, de restauration de la fertilité des sols et d'augmentation de la biomasse et de la production de semences. (*Ofori et Stern, 1987 ;Jensen, 1996 ; Latati et al., 2013, 2014*). on peut émettre l'hypothèse qu'un système de culture qui utilise des légumineuses fixatrices d'azote en rotation ou en combinaison est susceptible d'avoir un meilleur bilan azoté et un meilleur rendement que par exemple la monoculture de céréales (*Latati et al., 2013*).

L'association d'espèces peut favoriser l'acquisition de phosphore et d'azote dans la rhizosphère des légumineuses et des céréales. Cette étude vise à évaluer Systèmes de culture « combinés légumineuses-céréales », les améliorant en fertilisant naturellement les sols pour stimuler la croissance des plantes et obtenir de bons rendements. Sur la base de ce qui précède et de notre volonté de démontrer que la présence combinée de légumineuses et de céréales dans les systèmes de culture est une opportunité pour améliorer la fertilité des sols et augmenter les rendements, la question de recherche est précisée ci-dessous.

Quel est l'effet de l'association légumineuses -céréales sur les rendements des céréales et les légumineuses ?

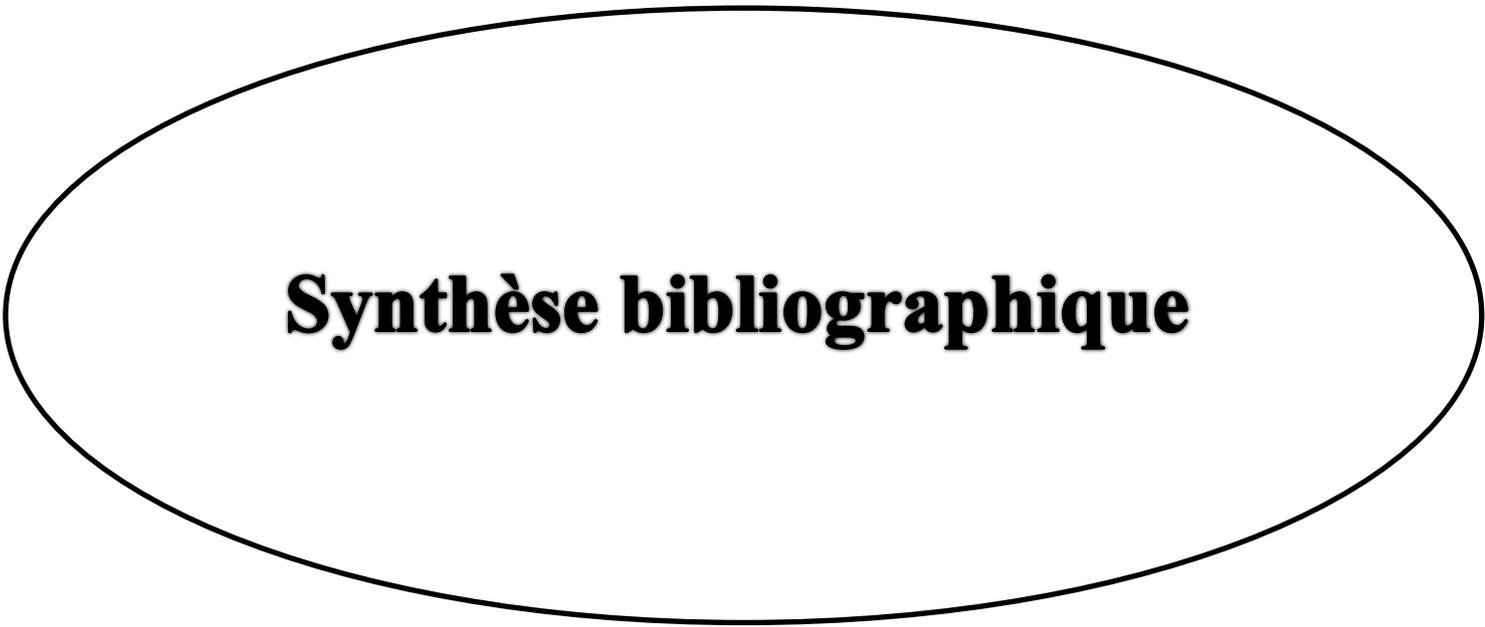
Ce problème comprend un certain nombre des sous-questions suivantes :

- L'association de céréales à des légumineuses n'a-t-elle d'effet que sur les rendements ?
- quelle est La nature de la relation entre les légumineuses et les céréales ?

Introduction

L'objectif principal de ce mémoire est d'étudier l'effet de l'association lentille -blé dur sur les rendements des, et Pour essayer de faire reconnaître et vulgariser ce système dans notre wilaya d'une part, et augmenter la production des légumineuse alimentaire d'autre part et assurer à la prochaine culture (céréales) une bonne levée avec une nutrition azotée.

Notre travail sera structuré en quatre chapitres, après l'introduction l'un présentera une synthèse bibliographique donnant des généralités sur les légumineuses (la lentille) et les céréales (blé dur), Le deuxième chapitre réservé pour les différentes notions clé sur l'association des cultures et la rotation et l'assolement, Le troisième chapitre présente la partie expérimentale, Le quatrième chapitre pour résultats et discussion. Nous terminons ce travail par une conclusion générale.



Synthèse bibliographique

1 Généralité sur les céréales

Les céréales, qui sont compactes, nutritives et adaptables à différents climats, constituent une source majeure d'alimentation depuis le néolithique. (*Cruz et al, 2019*).

Les céréales englobaient 60% d'énergie et presque de 80% de protéines alimentaires. On estime que la consommation annuelle moyenne de céréales entre 2004 et 2013 est d'à peu près 241,2 kg. (*Bessaoud, 2018*)

L'Algérie est le troisième importateur de blé après l'Égypte (12 millions de tonnes), les importations couvrent environ 70 % de la demande et la production local un peu plus de 30 %. On estime que les rendements céréaliers moyens sont passés de 2,25 millions de tonnes dans les années 1990 à 4,3 millions de tonnes en 2017. (*Bessaoud, 2018*)

Par définition, les céréales sont des angiospermes produites essentiellement pour leurs graines, qui sont des sources nutritives pour les humains et les animaux. Il s'agit d'une plante monocotylédone, une plante herbacée de la famille des graminées. (*Moule, 1971*)

2 Importance et utilisation des céréales

Le secteur céréalier joue un rôle stratégique dans l'économie. Il est constaté comme l'une des sources alimentaires les plus considérables au monde, bien que le but primaire ait toujours été de garantir et protéger l'équilibre des coûts sur le marché international. (*Moule, 1971*)

Les céréales sont utilisées comme aliments du bétail avant de devenir de l'aliment individu. (*Abecassis et Vermeersch, 2006*). Les principales utilisations des céréales et des graines sont :

- Alimentation des animaux et les humaines.
- Boissons : Bière de malt et orge.
- Industrie non alimentaire : biocarburants, industrie chimique (glucides, lipides).
- huiles de table.

3 Biologie des céréales

3.1 Caractère morphologique :

3.1.1 Appareil végétatif : comprend deux systèmes :

3.1.2 *Système aérien*: formé d'une série d'unités biologiques (tige, feuilles) :

✓ **Tige** : Formé des entrenœuds séparés par des nœuds et chaque nœud et le point de fixation d'une feuille.

✓ **feuilles** : disposées en 2 rangées le long de la tige.

3.1.2.1 **Système racinaire (fasciculé)** : Le développement du système racinaire fournit de l'eau et des minéraux. (*soltner. 2005*).

3.1.3 Appareil reproducteur :

✓ **L'inflorescence** : L'unité morphologique de base est l'épillet.

3.1.4 Grain:

Les grains ne se déhiscent pas et ne s'ouvrent pas naturellement à maturité, mais reste enveloppé de péricarpes.

Un grain est dit nu : S'il a perdu son enveloppe ou sa glumelle, soit naturellement, soit après une opération de battage, si l'enveloppe est jointe ou soudée à elle-même après le battage, on dit vêtu. (*Soltner. 2005*).

3.2 **Caractère biologique (Cycle de développement)** :

Le cycle de développement comprend trois grandes périodes, la période végétative, qui durent de la germination aux premiers signes d'élongation de la tige. Période de reproduction depuis le début de la montaison jusqu'à la fécondation et la 3^{ème} période de maturation depuis la fécondation jusqu'à la maturité du grain. (*Soltner.2005*) voir la figure (1).

3.2.1 Période végétative :

comprend elle-même trois phases :

✓ démarrage de l'imbibition de la graine, la germination se résulte par la sortie des racines séminales et de la coléorhize et la croissance d'un pré feuille.

✓ Phase levée-début tallage : Au fur et à mesure que la première feuille pénètre le bord la coléoptile fonctionnelle, la deuxième puis la troisième feuille s'étendent pour former un plateau de tallage, le bourgeon axillaire donne la naissance à des talles.

✓ Phase début tallage début montée : Au stade 3 feuilles, les pousses se forment de telle sorte que les racines secondaires deviennent actives et remplacent les racines primaires inactives. (*soltner ,2005*)

3.2.2 Période reproductrice:

Comporte 3 phases principales :

✓ Phase de formation des ébauches (primordiales) d'épillets : L'initiation de la différenciation des entre-nœuds et de l'allongement de la pousse principale est également connue sous le nom de stade d'initiation florale ou stade A. Puis d'autres contours d'épillets apparaissent les uns après les autres.

✓ Phase de spécialisation florale : Témoin de la différenciation des parties florales, marquant la fin de la croissance du tallage et le début de la montaison.

✓ Phase méiose fécondation : l'annonce la sortie de l'épi et fécondation suivant de quelques jours l'épiaison. (*soltner ,2005*)

3.2.3 Période de maturation

Pendant ce temps, des substances de réserve (amidon, protéines) sont produites et transformées en protéines. En même temps, un embryon se forme. Cette période comprend trois phases principales :

✓ Phase de croissance cellulaire intensive : une augmentation du poids d'eau et de matière sèche dans les grains. A la fin de cette phase, l'amande après sa forme définitive et albumen devient laiteux.

✓ Phase d'accumulation de glucides et de protéines : Le poids de l'eau dans le grain est essentiellement constant. À ce stade, les amandes sont en fait de couleur rouge pâle, la coque résiste bien à la pression des doigts et la fin de la transition du réservoir de l'accordeur vers l'eau est d'environ 40% en poids frais.

✓ Une étape de séchage où seule une perte d'eau rapide se produit le grain devient alors successivement demi -dur puis dur. (*soltner ,2005*)

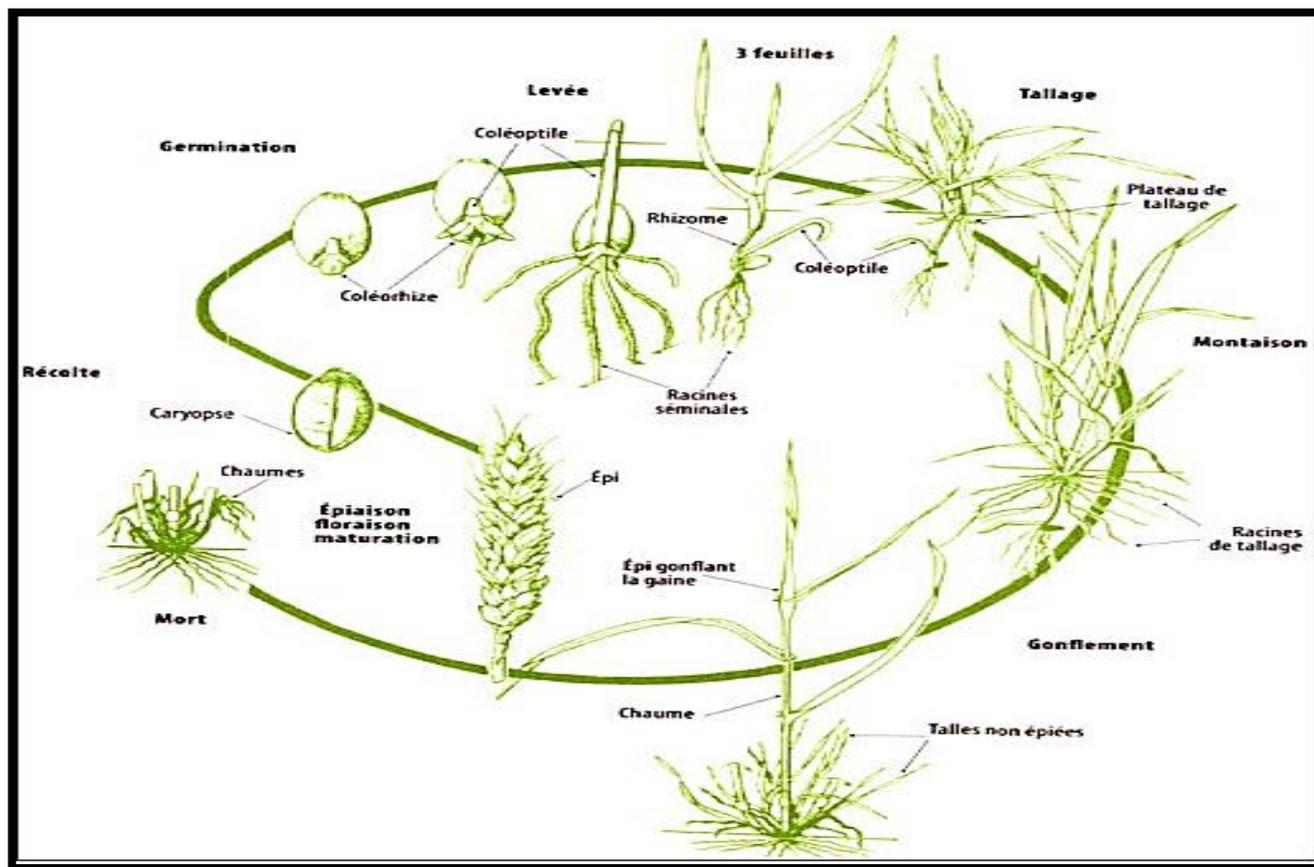


Figure1 : Cycle biologique d'une céréale (Poulain, 2012)

4 Les Céréales cultivées

Les céréales représentent à peu près 80% de la superficie agricole du pays, avec une superficie de semis annuel de 3 millions d'hectares représentant 63%% de la superficie récoltées annuelles. (*Revue nature et technologie. n° 01/juin 2009*)

Les cinq céréales les plus cultivées au monde sont le maïs, le blé dur, le blé tendre, le riz, l'orge et le sorgho.

La figure montre l'évolution de la production mondiale des principaux types de céréales.

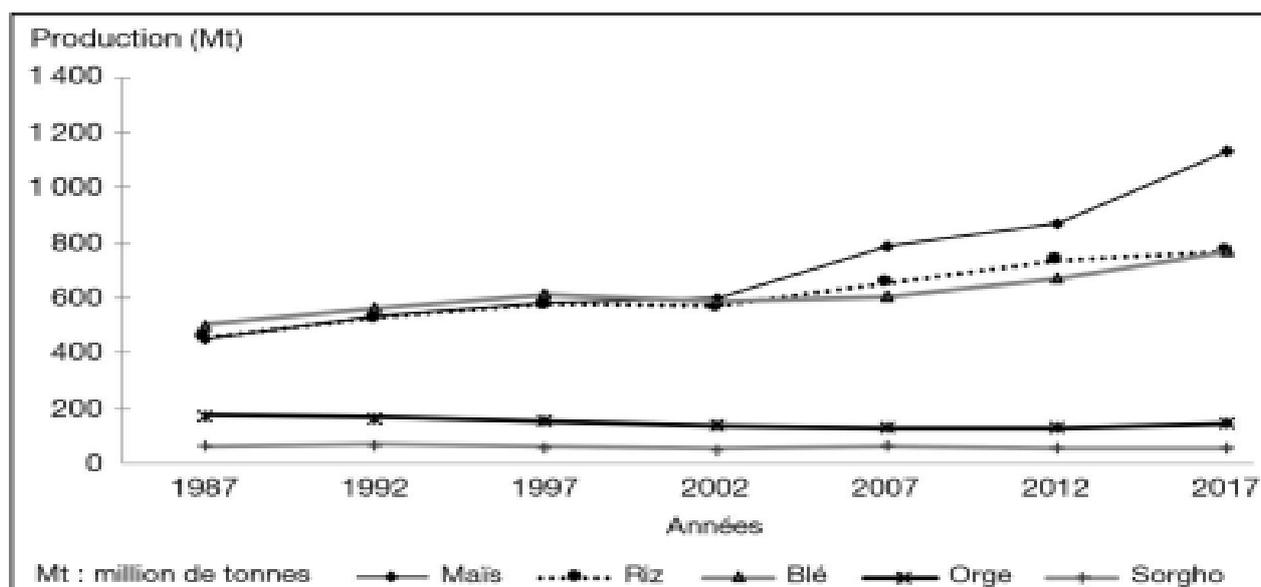


Figure 2 : Évolution de la production mondiale (en Mt) des principales céréales sur une période de trente ans (entre 1987 et 2017) (*source FAOSTAT*)

La production des céréales dans la willaya de Tlemcen

Selon *la direction des services agricole*, La résultat céréalière a atteint 1,1 million de quintaux toutes espèce confondues dans la région de Tlemcen (2021-2022) la surface cultivée à Tlemcen est estimée à plus de 130 000 hectares.

4.1 Blé dur (*Triticum durum*)

4.1.1 Historique et origine

La légende de la dominance céréalière et de l'entrée dans la nutrition humaine est liée aux modes de vie sédentaires. La domestication est la performance d'une série de sélections conscientes ou inconscientes et de mutations spontanées associées à l'mise en valeur de la état de la culture, de la moisson, d'usage et du stockage. (*Varoquaux et Pelletier, 2002*).

Le blé a été liminaire plante cultivée par l'homme (*Croston et Williams, 1981*) et remplit un rang important sur le plan politique, sur le marché et en société, Elle a été découverte par des études archéologiques il y a environ 8000 ans. (*Bonjean, 2001*).

Le *triticum durum* se trouve dans l'ouest du bassin méditerranéen, dans le sud de la Russie et au Moyen-Orient. Divers centre a déterminé des taxons avec des particularités physiques, morphologiques et physiologiques uniques. (*Monneveux, 1991*).

4.1.2 Classification et botanique du Blé dur:

Le blé dur est semé spécialement parce qu'il contient beaucoup de protéines et de gluten. Il s'agit d'une herbacée annuelle de la famille des graminées. (Soltner, 1988).

Tableau n°1 : Classification de blé dur

Classification de Cronquist	
Règne	Plantae
Division	Plante à graine (spermaphyte)
Classe	plante à fleur (angiosperme)
Ordre	Cyperales
Famille	Poaceae
Genre	Triticum
Espèce	<i>Triticum durum</i>

4.1.3 Les caractéristiques botaniques du blé dur et composition du grain du blé

Morphologiquement, le blé dur se distingue du blé tendre par des feuilles fines, des organes végétatifs complètement glabres, peu de talles et des tiges longues et flexibles. (Olmedo et al., 1995 ; Saltner, 2005). L'épi est un épillet rigide constitué de 15 à 25 épillets composés de 3 à 4 fleurs dont la disposition met en évidence une caractéristique très importante. (Prats et Grandcount, 1971 ; Soltner, 2005) Le grain et la rugosité de la partie triangulaire sont très riches et en texture vitreuse. (Soltner, 2005 ; Hadria, 2006)



Figure 3: Morphologie du blé dur (<https://www.arvalis-infos.fr>)

Le grain du blé est un organe compliqué qui assure aux embryons de se accroître grâce à l'amidon et protéine contenue dans l'albumen, est composé de l'albumine, d'enveloppe, germe. (*Soltner., 2005*)

Le tableau n° 2 : présente la composition du grain du blé dur par % de matière sèche. (*Roudaut et al. 2005*).

Partie du grain	% du grain	Composition en pourcentage
Enveloppes	9%	cellulose : ≥ 20 .
Assise protéique	8%	Protide : 20, lipides : 9, minéraux : 16 Vitamines.
Amande ou albumen	80%	Amidon : 72, protides : ≥ 10 , gluten
Germe ou embryon	3%	Protide : 26, lipides : ≥ 10 , glucide : 10, Minéraux : 4.5, vitamines

4.1.4 Les exigences culturales

4.1.4.1 Les exigences climatiques

✓ La température

Le blé n'accepte pas les températures élevées et la dessiccation en fin de cycle parce qu'il déformait sa physiologie. La chaleur supérieure à 00 °c démarre la germination et la croissance exige une température de 20 à 260 °c. (*Simon et al, 1989*).

✓ L'eau

L'eau est un coefficient notable puisque le blé a exigé beaucoup d'eau pour se développer. (*Shaker, 2003*). Environ 4 250 mètres cubes d'eau. Précipitations de 450 mm/an. (*Baldy, 1974*).

✓ La lumière

Le mécanisme de photosynthèse est basé sur le rayonnement qui touche immédiatement les performances et le procédé du développement du blé. En effet, un bon tallage est garanti dans des conditions d'éclairage optimales. (*Soltner, 1990*). La floraison et le développement des plantes nécessitent une certaine durée de journée d'éclairage.

4.1.4.2 Les exigences édaphiques

✓ Le sol

Le blé favorise le sol bien préparé, meublé et stable, résistant à la dégradation d'une texture douce et argileuse pour fournir la relation avec et entre les racines fibreuses. (*Baldy, 1993*)

✓ Le pH

Le pH idéal est entre 6 et 8. Le blé tolère suffisamment l'alcalinité du sol et les électrolytes ne doivent pas dépasser 04 mm/cm. (*Clement, 1971*).

4.1.5 Le déficit hydrique

✓ Effet du stress hydrique sur la croissance et le développement du blé

Le stress hydrique déformait les caractéristiques morphologiques, physiologiques et biochimiques des plantes, influencé les rendements économiques des cultures, qui peuvent être réduites de plus de 80 % (*Chenaffi et al., 2006*). L'un des principaux effets du manque l'eau est sur la croissance végétative. La croissance aérienne, en spécifique la croissance des feuilles, et en général plus la croissance des racines. (*Hopkins, 2003*)

✓ Calcule de l'ETM et le déficit hydrique :

Le déficit hydrique est calculé en tenant compte des exigences de la plante et de l'apport en eau (pluies ou autres). Nous devons connaître la quantité d'eau évaporée du sol et celle transpirée par la plante (ETM) a appelé évapotranspiration maximale. Sachant que l'apport est connu (données météo) on peut connaître le manque à ramener au sol.

$$ETM = ETP \times KC$$

ETM : Evapotranspiration maximale

ETP : évapotranspiration potentiel (donnée connue par région).

KC : coefficient cultural spécifique pour chaque culture et par mois.

Tableau3 : ETP et ETM pour Tlemcen

Mois	Nov	Décem	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin
KC	0,35	0,45	0,50	0,60	0,90	1,10	0,80	0,40
ETP	42	30	31	46	77	107	139	160
ETM	15	13	15	28	69	118	111	64

Le déficit pour les céréales et légumineuses dans la wilaya de Tlemcen n'a été installé qu'à partir du mois de Mars où la demande en eau était de 69 mm et qu'il n'a rien plu donc le déficit était de 69 mm En Avril il n'a pas plu et l'ETM était de 118mm donc un grand déficit de 118 mm.

4.1.6 Les exigences de fertilisation

✓ **Estimations des besoins du blé en unités fertilisantes N.P.K.**

L'estimation des nécessités du blé en unités fertilisant NPK, s'est réalisée sur la base des exigences unitaires, en ces trois éléments, pour rapporter un quintal de grain de blé, et d'après le potentiel des diverses zones céréalières. (*ITGC*)

L'épandage d'engrais de culture destiner pour :

-livrée une plus grande dose et un haut état des substances nutritives dont les plantes ont manqué pour sa croissance et leur production.

-Éviter d'épuiser le sol en entretenant sa fertilité, particulièrement en matière organique et en sels minéraux. (*Kamel et al., 2017*)

Les fumures fournissent de même un usage plus efficace des terres, en particulier de l'eau. Ce sont des éléments importants dans les zones à faible pluviométrie et dans les situations où l'irrigation est indispensable. (*FAO, 2003*)

✓ **La Fertilisation azotée**

(*Pousset, 2000*), l'azote est une partie très majeure de la substance organique. Il est déterminant à la croissance et au développement des plantes et est à la base de la synthèse des acides aminés et des acides nucléiques dans le sol(*Boulaletal, 2007*).Et dans la formation des protéines, de la chlorophylle, des enzymes et des vitamines. (*Christian .,2005*)

La fonction notable de l'azote était avant tout un déterminant du rendement. Il procédait surtout en augmentation le volume des organes végétatifs, la dose de chlorophylle, et donc la photosynthèse. (*Diehl, 1975*).

✓ **La Fertilisation phosphatée**

Le phosphore est associé dans le mécanisme de transfert d'énergie cellulaire (ATP). Un bon apport d'engrais phosphaté favorise le développement racinaire et accélère la maturité. (*Abdelmadjid, 2013*).

Le phosphore est le second constituant après l'azote. C'est un élément indispensable à la croissance et au développement des plantes c'est un fixateur et un agent dans les cycles de photosynthèse et de synthèse des protéines,

soutenant le développement des plantes, les et les fermetés des racines. (*Boulaletal., 2007*).

✓ La Fertilisation potassique

Le potassium est un élément primordial pour tous les végétaux et animaux et il est tiré par les plantes à partir du sol (*French, 2013*). Joue un rôle majeur dans le perfectionnement de l'association azote/potasse (*Kamel et al., 2017*). Constituant qui facilite la floraison et le développement des fruits. Multiple aussi la résistance aux maladies et au froid, limite l'évapotranspiration, et emmagasine des réserves de nutriments. (*Anonyme, 2010*)

4.1.7 L'importance agronomique et économique du blé dur

La valeur du produit du blé est supérieure à celle de n'importe quelle culture secondaire. (*Bonjean et Picard, 1990*)

La culture du blé est maintenue dans certaines régions chaudes peu ou pas pluvieuses, en raison de ses propriétés physiologiques (tolérance aux hautes températures, résistance à certaines maladies). (*Grignac, 1978*)

4.1.8 La production du blé dur

4.1.8.1 Dans le monde :

Par comparaison avec 1961 et 2005, la production mondiale de blé a augmenté de 2,4 % par année. Ceci s'explique par un rendement trois fois plus élevé. (*Hamadache, 2013*)

Ce graphique indique une augmentation de 8,3 millions de tonnes de la production céréalière mondiale en 2022. Cette augmentation est surtout attribuable au blé. (*FAO, 2022*)



Figure 4: Production mondiale du blé. Source (établi à partir des données de la FAO 2022)

4.1.8.2 En Algérie :

En Algérie, le blé dur est une culture antique qui remonte à la venue des Arabes. (*Ducellier, 1931*)

Le département de l'agriculture des États-Unis (USDA) prévoit une augmentation de 38 % du rendement en 2022-2023 à 3,3 millions de tonnes, et montré que l'Algérie consomme quelque 11 millions de tonnes de blé par an. et ce Après une longue période de sécheresse, sont attendues les rendements s'améliorent car nous sommes encore loin du pic de 4 millions de tonnes de production de blé demandé en 2018/19. (*Ecofin-Agentur, 2022*)

4.1.8.3 Dans la wilaya de Tlemcen

Le blé dur remplit une superficie semée estimée à 48.622 ha pour une production de 437.598 Qx.

Tableau 4: production de blé dur dans la willaya de Tlemcen (superficie et production)

L'année	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020
Superficie (Ha)	39400	5222900	5410550	89441880	5850000
Production (qx)	32900	62554190	89441880	5900200	49998520

4.1.9 Les facteurs limitant la production du blé dur

Les cultures étaient possible affectées par de multiples maladies au fil du cycle de croissance, ce qui a causé une diminution notable du rendement Leur capteur rapide assurer de les examiner en identification les différentes maladies capables apparaître dans les plantes et les exigences dans lesquelles elles se développent et en induisant un contrôle efficace. (*Aouali et DewichiKhalaf, 2013*). Parmi les principaux problèmes rencontrés par les plantes céréalières :

Tableau5 : Les principaux problèmes phytosanitaires des céréales

Nématodes	s'attaquent respectivement aux grains et aux racines	
Oiseaux	peuvent être causés sur champ et même jusqu'au sein d'entrepôts	
Rongeurs	très nuisibles. En Algérie les dégâts sont estimés de 5 à 10 %	
Insectes	dégâts directs par prélèvement de sève, c'est surtout la transmission du virus des pieds chétifs	

La culture du blé est généralement soumise à des réglementations écologiques et est soumise à de plusieurs stress abiotiques et biotiques. Par ailleurs, le stress biotique est celui causé par les organismes pathogènes. (*Zahiri et al., 2014*)

Les maladies qui influencent les espèces de blé englobent : les champignons, les bactéries, les virus. Les principales maladies fongiques tant internationales et nationales sont résumées dans le tableau ci-dessous. (*Sayoud et al., 1999*)

Tableau6 : Les principales maladies fongiques du blé (*Sayoud et al., 1999*)

Nom de maladie	L'agentcasuel	Photo de maladie
Rouille jaune	<i>Puccinia striiformis</i>	
Rouille noire	<i>Puccinia graminis</i> sf.sp.tritici	
Rouille brune	<i>Puccinia triticina</i>	
Oïdium	<i>Erysiphegraminis</i> sf.sp.tritici	
Tache helminthosporienne	<i>Pyrenophoraitritici-repentis</i>	
Caries	<i>Tilletia caries</i> et <i>Tilletiafoetida</i>	
Charbon foliaire	<i>Urocystisagropyri</i>	
Charbon nu	<i>Ustilagotritici</i>	
Pourriture racinaire	<i>Cochliobolussativus</i>	
	<i>Fusariumculmorum</i>	
	<i>Fusariumgraminearum</i>	
	<i>Fusariumavenaceum</i>	
Septoriose	<i>Septorianodorum</i> ou <i>Stagnosporanodorum</i>	
	<i>Septoriatritici</i> ou <i>Mycosphaerellagraminico</i>	

4.1.10 La lutte

Le dessein du contrôle des maladies du blé est de limiter le temps d'émergence des maladies et d'ablocker la maladie d'atteindre les feuilles supérieures, qui favorise à plus de 50 % au remplissage du grain. (*lacroix, 2002*)

Les modes de surveillance peuvent être chimiques, physiques, biologiques, génétiques et culturales, mais la méthode intégrée est là unique qui soit bon marché pour les agriculteurs. (*Eeyal, 1981*)

5 Généralités sur les légumineuses :

Les légumineuses forment une grande famille de fabacées et comptent parmi les plus grandes plantes à fleurs du monde. Les légumineuses se trouvent dans tous les continents, des milieux froids au milieu chauds. Environ 18 000 espèces sont regroupées en trois sous-familles (Papilionidés, Cesarpineidae, Mimosaidae) et plus de 600 genres. Cultivés sur toute la Méditerranée depuis 10 000 à 6 000 ans. Ces graines ont été associées à des céréales depuis le début de l'agriculture au néolithique, il y a environ 5 000 ans. (*APM., 2015*)

Ces précédents se répartissent en 3 groupes : les légumes secs (lentilles, pois cassés, pois chiches, fèves, haricots secs ...), les oléagineux (arachide, soja ... et les légumes (petit pois, haricots verts ...). (*Cullis et Kunert, 2017*).

Dans le monde végétal, par opposition aux autres plantes, il joue la fonction spécifique en raison de son aptitude à utiliser l'azote gazeux et de sa capacité à le faire par symbiose, cette caractéristique biologique qu'il partage avec de différentes espèces végétales. Plusieurs autres symbiotes exceptionnels permettent l'absorption d'azote. (*Schneider et Huyghe., 2015*)

De plus, les légumineuses permettent d'être utilisées dans les cultures de couverture d'accompagnement et comme intrants dans les schémas de production agricole, ou ils ne sont pas récoltés. (*Schneider et Huyghe., 2015*)

5.1 Les Caractères généraux des légumineuses

Toutes les plantes de cette famille disposent des nodosités racinaires qui servent d'abri aux bactéries fixatrices d'azote de l'air, possédées au genre rhizobium, d'où leur valeur économique grâce à sa richesse en protéines. (*APM., 2015*)

5.1.1 Appareil végétatif

✓ **Les feuilles**

Les feuilles sont pour la plus grande partie alterne, pennées, habituellement trifoliées et parfois simples. (*Spichiger et al. 2004*) avec des folioles terminales des foies des vrilles et de larges marges. Les feuilles sont encore visibles. (*Dupont et Guignard, 2015*) et les vrilles de la tige sont modifiées car la plante peut grimper sur les feuilles.

✓ **Les racines**

Caractérisé par des nodules sur les racines et les tiges. (*Benaïche, 2008*)



Figure5: Nodosité sur racines des légumineuses (*APM., 2015*)

5.1.2 Appareil reproducteur

✓ **Fleur**

Des fleurs en forme de papillon pour la majorité des espèces cultivées. (*Schneider Huyghe., 2015*)

✓ **Fruit**

Les fruits sont des gousses monocellulaires sèches ou charnues, plats ou comprimés, ailés , avec coloration verte ou claire, de 30 cm de diamètre. (*Benaïche, 2008*)

✓ **Graines**

L'œuf courbé est riche en amidon, en protéines (aleurone) et en huile. Selon le sexe. (*Dupont et Guignard, 2015*)

5.2 L'importance des légumineuses

5.2.1 Alimentaire

Les graines de fabacée, contiennent en fait 20 à 25 % de protéines, et le soja contient jusqu'à 35 % de protéines. Ce précédent, qu'il soit sous forme d'aliments fermentés ou non, est encore utilisé à grande échelle en Asie, mais une grande section de sa production est actuellement utilisée pour l'alimentation animale. Les arachides sont principalement destinées aux raffineries. (*Cruz Jet all, 2019*)

Les graines de légumineuses sont nutritives, faibles en gras, abondant en minéraux tels que le fer et le calcium, et contiennent des métabolites secondaires, et l'une des principaux légumineuses consommées en Afrique :

- en Afrique de l'Ouest : l'arachide, le soja, le haricot
- Afrique centrale et l'est : le haricot de lima, le pois Cajan
- Afrique du Nord : la fève, la lentille. (*Huignard et al, 2011*)

5.2.2 Agronomique

La culture des légumineuses est la plus respectueuse de l'environnement, car elle garantit son net approvisionnement en azote cause à l'activité des champignons symbiotiques. L'activité de la bactérie symbiotique fixatrice d'azote des légumineuses est souvent ajustée par la plante pour assurer à ses besoins. (*Gueguen et Duc, 2008*)

La plus grande partie des cultures possible ne peuvent pas être cultivées. En revanche, l'emploi d'engrais azotés contribue pour environ 60 % aux coûts énergétiques des plantes. (*Huignard et al, 2011*)

5.3 Lentille (*Lens culinaris*)

5.3.1 Origine et historique

La lentille (*Lens culinaris*) est une légumineuse qui fut parmi les principaux plantes cultivées par l'homme au néolithique. Sur de multiples localisations anciennes du Proche-Orient (Syrie), des lentilles ont été datées de 8000 ans. Et Des tombes Égyptiennes datées de 2200 avant J. C révèle que cette culture était devenue intensive et répandue dans tout le Proche-Orient. Raison aux phéniciens, aux Carthaginois et aux Romains elle a conquis tout le tour de Méditerranée puis l'Europe entière. (*Schneider et al, 2015*)

Les lentilles (*Lens culinaris*) sont originaires d'Asie centrale (*Paquereau, 2013*). L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture attribue les lentilles au Moyen-Orient. C'est l'une des plus antique fabacée cultivées en Asie occidentale et elle est largement répandue en Méditerranée, en

Asie, en Afrique et en Europe. Dans les périodes anciennes, les lentilles étaient une nourriture de base pour les Grecs, les Juifs et les Romains, et une source de nourriture pour les pauvres, en particulier en Égypte. (*Bejiga, 2006*).

La plante herbacée comporte de quelque peu fleurs blanc bleuté et des gousses à doubles graines plats. La structure de la graine lui a obtenu plus tard le nom de lentille optique. Il est très nutritif et abondant en sucre, amidon, protéines, calcium, phosphore, fer, manganèse, vitamines B1, B2 et PP. Facile à produire, à conserver et à cuisiner. (*APM., 2015*)

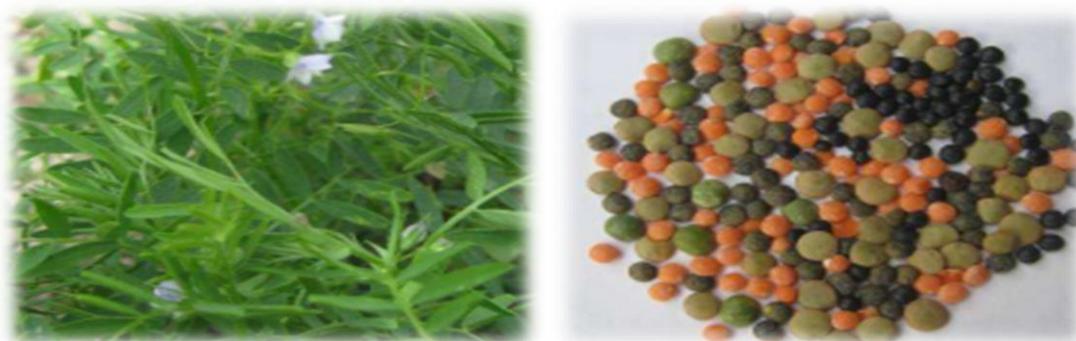


Figure6 : lentilles (*Lens culinaris*)(*APM., 2015*)

5.3.2 Classification et taxonomie

La lentille est l'une des initiales espèces végétales domestiquées, aussi antique (*Harlan, 1992*). La plante a obtenu le nom scientifique *Lens culinaris* par le botaniste et docteur allemand Medikus en 1787 (*Cubero, 1981 ; Sehirali, 1988; Hanelt, 2001*). Les typiques morphologiques des lentilles sont renseignements par (*Cubero, 1981*). L'étude la plus détaillée et la plus complète a été réalisée par (*Barulina, 1930*). L'identification de la race a été réalisée en désigner des traits appropriés, non géographiques et quelquefois utiles Dans la description. *Lens culinaris* est une plantes dicotylédones annuelles appartenant à la famille des Fabaceae. (*Belaid 1990*).

D'un point de vue taxonomique, la classification de la lentille est la suivante :

Tableau 7 : classification de lentille

Règne :	Plantae
Classe	Magnoliopsida
Ordre :	Fabales
Famille :	Fabaceae Tribu : Viciae
Genre :	Lens
Espèce :	<i>Lens Culinaris</i>

5.3.3 Le Cycle de vie de lentille

Les lentilles appartiennent habituellement autofécondées aux plantes autogame, les taux de pollinisation franchie par les insectes puissent atteindre 1 % (*Brink et Belay 2006*). La floraison commence 6-7 semaines après le semis. Ont un cycle de croissance courte de 80 à 110 jours, et un cycle longs de 125 à 130 jours (*Begiga, 2006*). Il est composé de deux phases :

- ✓ Phase végétative : Cette phase comprend ses deux phases (croissance et production de feuilles).
- ✓ Phase de reproduction : Elle est représentée par la floraison, la fructification de la production de graines. (*Schwartz et Langham, 2012*).

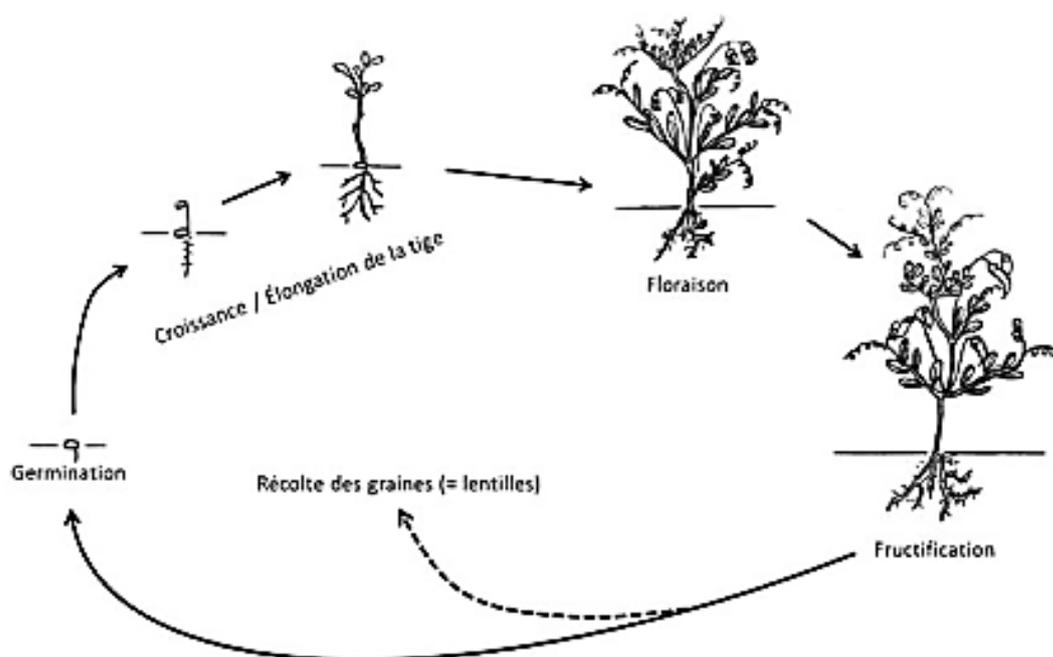


Figure7: Cycle de développement d'une *Lens culinaris* (*Faucon et Regnault, 2014*)

5.3.4 L'exigence pédoclimatique

Les lentilles font part des fabacées les plus exigeantes on condition météorologique et pédologique. Il peut pousser jusqu'à 3000 mètres d'altitude. (*White et al., 1953*), et les sols limono-sableux sont idéaux pour leur culture. (*Sehirali 1988, Özdemir 2002*).

Les lentilles sont une culture d'hiver, généralement semées à la demi-saison et récoltées en été. Une plantation tardive réduit les rendements (*Sehirali, 1988*). Les lentilles ne doivent pas être cultivées à des climats excessivement moindres car elles sont néfastes pour la culture. (*Ozdemir, 2002*).

5.3.5 La Culture de lentille

Les lentilles sont un végétal adéquatement adaptée qui pousse dans une considérable gamme de sols sableux et limoneux étant les plus adaptés à la culture. (*Sehirali 1988, Ozdemir 2002*). Les climats de gel bas à -25°C endommagent les plantes. (*Ozdemir, 2002*)

Les fermiers n'appliquent ordinairement pas de fertilisant azotés pour produire des lentilles. Cela est dû à l'aptitude des lentilles à fixer l'azote atmosphérique. Les désherbants sont utilisés à en combattre les plantes indésirables dans les terrains de lentilles (*Sehirali, 1988*). Il s'agit d'une pratique agricole importante et les mauvaises herbes peuvent réduire le rendement des lentilles de 20 à 80 %.

5.3.6 La Fertilisation

La lentille a des besoins en phosphore raisonnablement supérieur parce qu'elle stimule le développement du système racinaire et joue de même un rôle notable dans la fixation de l'azote. La mise à disposition d'azote ne favorise la croissance précoce des semis que dans des conditions gelées et humides. (*Cammarata, 1997*)

5.3.7 La Production de lentille

5.3.7.1 Dans le monde

Selon la FAO, le résultat global de lentilles en 2017 a atteint 7 130,7 milliers de tonnes, a réduit en 2020 à 6 537,5 milliers de tonnes, cette diminution est pour de multiples arguments tel que les conditions météorologiques défavorables, la faible demande... Cela dit, plusieurs grands producteurs comme le Canada, l'Australie et les États-Unis ont connu des proportions de croissance de 20,39 %, 46, 3 % et 37,5 % en 2020 par rapport à 2019. L'Inde a également chuté. (*FAO, 2022*)

Global Lentil Market: Market Share (%), Major Producers, by Production Volume, Global, 2020

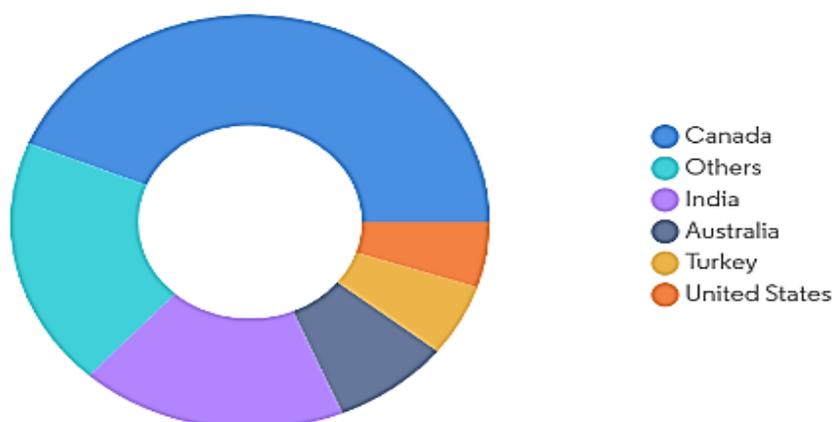


Figure 8: la production de la lentille dans le monde. (FAOSTAT.2022)

5.3.7.2 En Algérie

En Algérie, la culture de la lentille n'occupe que 1,5% de la superficie totale consacrée aux légumineuses alimentaires. (Ait Abdallah, 2011).

La wilaya de Mascara a exécuté une production de l'ordre de 33.520 quintaux de légumes secs au cours de la saison agricole 2021-2022, le résultat réalisé est constituée de 16.290 quintaux de pois chiches, 35 qx de lentilles, 10.800qx de haricots secs et plus de 6.400 qx de pois secs. Le rendement à l'hectare a atteint 10 quintaux sur une superficie totale cultivée de 3.450 ha. (APS, 2023)

5.3.7.3 Dans la wilaya de Tlemcen

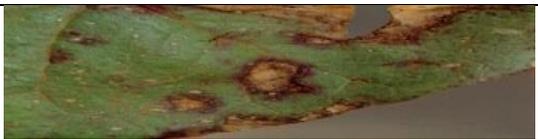
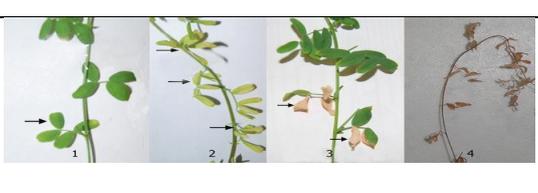
La wilaya de Tlemcen occupe le liminaire rang au plan local en légumineuses alimentaires suite à la production significative de haricots secs, haricots et pois chiches, à l'objection des lentilles. La surface habituellement allouée aux lentilles dans l'État ne dépasse pas 20 hectares, mais aujourd'hui, il a démarré à examiner la prise de conscience et de l'indispensable de la cultiver à sens des agriculteurs apprenant la technique de sa culture. (DSA)

5.3.8 Les facteurs limitant la production de lentille

Les plantes indésirables sont une lourde question pour les agriculteurs de lentilles. Il pousse court et peu à peu, ce qui le rend très peu compétitif. Les plantes indésirables nuit jusqu'à 84 % de perte de rendement. (*Thomson et al., 1997*)

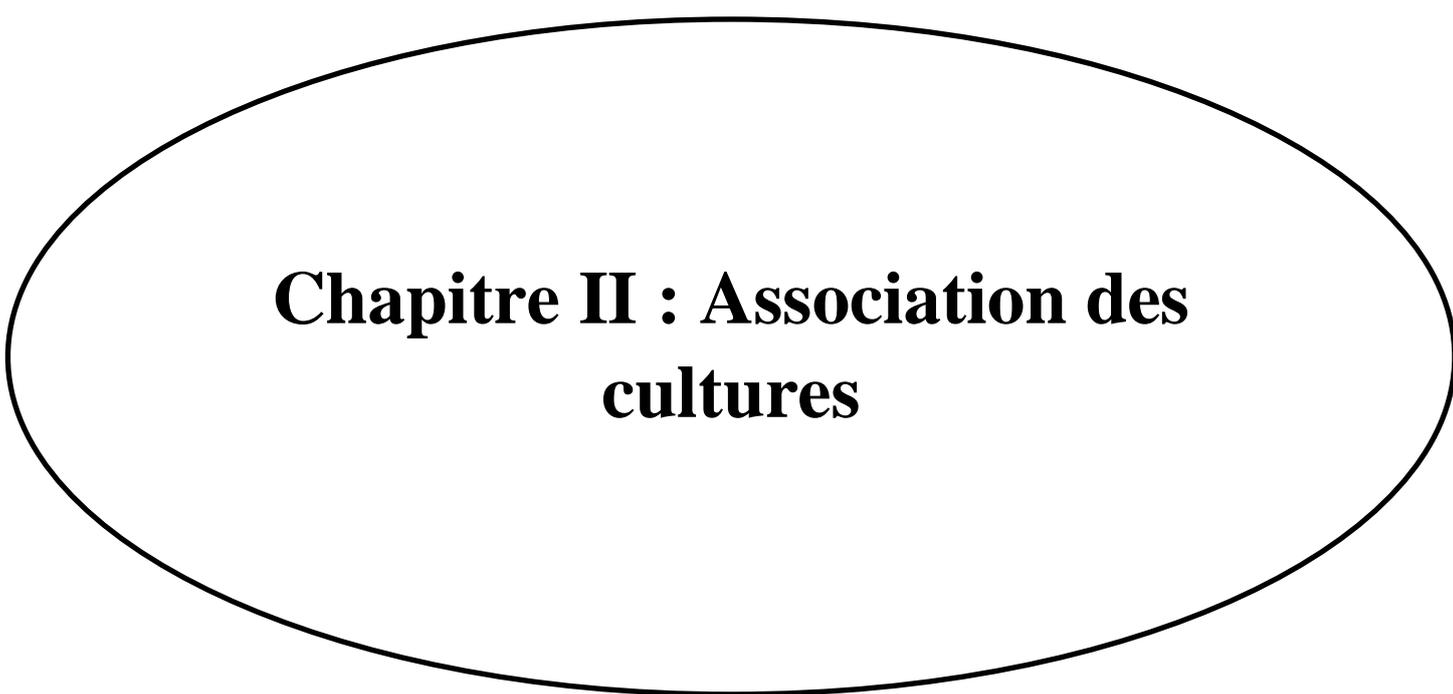
Parmi les principales maladies de la lentille, on cite :

Tableau 8 : les principales maladies de la lentille

La rouille	<i>Uromyces viciae-fabae</i>	
L'ascochytose	<i>Ascochyta fabae f. sp. lentis</i>	
La pourriture	<i>Botrytis cinerea</i>	
La fusariose	<i>Fusarium oxysporum f. sp. lentis</i>	
L'antracnose	<i>Collecto trictum ssp</i>	

5.3.9 La lutte

Deux modes de lutte sont utilisables : lutte chimique et lutte intégrée, consistent à l'usage de fongicides en végétation, en traitement de semences et l'emploi de matériel végétal résistant. (*Bejiga, 2006 in Hamadache, 2013*)



Chapitre II : Association des cultures

1 Les Cultures associée

La culture combinée est la culture de couple espèces ou plus sur l'identique parcelle au cours d'une période de temps. Il contrôle les maladies, les prédateurs et les plantes indésirables pour développer l'intégration interspécifique et augmenter le rendement et la qualité. Avec la Conservation du compost et augmente le risque de recyclage tout en réduisant l'utilisation d'intrants et l'impact négatif sur l'environnement. (*Bedoussec et Journet, 2017*).

1.1 Définition de l'association de cultures

Les cultures associées sont définies comme des cultures contenant au moins deux espèces différentes dans le même champ. (*Willey, 1979*). Ces cultures fournissent des avantages agricoles et d'affaires considérables et une production fixe et de plus haut qualités, sauvegarder la biodiversité et limiter l'érosion des sols. (*Malzieux et al. 2009*).

On peut prendre un exemple Dans le cas d'association Blé/Lentille en agriculture biologique existent désormais dans les exploitations tous les deux ans, un effet positif de l'association a été mis en évidence en conditions élevées, confirmant ainsi la validité de la méthode pour les lentilles vertes. Les lentilles n'ayant repris la rotation que récemment, nous ne pouvons pas donner de rendements moyens fiables, les parcelles variant jusqu'à 11 qx/ha de lentilles vertes. La qualité associée du blé était particulièrement intéressante. (www.osez-agroecologie.org)

1.2 Les types de l'association des cultures

Il existe divers types d'associations végétales. Mélange d'espèces annuelles, association d'espèces annuelles et pérennes, mélange d'espèces pérennes, L'association des cultures peut être:

- Arrangée de façon aléatoire dans la parcelle (mixed intercropping),
- En rangs alternés (rowintercropping)
- Spatialement en bande (strip intercropping)
- En relais (relay intercropping), (*Andrews et Kassam, 1976*).

1.3 Le Rôle des associations dans la fertilisation biologique

Les associations entre espèces permettent de conduire à des conditions écologiques conflictuelles. Il autorise une meilleure utilisation des ressources écologiques en facilitant les interactions positives et en exploitant la complémentarité des groupes pratiques et la concurrence interspécifique pour l'accès aux ressources. Ainsi, l'augmentation de la productivité et la stabilité des associations culturelles dépendent de la capacité des espèces apparentées à se compléter dans leur utilisation de l'environnement (*Louarn et al., 2010*).

Le rôle de la culture associée est de capter les nitrates pour augmenter le rendement du blé et les niveaux de protéines au cours de la saison des pluies et diminué le rendement de la légumineuse mais augmente significativement la teneur en protéines, ce qui entraîne une augmentation du rendement total (blé + légumineuses). (*Justes et al., 2009*).

1.4 L'intérêt de l'association des cultures

La liaison entre les légumineuses et les céréales s'est avérée profitable pour les deux espèces, car les racines des fabacées libèrent des composés azotés dans le sol, que les céréales peuvent utiliser pour augmenté les rendements. (*Munier-Jolain et Carrouée, 2003*).

De par ses aptitudes, l'Association Céréales et Légumineuses est un système efficace et durable favorise l'imbibition des nutriments (NPK). (*FAO, 2012*)

1.4.1 La Fixation symbiotique de l'azote

La fixation symbiotique de l'azote est un mécanisme qui autoriser la production de matériaux protéiques à partir d'azote gazeux atmosphérique et environnemental, un processus qui diminuait par voie enzymatique N_2 en NH_3 . La plus grande concurrence des céréales en culture intercalaire se traduit par une dissolution plus rapide et plus puissante des composés azotés minéraux dans le sol par rapport aux cultures pures. Ainsi, l'intégration de niche catalyse la fixation de l'azote atmosphérique par symbiose racinaire dans les légumineuses et se produit lorsque la compétitivité du N du sol est augmentée par les grains. (*FAO, 2012*)

1.4.2 Solubilisation de phosphore

Il a été remarqué que les cultures mixtes de céréales et de légumineuses absorbent plus de phosphores que les cultures de plein champ pures. En fixant l'azote atmosphérique, les légumineuses acidifient la rhizosphère et augmentent les réserves de phosphore disponibles. Cette augmentation est plus significative lorsque le sol est carencé en phosphore (*FAO, 2012*).

1.4.3 L'amélioration du rendement en grain

La stabilité des revenus et des rendements dans les systèmes agricoles est très importante. En outre, les pertes de rendement d'une culture peuvent être compensées par d'autres cultures, en particulier lorsque les cultures sont cultivées ensemble. En effet, les cultures de couverture ont une teneur en protéines significativement plus élevée et une teneur en méthatine (grain) significativement inférieure à celle des cultures pures. Bonne technologie céréalière. (*Hauggard-Neilsen et al. 2001 ; Jensen et al. 2006; Bedoussac et al, 2011*)

1.5 Les effets de l'association céréales-légumineuses

La culture des légumineuses en association avec des céréales est reconnue pour ses capacités multi-services, notamment :

-augmenter et stabiliser les rendements (*Bedoussac et al., 2015 ; Carton, 2017, Raseduzzaman et Jensen, 2017*), via les complémentarités pour l'acquisition d'azote air et sol (*Jensen, 1996 ; Hauggaard-Nielsen et al., 2009*)

-réduire le développement des adventices par rapport aux cultures pures de légumineuses (*Bedoussac et al., 2015 ; Corre-Hellou et al., 2011; Pelzer et al. 2014*)

-accroître les marges brutes en situations à bas niveaux d'intrants et agriculture biologique (*Bedoussac et al., 2015*).

1.5.1 L'effet sur la fixation symbiotique de l'azote

Comme l'essentiel de l'azote nécessaire aux légumineuses provient de l'azote atmosphérique, elles ne concurrencent pas les cultures pour l'azote du sol (*Bedoussac et al., 2011*). Ainsi, la symbiose des nodules de légumineuses encourage la fixation d'azote atmosphérique et l'intégration des niches se produit grâce à une absorption plus compétitive de l'azote du sol par les plantes. Une combinaison de légumineuses et de céréales améliore la qualité du sol en augmentant les niveaux de matière organique et en stimulant l'activité microbienne. Il aide également à examiner l'érosion en diminuant l'altération du sol.

Enfin, cette pratique agricole durable peut disposer une influence positive sur la biodiversité en augmentant la diversité des cultures des habitats.

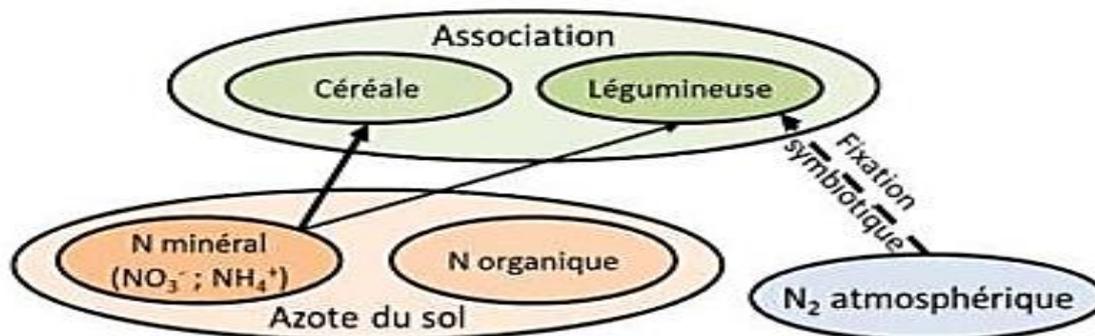


Figure 9: la compétition entre la céréale et la légumineuse pour l'utilisation de l'azote minéral du sol et l'utilisation du (N₂) atmosphérique

1.5.2 L'effet sur le rendement et la qualité

Diverses études ont été menées pour évaluer l'effet de l'association légumineuse-céréale sur les rendements. Les résultats ont été variables en fonction des exigences environnementales et des cultures utilisées. Les rendements de l'association sont quasiment toujours plus importants à la moyenne des rendements des espèces cultivées pures. (*Schneider, Huyghe., 2015*)

L'avantage du mélange a souvent été estimé comme le rendement plus élevé du mélange par rapport à la distribution homogène des substances de la monoculture dans les mêmes rapports que le mélange. Notez également si le rendement du mélange est supérieur à celui du meilleur ingrédient cultivé en monoculture dans la même zone. (*Trenbath, 1974*) est une étude basée sur des données publiées à partir de 344 mélanges binaires rapportant que la plupart des mélanges produisaient des niveaux intermédiaires de rendements de monoculture de composants. . Certains mélanges se sont avérés produire en dehors de la plage définie par les rendements de leurs composants cultivés en monoculture. Le mélange des semences peut également affecter la qualité du produit, mais divers processus peuvent être destructeurs. Système agroforestier utilisant le caféier (*Coffea arabica L.*). La culture mixte de légumineuses et de céréales peut augmenter la teneur en azote des céréales et améliorer cette norme de qualité. (*Bulson et al., 1997*).

1.5.3 L'effet sur les maladies et Les plantes indésirables

L'effet des mélanges de plantes sur le contrôle Les plantes indésirables est également bien documenté (*Liebman et Altieri, 1986 ; Bulson et al., 1997 ; Welsh et al., 1999 ; Hauggard-Nielsen et Jensen, 2005*). Ces effets sont rarement déterministes. Un certain nombre d'études ont montré que les systèmes de cultures mixtes réduisent significativement les ravageurs par rapport aux monocultures de la même espèce (*Nickel, 1973 ; Perrin, 1977 ; Vandermeer, 1989*). (*Andow 1991*) a analysé 209 études de mélanges de plantes contenant 287 espèces d'insectes parasites. Les insectes étaient significativement plus nombreux que les monocultures dans 52% des cas (149 espèces) et 15% des cas (44 espèces). Par conséquent, la grande variabilité des réponses des ravageurs et des maladies dans une grande variété de systèmes nécessite une meilleure compréhension des mécanismes impliqués dans ces interactions biologiques.

1.6 Le mécanisme d'échange entre les céréales et légumineuses

L'association d'une céréale et d'une légumineuse peut ainsi déboucher sur des situations écologiques contrastées où l'on peut distinguer des processus :

- ✓ de facilitation : interactions positives, augmentation de la taille des niches écologiques (*Bruno et al., 2003*)
- ✓ de complémentarité : les espèces n'accèdent pas à des ressources situées dans les mêmes zones et/ou à des moments différents, augmentation de l'efficacité d'utilisation des ressources (*Huyghe et Litrico, 2008*)
- ✓ de compétition (réponse négative chez au moins une des espèces associées). Le gain de productivité et la stabilité des associations de cultures reposent donc sur la capacité des espèces associées à être complémentaires dans l'exploitation de leur milieu (*Louarn et al., 2010*).

Les associations céréales – légumineuses constituent donc une solution pertinente à la réintroduction des légumineuses dans les assolements agricoles alliant ainsi productivité et autonomie vis-à-vis des intrants d'azotés. Ces associations se destinent ainsi à des finalités multiples (*Projet Perfcom, 2012*)

2 Monoculture

La monoculture est une représentation d'exigences caractérisées par une légère diversité. C'est-à-dire la pratique consistant à semer une solitaire culture sur une grande superficie. Cette méthode est généralement utilisée pour optimiser la production et le bénéfice, mais peut avoir des conséquences négatives sur l'environnement et la biodiversité. (*Moran J., 2020*).

2.1 Les avantages et les inconvénients

La monoculture est devenue populaire après des fermiers commerciaux à cause de la fourniture de multiples avantages à ses usagers. Certains des avantages de cette pratique agronomique sont :

- Permet la spécialisation, un employé agricole qui obtient des connaissances spécialisées est en mesure d'améliorer les méthodes de culture, les façons d'élimination des maladies et des ravageurs et l'amélioration des récoltes.
- Permet de maximiser l'usage efficace du sol et des situations climatiques national, ce qui est clair dans les monocultures
- la récolte en monoculture plus simple et moins compliquée avec une simple méthode de travail du sol, de même pour l'irrigation et la lutte antiparasite. (*Moran ., 2020.*)

Outre les avantages des pratiques de croissance en monoculture, cette approche présente également un certain nombre d'inconvénients sont :

- la monoculture est éliminé les contrôles biologiques c'est ta-dire La production d'une seule espèce végétale sur une grande surface affecte également négativement la structure sous-jacente du sol. Cela signifie qu'un seul type de racine est disponible pour retenir l'eau et prévenir l'érosion. C'est un travail qui nécessite généralement plusieurs types de racines.
- Les monocultures peuvent être éclaircies par les ravageurs, et l'utilisation excessive d'engrais est également très préjudiciable à la santé des sols et des eaux souterraines.
- L'augmentation de la demande en eau signifie que les sources d'eau locales telles que les lacs, les rivières et les réservoirs sont en nombre insuffisant pour répondre aux besoins immédiats. (*Moran., 2020.*)

2.2 Monoculture, gestion et cycle d'azote

L'azote inorganique existe sous trois formes dans le sol. Ions ammonium (NH_4^+), ions nitrite (NO_2^-) et ions nitratent (NO_3^-), donc les plantes absorbent surtout l'azote sous forme inorganique, à la fois l'azote (NO_3^-) et l'ammoniac (NH_4^+). (*Anonyme, 2013*)

Le cycle de l'azote dans les parcelles de culture peut être représenté par l'absorption racinaire, l'apport d'azote minéral dans le sol : minéralisation de l'humus, biomasse microbienne, résidus de culture, etc. et des engrais organiques (lisiers, engrais liquides, etc.) et des flux qui contribuent aux réductions par : l'exportation par la culture, la composition de l'azote minéral dans la biomasse microbienne, la perte par volatilisation de l'azote ammoniacal, la perte de gaz

lors de la dénitrification et la dénitrification Processus biologique de l'azote - nitrification. (Figure 10) (*Anonyme, 2013*)

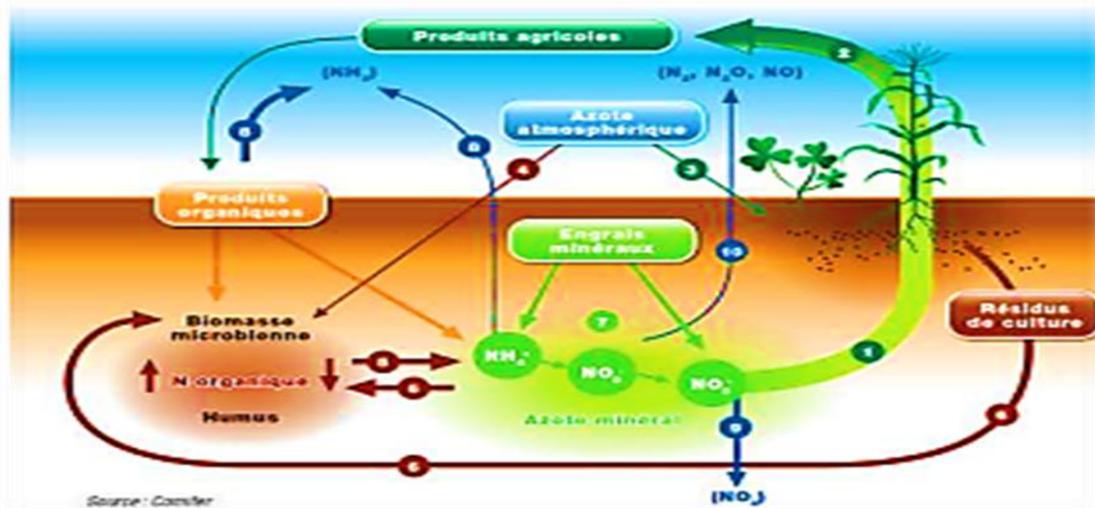


Figure 10: Cycle simplifié de l'azote dans un sol cultivé (*Anonyme, 2013*)

3 La rotation et l'assolement

3.1 La rotation

La rotation étant une succession culturale correspondant à une alternance de cultures se suivent régulièrement, dans un ordre toujours identique, (*Larousse Agricole, 2002*). Elle est l'une des plus importantes stratégies agronomiques pour concevoir des systèmes agricoles durables.

3.1.1 Les espèces utilisées en Place dans la rotation

1. En système polycultures/élevage

- Prairie temporaire – céréale pure, méteil- prairie temporaire
- Prairie temporaire – Maïs, tournesol – méteil, céréale pure -prairie temporaire

2. en système polycultures

- Pois, lupin, féverole – céréale – méteil- maïs, tournesol
- Si le sol est trop riche en azote, faire précéder une culture qui pompe l'azote du sol tel le sorgho fourrager.

3.1.2 Avantages de la rotation de cultures

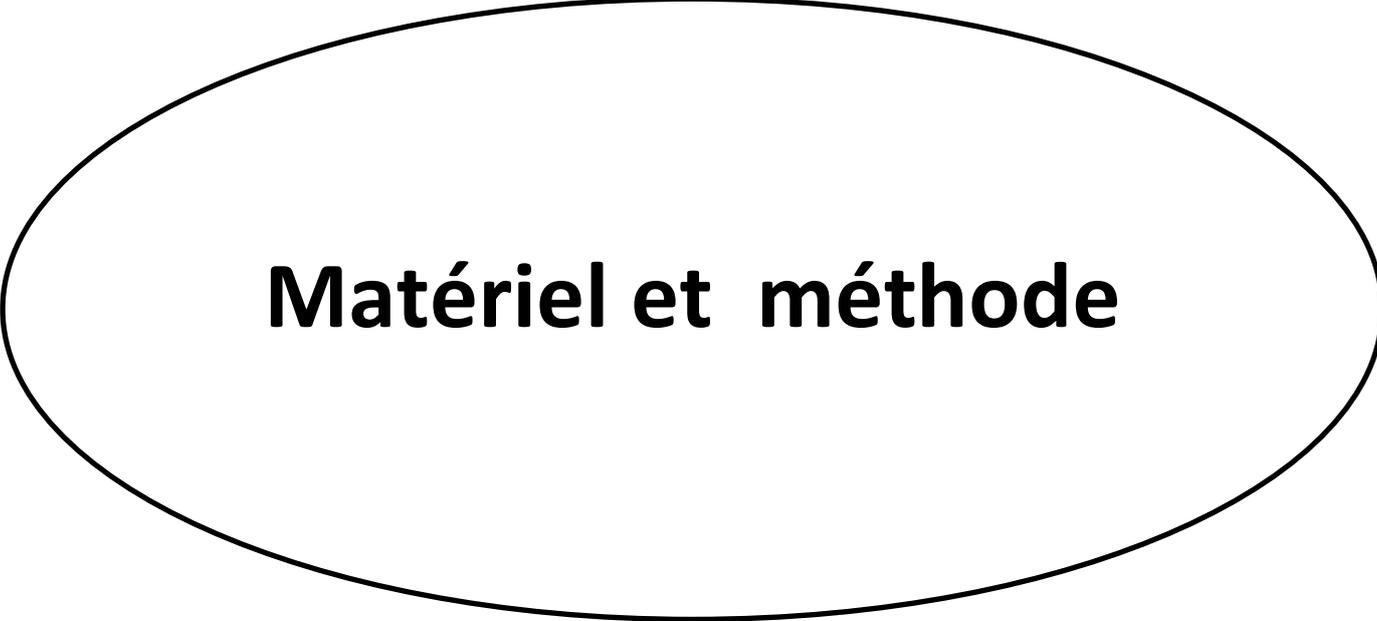
La rotation est une construction sur une même parcelle. Elle a pour objectif d'assurer des conditions favorables au développement des cultures, en favorisant

la fertilité du sol et en minimisant le développement de bio-agresseurs (*Molher et al., 2009 ; Laurent et al.,2006*).

Les parasites sont souvent associés à une famille de légumes et survivent d'une année à l'autre. En espaçant les cultures de même famille (minimum 4 ans), ces parasites sont freinés dans leur développement car ils ne retrouvent plus leur plante hôte à la saison suivante. La rotation va permettre de réduire la multiplication des parasites.

3.2 L'assolement

Se définit comme le découpage des terres d'une exploitation agricole en parties distinctes (soles) en fonction de leurs capacités de production. Chaque sole est consacrée à une culture donnée et cette consécration vaut pour une saison. Un agriculteur peut ainsi prévoir de consacrer une certaine surface de ses terres les plus fertiles pour produire du blé, une autre pour du maïs, une autre pour des oléagineux, une autre restant en jachère. Naturellement, l'agriculteur peut procéder à des rotations culturales sur les parcelles d'une saison à une autre (*Maxime., 1995*).



Matériel et méthode

1 La Présentation de la région d'étude

1.1 Situation géographique et milieu physique

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, Ain-Temouchent au nord-est et Sidi Bel Abbes à l'est et la wilaya de Naama au sud. La Wilaya de Tlemcen est divisée en 20 daïras. (*DB-City*)

De par sa situation géographique, la wilaya de Tlemcen présente une grande variété de paysages. Il abrite 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. Selon *conservation-foret-Tlemcen*

1.1.1 Pédologie :

La Région méditerranéenne de la wilaya Tlemcen est caractérisée par des sols aux noms suivants :

Appelée brune en référence à la ferralitique et à la texture du couvert végétal (*Duchauffour, 1977*)

1.1.2 Climat

La Wilaya de Tlemcen se caractérise par : un Climat semi-aride sec en été et froid en hiver avec des journées de gel au mois de janvier, et un été chaud .Du point de vue précipitations il ne pleut pas plus de 300 mm par campagne céréalière (de octobre à juin) très mal répartie. Le printemps est capricieux dans tout l'ouest Algérien d'où les stress hydriques sont fréquents. (*conservation-foret-Tlemcen*)

1.1.3 Végétation

De par sa situation géographique, la wilaya de Tlemcen présente une grande variété floristique et paysagère. En plus des peuplements forestiers se composant comme suit (*conservation-foret-Tlemcen*):

- Pin d'Alep **83 000 ha**
- Chêne vert **82 000 ha**
- Thuya **16 500 ha**
- Genévrier **13 000 ha**
- Chêne liège **4 800 ha**

1.2 La Présentation de la zone d'étude

1.2.1 Présentation du site le expérimental

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

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

La ferme pilote HAMADOUCHE est une entreprise agricole spécialisée dans la production de semences de céréales et légumes secs (semences de multiplication). (*FERME HAMADOUCHE ,2023*)

Tableau9 : identification de la ferme Hamadouche

Dénomination :	EPE/EURL ferme Hamadouche Boumediene
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

1.2.2 Localisation de la ferme pilote

Situé dans la commune de chetouane, l'EURL est à une distance de 5 km du chef-lieu de wilaya de Tlemcen. (*FERME HAMADOUCHE ,2023*)

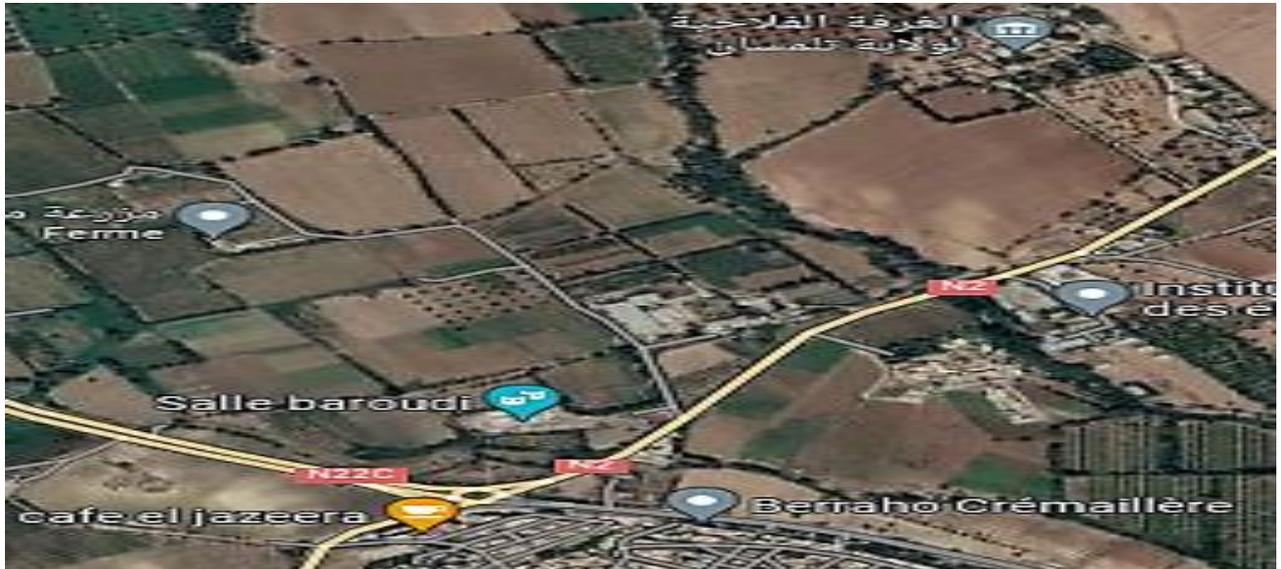


Figure 11 : Localisation de la ferme pilote (source : Google Maps)

1.2.3 Le 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 (*FERME HAMADOUCHE ,2023*) :

-Climat : tempéré caractérisé par une sécheresse résistante

-Altitude: 700 m

-Pluviométrie : 300 mm en 2021 148 mm en 2022 105 mm en 2023 cette année est exceptionnelle aride le stress hydrique s'est fait sentir dès la mi-Mars.

-Sol: riche et fertile

-Gelée trois jours en janvier.

1.2.4 Les Répartition des terres

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

Tableau 10 : Répartition des terres de la ferme. (*FERME HAMADOUCHE ,2023*)

Surface agricole totale (SAT)	1072 ha
Surface agricole utile (SAU)	684 ha
Surface irriguée	60 ha
Surface des terres nues	613 ha
Surface des terres incultes	388 ha

- **Le Plan d'action CAMP 2022/2023 de la ferme**

Tableau 11 : plan d'action de la ferme. (*FERME HAMADOUCHE ,2023*)

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

1.2.5 L'analyse physico-chimique du sol

le caractère physique-chimique du sol de la ferme sont montré dans l'annexe

2 Protocole expérimental

2.1 Objectif de l'essai

Le but de ce travail est d'étudier l'effet de l'association lentille -blé dur sur les rendements.

2.2 Mise en place de l'essai

2.2.1 La préparation du terrain

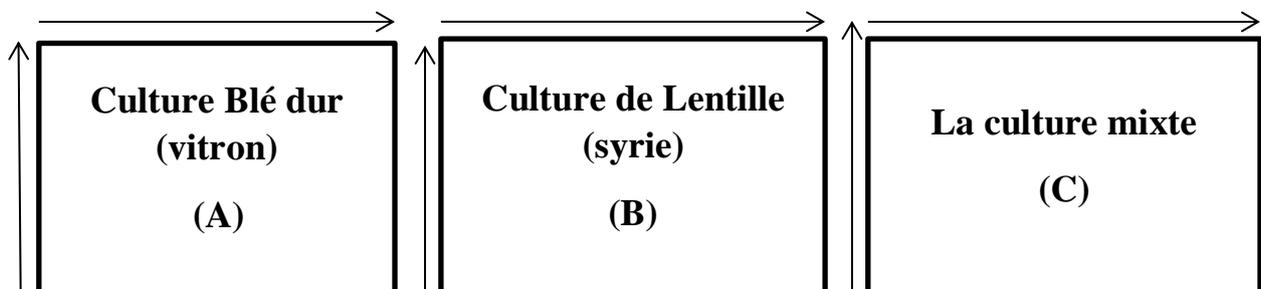
Le travail du sol a été réalisé manuellement par Un labour profond suivi d'un croisage afin de réduire les mottes et aplanir le sol (Octobre). Au début du mois de novembre ils ont procédé à l'épandage de l'engrais de fond, puis un deuxième recroisement afin d'enfouir l'engrais et éliminer le reste des mottes et les adventices qui ont pu germer.



Figur12: le travail du sol(*originale,2023*)

2.2.2 Le dispositif expérimental

L'essai est réalisé en plein champs, la parcelle de 30 mètres carrés est divisée en 3 micro-parcelles de 10 mètres carrés chacune et chaque parcelle représente une expérimentation de culture : la parcelle (A) destinée au semi du Blé dur, La parcelle (B) destinée au semi de la Lentille, La parcelle (C) est semée par un mélange de blé dur et lentille.



2.2.3 Matériel végétal

L'étude vis à évaluer le système d'association légumineuse (lentille)-céréales (blé dur). Chaque espèce est représentée par une variété cultivée localement par les agriculteurs.

➤ Une variété de lentille nommée **syrie** et une variété de blé dur cultivé en Algérie nommée **Vitron**, les deux proviennent de la collection de graines du centre national de contrôle et de certification des semences et plants (CNCC)-Tlemcen



Lentille (syrie)

blé dur (vitron)

Figure 13 : Les semences utilisées. (CNCC,2023)

2.2.4 Le semis

Le semis a été réalisé manuellement le 07 janvier 2023 avec :

L'espèce	La dose	Superficie	Poids de graine
Blé dur	350graine/m ²	1,80qx/ha	18g/350graine
La lentille	300 graine/m ²	0,5qx/ha	5g/300graine
Culture mixte	250graine/m ² Blé dur	1,20qx/ha	12g/250graine
	200graine/m ² lentille	0,3qx/ha	3g /200graine

Sachant que :

1qx=100kg

1ha=10000m²

2.2.5 La Suivi de la culture

- **Le désherbage** : Effectué manuellement au début du mois de Mars. Un second désherbage effectué le 13 Avril
- **L'irrigation** : nous avons procédé à l'irrigation des trois parcelles à trois reprises manuellement.

-Le 10 Mars 50 litres d'eau/mètre carré.

-Le 05 Avril 60 litres/mètre carré

-Le 25 Avril 50 litres/mètre carré.

Ces apports correspondent aux déficits en eau constatés durant les mois de Mars-Avril. Les trois parcelles étant arrivés à maturité au début de Mai ; nous avons cessé d'irriguer.

- **La récolte** :

La récolte a été réalisée manuellement pour la lentille pure le 08 Mai 2023. Pour le blé (non encore mature) des prélèvements sont effectués (le 12 Mai) pour les calculs des rendements.

3 Echantillonnage et collecte des données

3.1 Le prélèvement du sol :

Pour étudier l'effet des légumineuses (la lentille) sur la fertilisation azotée des sols et l'effet des céréales (blé dur) sur le sol. Nous avons procédé à un prélèvement du sol à des fins d'analyses.

Les analyses du sol ont été réalisées au niveau du laboratoire LTPO et FERTIAL

L'échantillon doit être séché dans l'étuve à 105 °C pendant 24 heures. Puis on va diviser l'échantillon en parties selon les essais que nous avons besoin :

Détermination de la teneur en carbonate CaCO_3 :

Tamiser au tamis de 0,2 mm, après on pèse 0,5 gramme, mettez le sol dans une bouteille, remplie d'acide chlorhydrique, laissez l'acide en contact avec le sol, et appliquez une légère pression, attendez enfin 5 minutes, puis notez les mesures voir figure 14

Détermination de la teneur en matière organique :

Tamiser à travers un tamis 2 mm le sol, pesez environ 50g du sol (p2), et placez l'échantillon dans un four chaud à 450 degrés Celsius pendant 3 heures. Retirez l'échantillon et pesez après refroidissement (p3) voir figure 15.

Détermination pH :

Tamiser à travers un tamis 2 mm le sol ,On prend 15 g de l'échantillon et on le met dans un bécher, puis on y ajoute de l'eau jusqu'à ce qu'il atteigne 90 ml, puis on le mélange pendant 5 minutes et on le laisse réagir pendant 24 heures, puis on le mesure avec un pH-mètre voir la figure 16.

Détermination de la concentration de phosphore (P)

Pour déterminer la concentration de phosphore, nous suivons la méthode :Prélevez 5 g de l'échantillon, ajoutez du charbon actif pour enlever la couleur, ajoutez 100 ml de solution d'hydrocarbure de sodium, agitez pendant 30 minutes après filtration, ajoutez un groupe de solutions, mettez-le dans un tube, mettez le tube dans un bain-marie à 90 degrés, jusqu'à ce que il prend une couleur bleue, mettez-le dans la machine Lisons la concentration en phosphore. Figure 17

Détermination de la concentration de l'azote(N)

Un échantillon est prélevé, de l'acide sulfurique est ajouté pour la catalyse et il est placé dans un digesteur pour convertir l'azote organique en azote inorganique. Une distillation et un étalonnage sont ensuite effectués pour déterminer la concentration finale en azote. Voir figure 18

Détermination de la concentration de potassium(K)

Un échantillon de sol est prélevé, mélangé à une solution d'acétate d'ammonium, agité pendant 30 minutes, filtré, la solution est prélevée et placée dans un analyseur atomique qui détermine directement la concentration en potassium. voir figure 19



Figure14 : le matériel utilisé pour déterminer la teneur en carbonate. (LTPO,2023)



Figure15: détermination la teneur en MO. (LTPO,2023)



Figure16 : détermination ph. (LTPO,2023)



Figure17 : détermination de la concentration de phosphore (P). (LTPO,2023)



Figure18: détermination de la concentration de l'azote(N) (LTPO,2023)



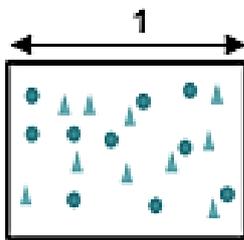
Figure 19 : détermination de la concentration de potassium(K) (LTPO,2023)

4 Traitement et analyse des données

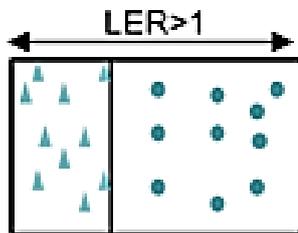
Le LER permet d'évaluer l'efficacité de l'association au cours de son cycle de développement. Il compare les rendements des cultures associées avec les rendements des cultures seules.

Le LER correspond à la surface de cultures mono-spécifiques nécessaire pour obtenir le même rendement qu'en association. Il se calcule de la manière suivante :

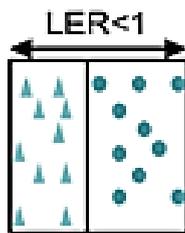
$$\text{LER} = \frac{\text{rendement céréale associée}}{\text{rendement céréale seule}} + \frac{\text{rendement légumineuse associée}}{\text{rendement légumineuse seule}}$$



Si LER=1, il n'y a aucune différence entre les deux modes de culture



Si LER > 1, il y a un avantage productif des associations



Si LER < 1, il y a une perte de rendement en association

Le LER = Lend Equivalent Ratio



Résultat et discussion

1 Les rendements :

Pour toutes les modalités, et pour chaque micro-parcelle, l'estimation du rendement est réalisée sur une surface de 1 m².

Cependant durant tout le cycle de végétation et de développement des cultures mises en place nous avons procédé à des contrôles systématiques des trois parcelles A (blé dur), B (lentille), C (la culture mixte). nos contrôles ont porté sur plusieurs paramètres dont :

➤ Les composantes du rendement

Pour Les lentilles

- Nombre des plants/m² par parcelle.
- Nombre de rameau/plants par parcelle.
- Nombre de gousses/rameau par parcelle.

Pour le blé dur

- Nombre des plants/m² par parcelle
- Nombre de talles/plants par parcelle.
- Nombre d'épis /talles par parcelle
- Nombre de graines/épi par parcelle

NB :

En fait, il est vrai qu'une expérimentation ne peut pas être apportée par une estimation du rendement, sauf dans notre cas, la cause Fu par un accident au champ expérimentale (passage du cheptel qui a brouté une partie de la parcelle)

2 Les résultats obtenus dans chaque parcelle (A, B, et C)

Tableau 12 : Nombre de plants/m²

Parcelle	Graine semée (graine/m ²)		Nombre de plants
A (blé dur)	350		290
B (lentille)	300		210
C (mixte)	Blé dur	250	215
	Lentille	200	160

Tableau 13 : Nombre de Talles, rameau /m²

Parcelle	Talle, rameau	
A (blé dur)	580 talles	
B (lentille)	370 rameaux	
C (mixte)	Blé dur	380 talles
	Lentille	210 rameaux

Tableau 14 : Nombre d'épis, gousse/m²

Parcelle	Nombre d'épis	Nombre de gousse
A (blé dur)	365	/
B (lentille)	/	3083
C (mixte)	240	600

Tableau 15 : Nombre de graines par espèces/m²

Parcelle	blé dur	Lentille
A (blé dur)	14600	/
B (la lentille)	/	3195
C (mixte)	9600	603

3 Estimation des rendements

Nous y obtenons une estimation là-bas, à l'aide des calculs suivant :

Le rendement moyen par hectare est calculé par la formule suivante :

Sachant que :

- Nombre de grains/m² = Nombre d'épis/m² x Nombre de grains/épi
- Nombre de grains/épi = Nombre de grains total compté / Nombre total d'épis collectés
- Rendement (g/m²) = Nombre de grains/m² x poids du grain (g)/nombre des graine semée
- Rendement (q/ha) = Rendement (g/m²) x 10 000 /100 000

Tableau 16 : l'estimation des rendements

Parcelle	Nombre de graines par espèces		Rendement estimé (qx/ ha)
A (blé dur)	14600		75,08
B (la lentille)	3195		5,32
C (mixte)	Blé dur	9600	46,08
	Lentille	603	1,01

D'après le tableau, nous remarquons que :

La parcelle A (blé dur) s'est bien comportée avec un rendement élevé de 75qx/ha (on trouve ces résultat qui était un peu exagéré car le poids Dun graine non mature est inférieure de poids d'un graine mature parce que cette dernière est imbibé d'eau). Nous avons donc conclu que cette productivité était due à la fertilisation et à l'irrigation des terres que nous avons faites. Les rendements en blé dur dans les parcelles irriguées de la ferme sont 57qx/ha. (Parcelle irriguée de 20 ha).La différence s'explique par l'apport d'azote fournit par la lentille et à l'irrigation ramenée en fin de cycle.

La parcelle B (la lentille) qui été semée un mois en retard, on a quand même grâce à l'irrigation pu obtenir un rendement de 5,32qx/ ha un rendement légèrement supérieur et acceptable mais, Par rapport à notre objectif qui était d'augmenter la productivité des lentilles, nous n'avons toujours pas atteint le niveau requis pour atteindre une grande productivité des légumineuses

La parcelle C (mixte) Les blés ont donné un rendement très satisfaisants de 46,08qx/ha, par contre les lentilles ont donné des rendements est très faible de 1qx/ha

4 Effet de l'association sur la biomasse total et le rendement en grain (LER)

LER (Land Equivalent Ration) est défini comme la surface relative nécessaire en culture pure pour avoir la même production que l'association (PROJET PERFECOM, 2012).

Il se calcule grâce à l'équation suivante :

$$\text{LER rendement} = \left(\frac{Y \text{ Blé dur Associé}}{Y \text{ Blé dur Pur}} \right) + \left(\frac{Y \text{ lentille Associé}}{Y \text{ lentille Pur}} \right)$$

Ou : Y : Rendement

$$\text{LER rendement} = (46,08 / 75,1) + (0,9 / 5,32)$$

$$\text{LER} = 0,6 + 0,1$$

$$\text{LER} = 0,7 < 1$$

A Partirai de ces résultat de LER nous disons que : Il y a une perte de rendement en association des cultures légumineuse-céréale

5 Effet de l'association lentille-blé dur sur le prélèvement de l'azote et du phosphore

Tableau 17 : Les Résultats d'analyse des 3 parcelles après la production

LES paramètres	Blé dur	La lentille	La culture mixte
Ph	8,17	8,35	8,16
MO	2,03	2,8	1,99
C/N	13,57	8,14	10,52
CACO3	0,04	28,76	5,16
L'azote	0,09	0,2	0,11
Phosphore	0,1	0,2	0,09
Potassium	0,2	0,4	0,3

D'après le tableau 17, et selon Les Résultats d'analyse des 3 parcelles après la production voir l'annexe, on remarque que :

La parcelle(A) de blé dur : montre qu'il s'agit d'un sol très bien drainé et léger. En général, le sol ne pose pas de problème de salinité, le pH est alcalin, le rapport C/N indique que le MO est bien décomposé, la teneur en carbonate est élevée, et la quantité d'azote 0,09 et de phosphore 0,1 prouve que la céréale a besoin une grande quantité d'azote pour produire des graines sains et vigoureux.

Parcelle (B) de la lentille : montre que le sol est bien drainé et léger. En général, il n'y a pas de problème de salinité dans le sol, le pH est alcalin, le rapport C/N indique que le MO est bien décomposé, la teneur en carbonate est élevée, et la quantité combinée d'azote et de phosphore est de 0,2, ce qui signifie que le ratio a augmenté par rapport au ratio (0,07 l'analyse de sol avant la plantation) et ceci est le résultat de la symbiose des bactéries racinaires qui ont donné des nodules d'azote atmosphérique capté par les légumineuses (lentilles)

Bien qu'il nous fallut prouver ce phénomène au moyen des prélèvements sur le végétale, nous avons constaté que les légumineuses alimentaires enrichies le sol par l'azote

La parcelle (C) de la culture mixte à montre que le sol n'a pas de problème de salinité, le pH est alcalin, le rapport C/N indique que la MO est bien décomposé, la teneur en carbonate est faible, la quantité d'azote est de 0,11 et le phosphore est de 0,09. Ce taux d'azote est légèrement supérieur, ce qui prouve que la différence est certainement due aux lentilles cultivées avec le blé. Ainsi, une bonne intégration assure un partage efficace des ressources et contribue plus aux performances d'association que les transferts d'azote entre plantes, seul ce faible taux ne permet pas d'être confiant sur les besoins en grains pour réaliser la prochaine campagne sur cette parcelle.

Donc, Lorsque les lentilles sont cultivées en combinaison avec du blé dur, les concentrations d'azote (résiduel) sont nettement plus faibles que lorsque les lentilles sont cultivées seule. Cependant, les lentilles cultivées en appart libèrent plus d'azote, Ce taux élevé permet d'être confiant pour répondre aux besoins de production de la prochaine culture (les céréales) sur cette terrain.

Le P total est significativement augmenté dans le blé dur et les lentilles par rapport à l'association.

Le but de cette expérience était de montrer les effets de l'association légumineuses céréales sur les rendements des céréales, mais les résultats ont montré qu'il y a une perte de rendements, on peut dire que l'expérimentation n'a pas abouti car, il y avait des accidents qui ont faussé nos résultats :

1- le broutement des cheptels passant dans les parcelles, qui nous a conduits à l'estimation des rendements en se rapprochant de la réalité et des cultures similaires de la ferme pilote. (faussé le rendement réel)

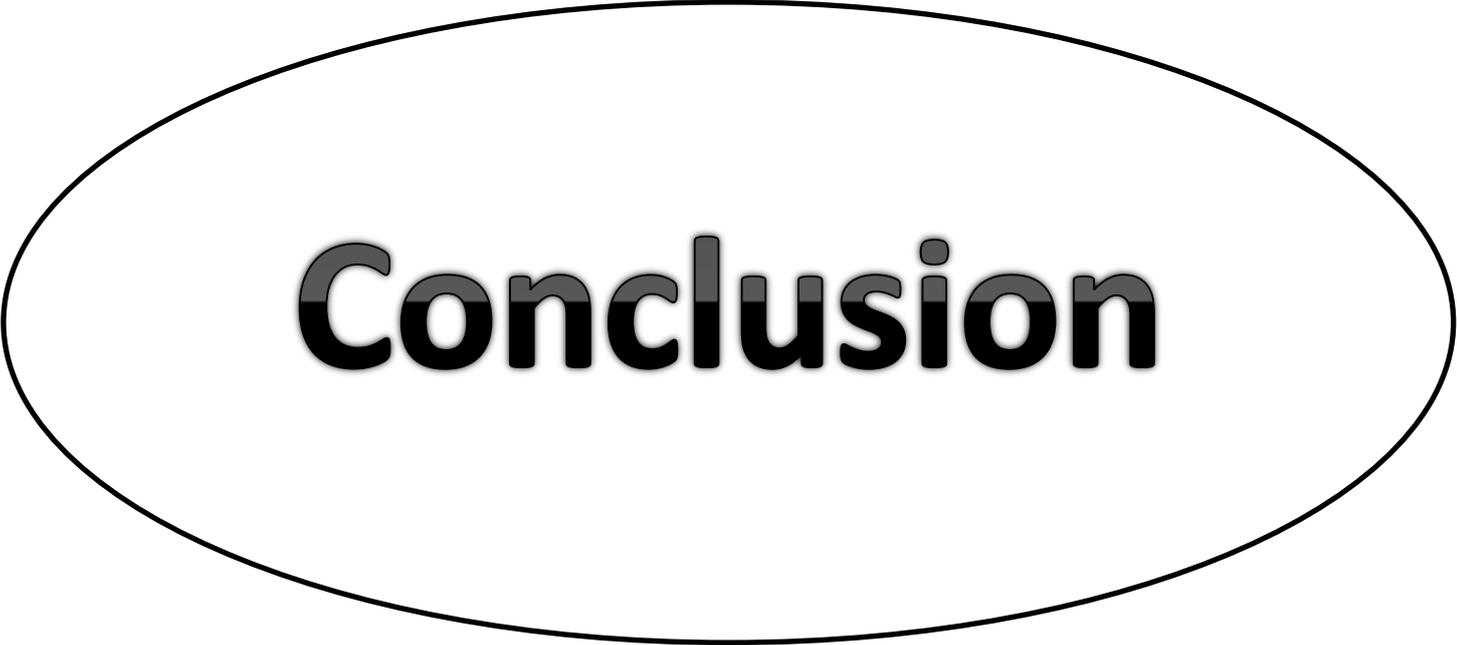
2- le choix aléatoire de la dose des semis

3- Nous n'avons pas pris en considération le choix de variété pour déterminer son utilisation après la récolte.

4- le tri (séparation) des produits obtenus n'est pas possible car faucher le produit obtenu et le transformer en fourrage vert ou sec est un gâchis, parce que ces deux produits (les lentilles et le blé dur) sont destinés à l'alimentation humaine et non animale.

Nos résultats ont montré que :

3. La culture mixte du blé dur et des lentilles réduit la concentration en azote du sol, Les céréales sont plus compétitives que les légumineuses pour absorber l'azote du sol en raison de la demande plus élevée. donc ce faible taux ne permet pas d'être confiant sur les besoins de la prochaine culture
4. la contribution du phosphore total dans le blé dur et les lentilles est significativement réduite (par rapport aux cultures associées) en raison d'un effet complexe.
5. les rendements de l'association sont bas mais elle a d'autres avantages :
 - augmentation des taux de protéines des céréales,
 - meilleure couverture du sol pour contrôler les adventices,
 - meilleure valorisation des ressources du milieu (eau, lumière, éléments fertilisants)



Conclusion

Conclusion

Cette étude a montré que :

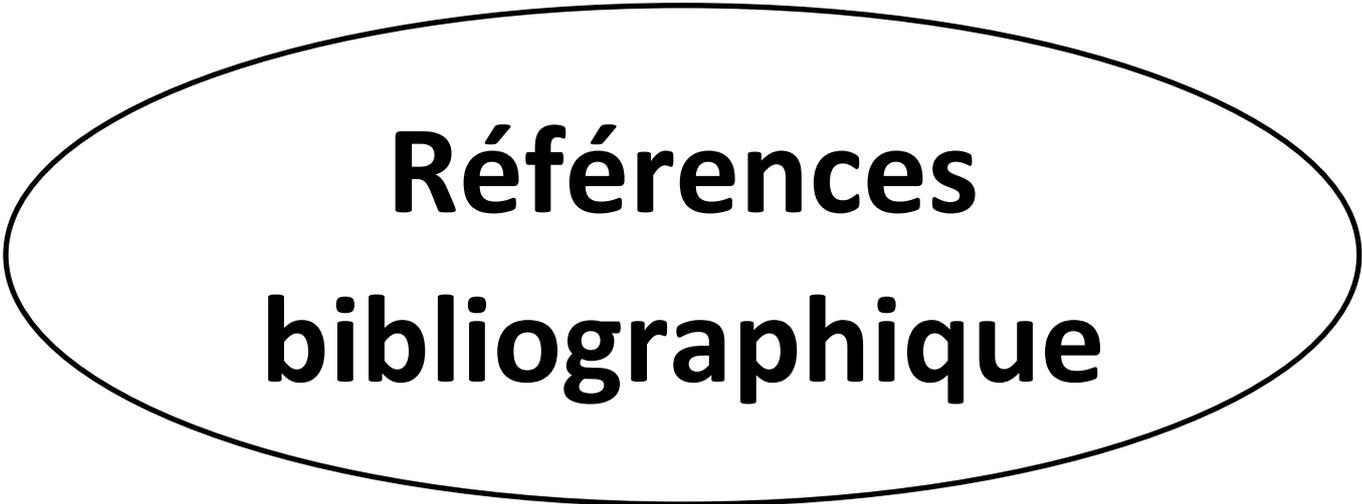
- ✓ l'inclusion des légumineuses dans les systèmes de cultures multiples, tels que les cultures céréalières, est importante pour améliorer la structure du sol (racines longues et profondes) et généralement une étape importante vers des pratiques agricoles plus durables. Et le rôle essentiel du NPK dans la croissance et le développement des cultures légumineuses et les cultures céréalières.
- ✓ Les légumineuses ont besoin d'une quantité équilibrée d'azote et de phosphore et de potassium pour se développer correctement, en raison de sa propriété de fixer l'azote dans le sol (symbiose racinaires et l'activité microbienne), ce qui réduit la nécessité d'utiliser des produits coûteux et polluants : (les engrais chimiques,) au contraire, les cultures céréalières ont besoin d'une grande quantité d'azote pour produire des grains sains et vigoureux.
- ✓ les combinaisons de légumineuses et de céréales ouvrent des voies à une meilleure compréhension du processus qui limite la disponibilité du NPK aux cultures. Ces voies comprennent la sélection végétale et la valorisation de différentes formes de NPK dans le sol.
- ✓ Dans la culture mixte il y a une concurrence pour les éléments nutritifs du sol dans une culture mixte de légumineuses et de céréales, car les deux types de plantes ont des besoins différents en éléments nutritifs et en eau, ce qui peut entraîner une concurrence pour ces ressources. Cependant, cette concurrence peut être gérée en sélectionnant les variétés végétales appropriées. Certaines variétés de légumineuses et de céréales sont mieux adaptées aux cultures mixtes.

Conclusion

En conclusion, la culture mixte de légumineuses et de céréales est une méthode agricole efficace pour minimiser les impacts environnementaux et réduire l'utilisation des engrais.

À partir de cette expérience, nous conseillons aux agriculteurs que la meilleure combinaison est les légumineuses fourragères avec des céréales secondaires (vesce et pois avec avoine) pour obtenir un fourrage plus riche en MAD (matière azotée digestible) et en UF (unité fourragère) qui est destinée à l'alimentation animale (fourrages secs) donc fauchés au début du mois de Mai donc toutes les plantes même les mauvaises herbes sont fauchés avant qu'ils ne libèrent leurs semences, en plus de l'enrichissement du sol en azote cette association garantie un sol propre pour la prochaine culture.

En fin de compte, la clé d'une agriculture mixte réussie consiste à équilibrer les besoins des différentes plantes et à pratiquer des méthodes durables pour maintenir la santé du sol et minimiser les impacts environnementaux.



**Références
bibliographique**

Références bibliographique

1. **Abdelmadjid H., (2013)**. Grandes Cultures Eléments De Pyrotechnie Générale 1ère Ed. T1. Le Blé, 256p
2. **Abecassis J. Vermeersch G., (2006)**. Influence De L'évolution Des Technologies De Production Et De Transformation Sur La Qualité Des Aliments, Rapport De L'académie Des Technologies, 47p
3. **Agence Ecofin, (2022)** ., Agence D'informations Economiques Sectorielles,.
4. **Ait Abdellah, (2011)**.Revue Technique Et Scientifique De L'institut Technique Des Grandes Cultures Tiaret.
5. **Andrews, D.J., A.H. Kassem. (1976)**. The Importance Of Multiple Cropping In Increasing World Food Supplies. Pp. 1-10 in R.I. Papendick, A. Sanchez, G.B. Triplett (Ed.), Multiple Cropping. Asa Special Publication 27. American Society Of Agronomy, Madison, Wi
6. **Anonyme, (2013)**. Calcul De La Fertilisation Azotée : Guide Méthodologique Pour L'établissement Des Prescriptions Locales, *Groupe Azote*, Ed. Comifer, Paris, France, 159p
7. **Anonyme., (2010)**. Manuel Utilisation Des Engrais, 96p.
8. **Aouali S. Et Douici-Khalfi A. (2013)**. Recueil Des Principales Maladies Fongiques Des Céréales En Algérie : Symptômes, Développement Et Moyens De Lutte. Information Technology General Control. 8-36.
9. **APM., (2015)**. Les Fabacées, Ces Légumineuses Méconnues !..., Puy Mézier
10. **APS, (2023)**.
11. **Baldy C. (1993)**. Progrès Récents Concernant L'étude Du Système Racinaire Du Blé (*Triticum*Sp). Ann. Agron. (Paris). Pp 241-276.
12. **Baldy C., (1974)**. Contribution A L'étude Fréquentielle Des Conditions Climatiques. Leurs Influences Sur La Production Des Principales Zones Céréalières D'algerie. Inra (France)-Ccce (France)-Projet Céréales (Algérie). 183p
13. **Barulina, H. (1930)**.Lentilles De L'urssEt D'autres Pays. Bulletin De Botanique Appliquée, De Génétique Et De Sélection Végétale, 40, 265–304
14. **Bedoussac L. Et Journet E.P., (2017)**.Culture Associée
15. **Bedoussac L., Et Al, (.2015)**. EcologicalPrinciplesUnderlying the Increase Of ProductivityAchieved By CerealgrainLegumeIntercrops In OrganicFarming. A Review. Agron. Sustain. Dev. 35(3), 911-935.
16. **Bedoussac L., Journet E.P., Rouet P., Josse C., Ledoux S. et Justes E., (2011)**. Cultiver du blé (dur ou tendre) en association avec une légumineuse à graine : un moyen efficace pour accroître la production et la qualité des graines en agriculture biologique, Journée Technique Grande Culture biologique

Références bibliographique

- ITAB/ARVALIS – Institut du végétal, en collaboration avec l'INRA, Toulouse, France, 6p
17. **Bejiga G., (2006).** Lens In : Brink M. Et Belay G. (Editeurs), Ressources Végétales De L'Afrique Tropicale 1, Céréales Et Légumes Secs. Ed. Fondation Prota / Backhuys Publishers/ Cta. Wageningen, Pays-Bas, Pp.102-107
 18. **Belaid D., (1990).** Légumineuses Des Graines Nutritives Pour Un Avenir Durable. 13-22 ; 39-36-37 ; 51-52.
 19. **Belaid D., (1986).** Aspects De La Céréaliculture Algérienne, Ed. Office Des Publications Universitaires, Alger, Algérie, 207p
 20. **Benaïche A., (2008)**-Intégration Des Données Ecologiques Et Dendrométrie Dans Le Systhème D'information Géographique, Université De Mostaganem, P25.
 21. **Bessaoud O.(2018).** L'algerie Et Le Marché Des Céréales. « Géostratégies Alimentaires En Méditerranée : L'enjeu Céréaliier ». Section 10, Economie Et Politique
 22. **Betencourt E., Duputel M., Colomb B., Desclaux D., Hinsinger P., (2012).** Intercropping promotes the ability of durum wheat and chickpea to increase rhizosphere phosphorus availability in a low P soil. *Soil Biol Biochem* 46: 21-33
 23. **Bonjean A., (2001).** Histoire De La Culture Des Céréales Et En Particulier De Celle De Blé Tender (*Triticum Aestivum L*) Dossier De L'environnement De L'inra, N21 :29-37
 24. **Bonjean A., Picard E.,(1990).** Les Céréales A Paille Origine, Historique, Economie Et Sélection-Groupe Itm. Paris, 208p
 25. **Boulal H., Et Al ., (2007).** Guide Pratique De La Conduite Des Céréales D'automne (Blé Et Orge) Dans Le Maghreb (Algérie. Maroc. Tunisie), 176p.
 26. **Brink Et Belay, (2006).** Céréales Et Légumes Secs, Ressources Végétales De L'Afrique Tropicale. Fondation Prota, Wageningen, Pays-Bas
 27. **Bulson H.A.J., Snaydon R.W., Stopes C.E. (1997)** Effects of plant density on intercropped wheat and field beans in an organic farming system, *J. Agr. Sci.* 128, 59–71.
 28. **Carton N., (2017).** Interactions Induites Par L'association Du Lupin Avec Une Céréale, Effets Sur Les Adventices Et Conséquences Sur La Productivité, Thèse De Doctorat, Université D'angers, France, 207 P
 29. **Chennafi H. Et Al.,(2006).** Yield Response Of DurumWheat (*Triticum Durum Desf.*) Cultivar Waha To Deficit Irrigation Under Semi-AridGrowth Conditions. *Asian Journal Of Plant Science.* 5: 854-860 Pp.Conditions. *Asian Journal Of Plant Sciences* 5: 854-860p.

Références bibliographique

30. **Christian S., (2005.)** Guide De La Fertilisation Raisonnée. Grandes Cultures Et Praires. Edition France Agricole, 407p.
31. **Clement G., (1971).** Les Céréales, « Grand Court ». *Coll. Agro. Alimentaire.* Lavoisier. P.78-91
32. **Clerget Y., (2011).** Biodiversité Des Céréales Origine Et Evolution, *Société D'histoire Naturelle*, Pays De Montbéliard, 16p
33. **Conservation-foret-Tlemcen.**
34. **Corre-Hellou G., Et Al., (2011).** The Competitive Ability Of Pea-Barley Intercrops Against Weeds And The Interactions With Crop Productivity And Soil N Availability. *Field Crops Research* 122, 264-272.
35. **Croston, Et Williams, (1981)** , A World Survey Of Wheat Genetic Resources, . *Ibrgr. Bulletin /80/59.* P37
36. **Cruz J.F., et al., (2019).** La Transformation Des Grains. Collection *Agricultures Tropicales En Poche*, Quæ, Presses Agronomiques De Gembloux, Cta, Versailles, Gembloux, Wageningen. 182 P.
37. **Cubero, J. I. (1981).** Origine, Domestication Et Evolution. Dans C. Webb Et G. C. Hawtin (Eds.), *Lentils* (Pp. 15-38). Bureau Agricole Du Commonwealth, Slough, Royaume-Uni.
38. **Cullis C., Kunert K.J., (2017).** Libérer Le Potentiel Des Légumineuses Orphelines. *J Exp Bot* 68, 1895-1903
39. **Diehl J.A., (1975).** *Agriculture Générale.* Pp 205-211.
40. **Duceillier L., (1931).** Espèces Et Variétés De Céréales Cultivées En Algérie. Direction De L'agriculture Et De La Colonisation, 130 Pages.
41. **Dupont F. Et Guignard J.L., (2015).** *Botanique Les Familles De Plantes*, 16ème Ed. Masson, 388p
42. **Eyal Z., (1981).** Integrated Control Of Septoria Diseases Of Wheat. *Plant Diseases*. 65 :763-768
43. **FAO., (2012).** *Faostat Statistical Database* (Available At [Faostat.Fao.Org](http://faostat.fao.org)).
44. **FAO., (2003).** *Les Engrais Et Leurs Applications*, Quatrième Edition, 77p.
45. **FOA., (2022).** *Situation Alimentaire Mondiale : Bulletin De La Fao Sur L'offre Et La Demande De Céréales*
46. **French V., (2013).** Le Potassium Un Elément Essentiel, Pp3-18.
47. **Grignac P., (1978).** Le Blé Dur : Monographie Succincte. Montpellier (France) , Pp83-9
48. **Guéguen J., Duc G., (2008).** La Filière Protéagineuse, Quels Défis ?, Editions Quæ, 147 P.

Références bibliographique

49. **Hadria R., (2006).** Adaptation Et Spatialisation Des Modèles Strics Pour La Gestion D'un Périmètre Céréalière Irriguée En Milieu Semi-Aride. Thèse De Doctorat. Univ Cadi AyyadSamlalia- Marrakech
50. **Hamadache A., (2013).** Grande Cultures : Principaux Itinéraires Techniques Des Principales Espèces De Grandes Cultures Pluviales Cultivées En Algérie Et En Afrique Du Nord (Agriculture Conventionnelle), Le Blé, Tome 1, 1er Ed:256p.
51. **Hanelt, P. (2001).** Moulin A Lentilles. Dans P. Hanelt(Ed.), Encyclopédie Des Cultures Agricoles Et Horticoles De Mansfeld (Vol. 2, 849–852). Lens CulinarisMedicusVorl. Churpf. Phys. Okon. Ges., 2 361 (1787)
52. **Harlan, J.R. (1992).** Les Cultures Et L'homme (P. 284). Deuxième Ed. Société Américaine D'agronomie
53. **Hauggaard-Nielsen H., Et Al., (2009).** Pea–BarleyIntercropping For Efficient SymbioticN₂-Fixation, Soil N Acquisition And Use Of OtherNutrients In EuropeanOrganic Cropping Systems. *Field CropsResearch*113(1), 64-71.
54. **Hauggaard-Nielsen H., Jensen E. (2005)** FacilitativeRoot Interactions In Intercrops, *Plant Soil*274, 237–250.
55. **Hopkins, W. G., (2003),** Physiologie Végétale. 2éme Edition. De Boeck, Bruscelles: 61-476.
56. **Huignard J Et Al, (2011).**Insectes Ravageurs Des Graines De Légumineuses, Biologie Des Bruchinae Et Lutte Raisonnée En Afrique, Editions Quae, P17-19
57. **Jensen E.S., (1996).** Grain Yield, Symbiotic N₂ Fixation And InterspecificCompetition For Inorganic N In Pea-BarleyIntercrops. *Plant Soil.* 182, P.P. 25-28
58. **Justes E., Bedoussac L. Et Prieur L., (2009),** Est-Il Possible D'améliorer Le Rendement Et La Teneur En Protéines Du Blé En Agriculture Biologique Au Moyen De Cultures Intermédiaires Ou De Cultures Associées, « *Innovations Agronomiques* » Vol.4, Pp.165-176.
59. **Kamel B., Mohsen B., (2017).** Manuel De Grandes Cultures-Les Céréales, Edition Universitaires Européennes, 230p.
60. **Kellogg E.A., (2001).** EvolutionaryHistory Of The Grasses. *Plant Physiol.* 125:1198–1205
61. **Lacroix ,(2002).** Maladies Des Céréales Et De La Luzerne, Diagnostique, Dépistage Et Prévention P 24
62. **LATATI M., BLAVET D., ALKAMA N., LAOUFI H., DREVON J.J., GERARD F., PANSU M., OUNANE S.M., (2014).** The intercropping cowpea-maize improves soil phosphorus availability and maize yields in an alkaline soil. *Plant Soil.* 85, 181-191
- Liebman M., Altieri M.A. (1986)** Insect, Weed And Plant

Références bibliographique

Disease Management In Multiple Cropping Systems, Editor, Macmillan Publ. Co., N.Y., 383 P.

63. **LATATI M., PANSU M., DREVON J.J., OUNANE S.M., (2013).** Advantage of intercropping maize (*Zea mays* L.) and common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on yield and nitrogen uptake in Northeast Algeria. *International Journal of Research in Applied Sciences* 1, p.p.1-7
64. **Louarn G., Et El., (2010)** : “Déterminants Ecologiques Et Physiologiques De La Productivité Et De La Stabilité Des Associations Graminées - Légumineuses”, *Innovations Agronomiques*, 11, 79-99.
65. **Madr., 2018.**
66. **Malézieux E., Crozat Y., Dupraz C., Laurans M., Makowski D., Ozier Lafontaine H., Rapidel B., De Tourdonnet S., Valantin-Morison M., (2009).** Mixing plant species in cropping systems: Concepts, tools and models. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29 (1) 43-62,
67. **Monneveux P., (1991).** Quelles Stratégies Pour L’amélioration Génétique De La Tolérance Au Déficit Hydrique Des Céréales D’hiver. In : L’amélioration Des Plantes Pour L’adaptation Aux Milieux Arides. Aupelf– Uref Ed John LibbeyEurotest: 165-186.
68. **Moran J., (2020)** .Quels Sont Les Avantages Et Les Inconvénients De La Monoculture
69. **Moule C., (1971).** Céréales, Phytotechnie Spéciale Ii, Ed. La Maison Rustique, Paris, 94p.
70. **Munier-Jolain N., Carrouée B., (2003).** Quelle Place Pour Le Pois Dans Une Agriculture Respectueuse De L’environnement ? Argumentaire Agro-Environemental. *Cahiers Agricultures*, 12, 111-120.
71. **Nickel J.L. (1973)** Pest Situations In Changing Agricultural Systems– A Review, *Bull. Entomol. Soc. Am.* 19, 136–142.
72. **Ofori F., Stern W.R., (1987).** Cereal-Legume Intercropping Systems. *Advances In Agronomy* 41, P.P. 41-90
73. **Olmedo Arcega O.B., Cantrell R.G., (1995).** Récurrent Sélection For Grain Yield In Durum Wheat. *CropScid.* N° 35. Pp.714-719 in. Evaluation De La Qualité D’un Germoplasme De Blé Dur (*Triticum Durum* Desf): Appréciation De L’aptitude Technologique Et Biochimique .Ait Kaki S. (2001). Mémo De Mag. Univ Badji Mokhtar. Annaba.
74. **Ozdemir, S. (2002),** Légumineuses A Grains (P.142). Editions Hasad, Istanbul, Turquie

Références bibliographique

75. **Pelzer, E., Hombert, N., Jeuffroy, M-H., Makowski, D., (2014).** Meta-Analysis Of The Effect Of Nitrogen Fertilization On Annual Cereal-Legume Intercrop Production. *Agronomy Journal* 106 (5), 1775-1786.
76. **Perrin R.M. (1977)** The Role Of Environmental Diversity In Crop Protection, *Prot. Ecology* 2, 77–114
77. **Pousset J., 2000.** Engrais Verts Et Fertilité Des Sols, Ed Agri-Décisions. 287 P.
78. **Prats J., Grandcount M. C., (1971.)** Les Céréales 2ème Ed. Coll'enseignement Agricole. 288 P.
79. **Raseduzzaman M., Jensen E.S., (2017).** Does Intercropping Enhance Yield Stability In Arable Crop Production? A Meta-Analysis. *European Journal Of Agronomy* 91, 25-33.
80. **Revue Nature Et Technologie. N° 01/Juin 2009** p. 54-62
81. **Sayoud R., Ezzahiri B. Et Bouznad Z., (1999)** Les Maladies Des Céréales Et Des Légumineuses Alimentaires Au Maghreb, Guide Pratique. Projet Maghrébin Sur La Surveillance Des Maladies Et Le Développement De Germoplasme Résistant Des Céréales Et Des Légumineuses Alimentaires. Pnud Rab/91/007 Maroc-Algérie - Tunisie. Trames Ed, Algérie. 64p.
82. **Schneider A., Et Al., (2015).** Les Légumineuses Pour Des Systèmes Agricoles Et Alimentaires Durables. Rôle Des Légumineuses Dans L'agriculture Française. Chapitre 1. Coordinateurs Schneider A., Huyghe C. Edition Quae, Pp 11-77
83. **Schneider A., Huyghe C., (2015).** Les Légumineuses Pour Des Systèmes Agricoles Et Alimentaires Durables. Edition Quae, Pp 5-6
84. **Schwartz Et Langham, (2012).** Growth Stage Of Lentil (Lens Culinaris L.). Legumes in pipe. Diagnostic Pocket Series. On-Line.
85. **Sehirali, S. (1988).** Cultures De Légumineuses A Grains. Université D'ankara, Faculté De Génie Agricole, Ankara, Turquie 1089 (314), P. 435
86. **Shaker A., (2003).** Etude De L'effet Des Stress Thermiques (Chaleur Et Froid) Sur Quelques Paramètres Physiologiques Et Biochimiques Du Blé Dur (*Triticum Durum Desf*), Thèse De Magister Université Annaba.
87. **Simon H., Codaccioni P., Lequeur X., (1989).** Produire Des Céréales A Paille. Coll. Agriculture D'aujourd'hui. Science, Techniques, Applications. Pp. 63 - 67; Pp. 292 – 296
88. **Soltner D., (1988).** Les Grandes Productions Végétales. Les Collections Sciences Et Techniques Agricoles, Ed. 16ème Editions 464 P.

Références bibliographique

89. **Soltner D., (1990).** Les Grandes Productions Végétales : Céréales, Plantes Sarclées.
90. **Soltner D., (2005).** Pyrotechnie Spéciale Les Grandes Productions Végétales. 20 Ed., (Sciences Et Techniques Agricoles.) 472p.
91. **SONG Y.N., Et al., (2007).** Effect of intercropping on crop yield and chemical and microbiological properties in the rhizosphere of wheat (*Triticum aestivum* L.), maize (*Zea mays* L.), and faba bean (*Vicia faba* L.). *Biol. Fert. Soil.* 43, 565-574.
92. **Spichiger R.E., Savolainen V., Figeat M. et Jeanmond D., (2004).** Botanique systématique des plantes à fleurs: une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérés et tropicales, 3ème éd. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, Suisse, p.204
93. **Stanton, (1970).** Viewing The Journal Of The National Cancer Institute. Scientific Editor, Inci. Search For More Papers By This Author.
94. **Thomson, B. D., K. H. M. Siddique, M. D. Barr and J. M. Wilson. (1997).** Grain legumespecies in lowrainfallMediterranean-type environments I. Phenology and seedyield. *Field CropsRes.* 54: 173-187.
95. **Vandermeer J.H. (1989)**The Ecology Of Intercropping, Cambridge UniversityPress, Cambridge, Uk.
96. **Varoquaux F. Et Pelletier G., (2002).** Evolution Des Techniques, Outils Et Méthodes En Amélioration Des Plantes. "Le Sélectionneur Français" 2002 (53) ; 55-67.
97. **Welsh J.P., Philipps L., Bulson H.A.J., Wolfe M. (1999)** Weed control for organic cereal crops. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference – Weeds, Brighton, UK, pp. 945–950.
98. **White, R.O., Leissner, G.N., &Trumble, H.C. (1953).**Légumineuse En Agriculture. *Fao Etudes Agricoles*, 21, 323-325
99. **Willey, R.W. (1979)** ,Intercropping—It’s Important And ResearchNeeds. Part 1. Competition And YieldAdvantages. *Field Crop Abstracts*, 32, 1-10
100. **Zahri S., Farih A., Badoc A. Et Douira A., (2014).** Statut Des Principales Maladies, Cryptogamiques Foliaires Du Blé Au Maroc En 2013. *Journal Of Applied Biosciences* 77, 6543–6549.

Références bibliographique

Site web :

www.osez-agroecologie.org

<https://fr.ripleybelieves.com/>

<http://madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles/>

<http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/fr>

<http://conservation-foret>

<https://fr.db-city.com/>

<http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/bio/dir/dir0312f.shtml#B1>

<https://www.agenceecofin.com/>

<http://www.jardiniers-apm.com/>

<https://www.aps.dz/regions/147236-mascara-production-de-plus-de-33500-quintaux-de-legumes>

Annexes

Données du consultant

FP SI HAMADOUCHE
 saf saf chetouane 13000 TLEMEN (Tiemcen)



DONNÉES DE L'EXPLOITATION, PARCELLE ET CULTURE

Propriété: coopérative
 Parcelle: ELKHROUB1
 Cadastre: Polygone 5 Parcelle 2
 Localité: tiemcen

Culture: jachère/GÉNÉRIQUE/jachère
 Production: 15 q/Ha
 Type: Non irrigué
 Surface: 22 Ha

Résultats de l'analyse du sol

Fertial Laboratoire agronomique BP 3088 Route Des Salines Annaba Tél: 038.53.96.10 / Fax: 038.53.93.42	échantillon n° T-11899	Code-barres
--	---------------------------	-----------------

			Très faible	Faible	Normal	Élevé	Très élevé	
Conductivité (1/5 mS/cm)	0,13	Non salé				0,13		mS/cm
pH eau (1/2.5)	8,17	Alcalin						
C/N	13,57	Élevé						
Carbonates	0,04	p.p.m.			0,04			%
Calcaire actif	-	-						%
Matière organique	2,1	21000,0				2,1		%
Azote Total	0,09	900,00				0,09		%
Phosphore (Olsen)	0,1	44,8					44,8	p.p.m.
Potassium échangeable	0,2	93,8				0,2		meq/100g
Magnésium échangeable	0,7	85,1				0,7		meq/100g
Calcium échangeable	13,6	2733,5					13,6	meq/100g
Sodium échangeable	0,03	6,90				0,0		meq/100g

(Données analytiques interprétées par le Système Sidra)

Interprétation de l'Analyse

Le sol ne présente pas de problèmes de salinité. Le pH actuel du sol est alcalin et peut produire des problèmes d'assimilation de micro-éléments. Pour la culture jachère le pH du sol le plus adéquat est compris entre 6.5 et 7.5. Le rapport C/N est élevé ce qui indique que la matière organique est peu décomposée, processus qu'il faut favoriser en incorporant de l'azote au sol. Ce valeur peut signifier que la fertilisation du sol est déficiente ou qu'il y a un problème d'accumulation d'eau. La teneur en carbonates est faible. Il est donc difficile qu'il y ait des fixations de phosphore qui réduisent sa disponibilité. Il peut y avoir carence induite de Mg par excès de Ca. Il n'y a pas de risque grave de carence induite en Mg en raison d'un excès de K.

Recommandation de Fertilisation

Engrais	Kg/Ha

Données du consultant

FP SI HAMADOUCHE
sal sal chetouane 13000 TLEMEN (Tlemcen)



DONNÉES DE L'EXPLOITATION, PARCELLE ET CULTURE

Propriété: coopérative	Culture: jachère/GÉNÉRIQUE/jachère
Parcelle: ELKHROUBI	Production: 15 q/Ha
Cadastre: Polygone 5 Parcelle 2	Type: Non irrigué
Localité: tlemcen	Surface: 22 Ha

Résultats de l'analyse du sol

Fertial Laboratoire agronomique BP 3088 Route Des Salines Annaba Tél: 038 53 96 10 / Fax: 038 53 93 42	échantillon n° T-11893	Code-barres
--	---------------------------	-----------------

			Très faible	Faible	Normal	Élevé	Très élevé		
Conductivité (1/5 mS/cm)	0,17	Non salé	CE					0,17	mS/cm
pH eau (1/2.5)	8,35	Alcalin	pH					5	
C/N	8,14	Normal	C/N					8,14	
Carbonates	28,26	282600,00	CaCO3					28,26	%
Calcaire actif	-	-	C.actif					-	%
Matière organique	2,8	28000,0	MO					2,8	%
Azote Total	0,2	2000,0	N					0,2	%
Phosphore (Olsen)	0,2	69,4	P					69,4	p.p.m.
Potassium échangeable	0,4	175,9	K					0,4	meq/100gr
Magnésium échangeable	0,9	104,6	Mg					0,9	meq/100gr
Calcium échangeable	18,6	3737,5	Ca					18,6	meq/100gr
Sodium échangeable	0,04	9,20	Na					0,0	meq/100gr

(Données analytiques interprétées par le Système Siddra)

Interprétation de l'Analyse

Il s'agit d'un sol léger, avec un drainage interne très bon et une capacité de rétention de l'eau et des engrais très faible. Pour éviter les pertes par lessivage il est conseillé de fractionner l'apport d'engrais azoté. En général le sol est de fertilité très faible. Le sol ne présente pas de problèmes de salinité. Le pH actuel du sol est alcalin et peut produire des problèmes d'assimilation de micro-éléments. Pour la culture ORGE le pH du sol le plus adéquat est compris entre 6.5 et 8.0. Le rapport C/N indique que la matière organique est suffisamment décomposée. La teneur en carbonates est élevée. Il faut donc attendre une forte fixation du phosphore, qui réduit sa disponibilité et qu'il faudra tenir compte lors de l'apport d'engrais. Il peut y avoir carence induite de Mg par excès de Ca. Il y a risque de carence induite en Mg en raison d'un excès de K.

Recommandation de Fertilisation

	Kg/Ha	
Fertilisation de fond		
UREE 46%N	10	
T.S.P. 46% P2O5	24	
Fertilisation de couverture		
UREE 46%N	8	L'engrais de couverture doit être réparti sur 2 applications

Signé : Conseiller Agronomique. FERTIAL Laboratoire Agronomique



Société des Fertilisants d'Algérie FERTIAL SPA Route des Salines BP 3088
Tél : 038 53 93 10 à 14 / 038 53 93 17 Fax : 038 53 93 42
Email : fertial@fertial-dz.com

FP SI HAMADOUCHE
 saf saf chetouane 13000 TLEMEN (Tiemcen)



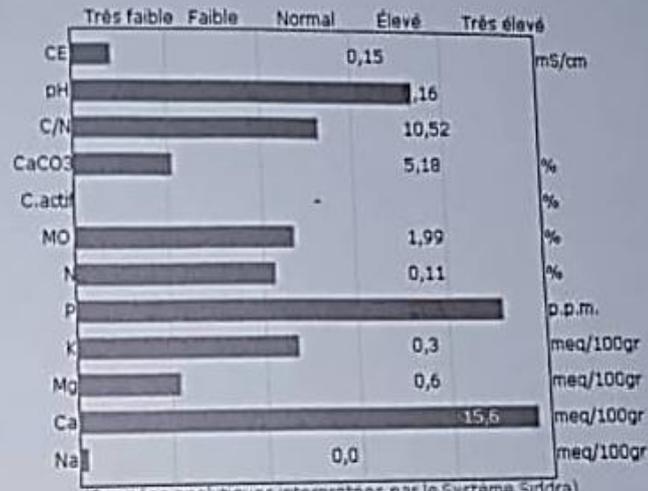
DONNÉES DE L'EXPLOITATION, PARCELLE ET CULTURE

Propriété: coopérative
 Parcelle: ELKHROUB1
 Cadastre: Polygone 5 Parcelle 2
 Localité: tiemcen
 Culture: jachère/GÉNÉRIQUE/jachère
 Production: 15 q/Ha
 Type: Non irrigué
 Surface: 22 Ha

Résultats de l'analyse du sol

Fertial Laboratoire agronomique BP 3088 Route Des Salines Annaba Tél: 038 53.96.10 / Fax: 038 53.93.42	échantillon n° T-11898	Code-barres
--	---------------------------	-----------------

Conductivité (1/5 mS/cm)	0,15	Non salé
pH eau (1/2.5)	8,16	Alcalin
C/N	10,52	Normal
	%	p.p.m.
Carbonates	5,18	51800,00
Calcaire actif	-	-
Matière organique	1,99	19900,00
Azote Total	0,11	1100,00
	meq/100gr	p.p.m.
Phosphore (Olsen)	0,09	26,8
Potassium échangeable	0,3	109,5
Magnésium échangeable	0,6	77,8
Calcium échangeable	15,6	3116,2
Sodium échangeable	0,03	6,90



(Données analytiques interprétées par le Système Sidra)

Interprétation de l'Analyse

Le sol ne présente pas de problèmes de salinité. Le pH actuel du sol est alcalin et peut produire des problèmes d'assimilation de micro-éléments. Pour la culture POIS CHICHE le pH du sol le plus adéquat est compris entre 6 et 9. Le rapport C/N indique que la matière organique est suffisamment décomposée. La teneur en carbonates est faible. Il est donc difficile qu'il y ait des fixations de phosphore qui réduisent sa disponibilité. Il peut y avoir carence induite de Mg par excès de Ca. Il n'y a pas de risque grave de carence induite en Mg en raison d'un excès de K.

Recommandation de Fertilisation

	Kg/Ha
Fertilisation de fond	35
UREE 46%N	9
T.S.P. 46% P2O5	

Données du consultant

FP SI HAMADOUCHE
 saf saf chetouane 13000 TLEMCEN (Tlemcen)



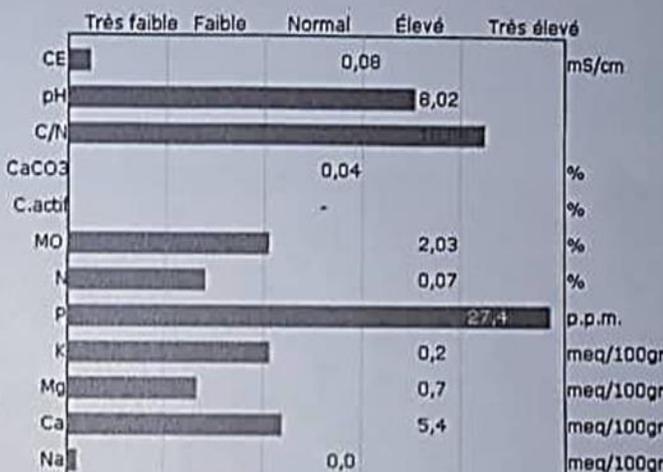
DONNÉES DE L'EXPLOITATION, PARCELLE ET CULTURE

Propriété: coopérative Culture: jachère/GÉNÉRIQUE/jachère
 Parcelle: ELKHROUB1 Production: 15 q/Ha
 Cadastre: Polygone 5 Parcelle 2 Type: Non irrigué
 Localité: tlemcen Surface: 22 Ha

Résultats de l'analyse du sol

Fertial Laboratoire agronomique BP 3088 Route Des Salines Annaba Tél: 038.53.96.10 / Fax: 038.53.93.42	échantillon n° T-11900	Code-barres
--	---------------------------	-----------------

Sable 84%	Limon 12%	Argile 4%
Texture: Sableux		
Conductivité (1/5 mS/cm)	0,08	Non salé
pH eau (1/2.5)	8,02	Alcalin
C/N	16,86	Très élevé
Carbonates	%	p.p.m.
Calcaire actif	0,04	400,00
Matière organique	2,03	20300,00
Azote Total	0,07	700,00
Phosphore (Olsen)	meq/100gr	p.p.m.
Potassium échangeable	0,2	62,6
Magnésium échangeable	0,7	80,3
Calcium échangeable	5,4	1074,1
Sodium échangeable	0,03	6,90



(Données analytiques interprétées par le Système Sidra)

Interprétation de l'Analyse

Il s'agit d'un sol léger, avec un drainage interne très bon et une capacité de rétention de l'eau et des engrais très faible. Pour éviter les pertes par lessivage il est conseillé de fractionner l'apport d'engrais azoté. En général le sol est de fertilité très faible. Le sol ne présente pas de problèmes de salinité. Le pH actuel du sol est alcalin et peut produire des problèmes d'assimilation de micro-éléments. Pour la culture ORGE le pH du sol le plus adéquat est compris entre 6.5 et 8.0. Le rapport C/N est élevé, ce qui indique qu'il y a une grande quantité de restes organiques non décomposés. Il est nécessaire d'incorporer de l'azote au sol pour favoriser la décomposition et éviter le déficit qui pourrait se produire si les micro-organismes prennent la quantité disponible dans le sol. Il convient de surveiller si des problèmes d'acidité ou d'accumulation d'eau rendent la décomposition de la matière organique plus difficile. La teneur en carbonates est faible. Il est donc difficile qu'il y ait des fixations de phosphore qui réduisent sa disponibilité. Il n'y a pas de risque grave de carence induite en Mg. Le rapport K/Mg est normal.

Recommandation de Fertilisation

Fertilisation de fond	Kg/Ha
UREÉ 46%N	44
T.S.P. 46% P2O5	31
Fertilisation de couverture	
UREÉ 46%N	36

L'engrais de couverture doit être réparti sur 2 applications



ANNEXE5



ANNEXE6



ANNEXE7

Résumé

La culture des légumineuses associée aux céréales a un impact direct sur la teneur des sols en azote (résidus des cultures +nodosité racinaires) indispensable aux plante verte.

L'objectif de ce travail est de connaitre quel type de légumineuses et plus des adéquat. Cette expérience a été réalisée à La ferme pilote HAMADOUCHE Tlemcen, où les résultats ont montré que la culture mixte (lentille-blé) est malgré le résidu acceptable de l'azote dans le sol déconseillé car non pratique le tri des graine obtenus est possible donc la meilleure culture est elle les légumineuses fourragères avec céréales secondaires qui donne un fourrage excellent très riche et les semences moins chère.

Mot clés : Association, blé dur, lentille, azote, les légumineuses

Fourragères, céréales secondaires

ملخص

ان زراعة البقوليات (العدس) الممزوجة مع الحبوب (القمح الصلب) لها اثر مباشر على كمية النيتروجين التي تتركه في الارض و هو المادة الضرورية للنبات الاخضر

الهدف من هذه الدراسة :طبيعة النظام الزراعي المشترك (قمح- عدس) و مدى ناجعته, اجريت هذه التجربة في المزرعة النموذجية حما دوش تلمسان اين اظهرت النتائج ان البقوليات الغذائية(العدس) مشتركا مع (القمح) غير منصح بها رغم اننا تحصلنا على مقدار كبير من النيتروجين الا ان عزل الحبوب الناتجة عن الدرس غير ممكن لتعادل قطرها و غلاء سعرها لذا ينصح بزرع البقوليات العلفية مع الحبوب الثانوية الخاصة بتغذية الحيوان التي تعطي انتاج و فير و ثمن بذورها زهيد

الكلمات المفتاحية: الرابطة ، القمح الصلب ، العدس ، النيتروجين ، البقوليات العلفية , الحبوب الثانوية

Abstract

The cultivation of legumes (lentils) mixed with grains (durum wheat) has a direct effect on the amount of nitrogen left in the ground, which is the necessary substance for green plants.

The aim of this study: the nature of the combined agricultural system (wheat-lentils) and its effectiveness. Of nitrogen, but isolating the grain resulting from threshing is not possible due to its diameter and high price. Therefore, it is recommended to plant forage legumes with secondary grains for animal feed, which give abundant production and the price of their seeds is low.

Keywords: association, durum wheat, lentils, , nitrogen, forage legumes , secondary grains