



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

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

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences agronomiques

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : science agronomie

Spécialité : Protection des végétaux

Intitulé :

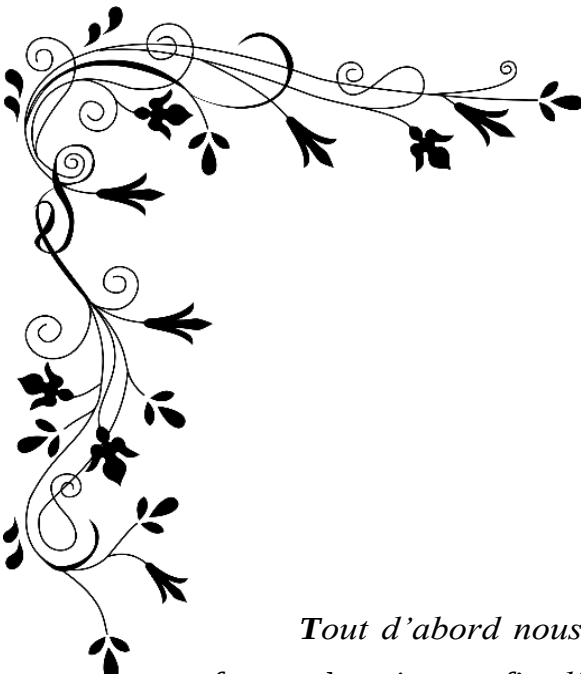
ETUDE DES CONTRAINTES ET PROBLÈMES PHYTOSANITAIRES DE LA
CÉRÉALICULTURE, DANS LA ZONE SEMI ARIDE.CAS DE BORDJ BOU
ARRERIDJ

Présenté par:

Ben Ahmed Samia & Fredj Alia

Soutenu le 11/ 06/ 2024, Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	Mme Loucif linda	M.A.B	Université de Bordj Bou Arreridj
Encadrant :	Mme Tekkouk Fatiha	M.A.B	Université de Bordj Bou Arreridj
Examineur :	M Khoudour Abdelmalek	M.A.A	Université de Bordj Bou Arreridj



Remerciements

*Tout d'abord nous remercions **Allah** le tout puissant de nous avoir donnés la force et la patience afin d'accomplir ce travail.*

*Puis nous tenons à remercier énormément notre encadreur Mme **Tekkouk Fatiha** pour ses précieux conseils, aides et efforts fournis durant toute la période de travail.*

Un très grand remerciement à nos chers parents qui ont été toujours présents à nos côtés, qui nous ont soutenus avec tous leurs sacrifices et encouragements.

Nous remercions tous les enquêtés qui ont répandu favorablement à notre questionnaire d'étude. Nous adressons également des remerciements aux Membres de jury, qui nous ont honorés en acceptant de juger ce travail.





Dédicaces

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :

*A mon cher mari **Berkane Saddam**, qui, sans son soutien inconditionnel et indéfectible, je n'aurai probablement jamais réussi à terminer ce travail à temps.*

*A mon bébé **Wassim Ouais** qui est la lumière de ma vie et la source de ma joie.*

A mes très chers parents : que j'ai toujours trouvé à mes côtés. Leurs présence est ma source d'inspiration et ma force pour affronter les différents obstacles.

*Que ce travail reflète ma gratitude et mon affection. A mes sœurs **Meriem, Khawla** et **Aya** : Puisse Dieu vous donner santé, bonheur, courage et, surtout, réussite.*

*A mon neveu le petit **Anes** que dieu le protège.*

A mes meilleures amies.

Et tous ceux qui m'ont aidé et contribué à ce modeste travail.

Samia





DEDICACE

Je dédie ce modeste travail : Aux êtres les plus chers à mon cœur

A ma source de tendresse, ma très chère mère

A mon symbole de la vie, mon cher père

Que Allah vous garde!

A mes chers frères et A mon adorable sœurs qui sont mon support toute heure...

*Tout comme je n'oublie pas mon frère, mon frère décédé, **Bahaa**, tu as laissé derrière toi un désir qui ne peut s'éteindre avec les années et un souvenir que la vie ne peut effacer. Que Dieu ait pitié de toi, autant que ton départ m'a peiné. Tu me manques.*

اللَّهُمَّ، اغْفِرْ لَهُ وَارْحَمْهُ وَعَافِهِ وَاعْفُ عَنْهُ، وَأَكْرِمْ نُزُلَهُ، وَوَسِّعْ مَدْخَلَهُ، وَاغْسِلْهُ بِالْمَاءِ وَالتَّلَجِ وَالْبَرْدِ، وَنَقِّهِ مِنَ الْخَطَايَا كَمَا نَقَّيْتَ الثَّوْبَ الْأَبْيَضَ مِنَ "الدَّنَسِ"، وَأَبْدِلْهُ دَارًا خَيْرًا مِنْ دَارِهِ، وَأَهْلًا خَيْرًا مِنْ أَهْلِهِ وَزَوْجًا خَيْرًا مِنْ زَوْجِهِ، وَأَدْخِلْهُ الْجَنَّةَ وَأَعِذْهُ مِنْ عَذَابِ الْقَبْرِ، أَوْ مِنْ عَذَابِ النَّارِ

À mes estimés professeurs, en particulier Mdm takkouk fatiha

Je tiens aussi à dédier ce travail et remercier du fond du cœur Mes amis et A l'ensemble de mes collegues sans exception

الحمد لله



Alia

TABLE DES MATIERES

Remerciements

Dédicaces

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

INTRODUCTION01

I/ GENERALITES SUR LES CEREALES

I.1/ IMPORTANCE ECONOMIQUE DES CEREALES

I.1.1. En Algérie.....03

I.1.1.1. Cas de la wilaya de Bordj bou Arreridj.....03

I.2/ CYCLE DE DEVELOPPEMENT DU BLE DUR.....03

I.3/ IMPACT DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE RENDEMENT DU BLE DUR04

I.3.1. Température04

I.3.2. Pluviométrie04

I.3.3. Accidents de végétation05

I.4. METHODE DE LUTTE CONTRE LES ENNEMIS DES CEREALES.....05

II/ PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

II.1. Milieu physique.....07

II.1.1. Localisation géographique.....07

II.2. Climat.....08

II.2.1. Caractéristiques climatiques de Bordj bou Arreridj.....08

III/ METHODES D'ETUDE

III.1. Méthodes13

III.2. Hiérarchie des contraintes dans les exploitations enquêtées13

III.3. Traitement des données14

IV/ RESULTATS ET INTERPRETATION

IV.1. Caractéristiques des superficies emblavées par espèce.....15

IV.2. Caractéristiques de la production céréalière par espèce.....16

IV.3 Influence des facteurs climatiques sur les facteurs céréaliers.....17

IV.4. Analyse des différents problèmes phytosanitaires existants dans les exploitations agricoles.....22

IV.4.1.Adventices céréalières dans les exploitations agricoles à Ain

Tagrout.....22

IV.4.2. La sécheresse.....23

IV.5. Caractéristiques des différents facteurs intervenant dans la lutte contre les rongeurs.....	25
IV.6. Influence des facteurs climatiques sur la pullulation de la merione de shaw.....	28
IV.7. Etude de l'indice d'avertissement (IA.).....	31
V/ DISCUSSION	
V.1. Superficies emblavée et production.....	34
V.2. Facteurs climatiques et les facteurs céréaliers.....	34
V.3. Mauvaises herbes.....	36
V.4. Sècheresse.....	36
V.5. Rongeurs.....	36
CONCLUSION.....	38

RÉFÉRENCES

Liste des tableaux

<u>Tableau IV.1</u>	Résultats de l'analyse statistique descriptive de la superficie emblavée de trois types de Céréale.....	15
<u>Tableau IV.2</u>	Matrice de corrélation (Pearson).....	15
<u>Tableau IV.3</u>	Résultats de l'analyse statistique descriptive de la production des trois espèces céréalières.....	16
<u>Tableau IV.4</u>	Matrice de corrélation.....	17
<u>Tableau IV.5</u>	Résultats de l'analyse statistique descriptive des facteurs climatiques et Céréalières.....	18
<u>Tableau IV.6</u>	Matrice de corrélation.....	19
<u>Tableau IV.7</u>	Analyse de la variance (Production (qx)).....	20
<u>Tableau IV.8</u>	Paramètres du modèle (Production (qx)).....	20
<u>Tableau IV.9</u>	Résultats de l'analyse statistique descriptive des superficies sinistrées du blé dur.....	24
<u>Tableau IV.10</u>	Résultats de l'analyse statistique descriptive des paramètres Climatiques et céréalières.....	24
<u>Tableau IV.11</u>	Résultats de l'analyse des différents facteurs impliqués dans la lutte Contre les rongeurs.....	25
<u>Tableau IV.12</u>	Matrice de corrélation (Pearson).....	26
<u>Tableau IV.13</u>	Statistiques descriptives des facteurs climatiques et de la surface Infestée	29
<u>Tableau IV.14</u>	Matrice de corrélation (Pearson).....	29
<u>Tableau IV.15</u>	Analyse de la variance des facteurs (Tmoy).....	29
<u>Tableau IV.16</u>	Analyse de la variance des facteurs (Jours de pluies).....	30
<u>Tableau IV.17</u>	Analyse de la variance de la surface infestée.....	30
<u>Tableau IV.18</u>	Paramètres du modèle de la (Surface infestée.....	30
<u>Tableau IV.19</u>	Indices d'avertissement calculés pour les différentes campagnes agricoles.....	32

Liste des figures

<u>Figure II.1</u>	Situation géographique de la région de BBA	7
<u>Figure II.2</u>	Evolution annuelle de la pluviométrie dans la région de BBA.....	9
<u>Figure II.3</u>	Evolution annuelle de la température dans la région de BBA.....	9
<u>Figure II.4</u>	Evolution annuelle de la température maximale.....	10
<u>Figure II.5</u>	Evolution annuelle de la Température minimale.....	10
<u>Figure II.6</u>	Diagramme ombrothermique de la région de BBA.....	11
<u>Figure II.7</u>	Localisation de la zone dans le Climatogramme d’Emberger.....	12
<u>Figure IV.8</u>	Représentation graphique de l’ACP des variables pour la Superficie emblavée de trois types de céréales.....	16
<u>Figure IV.9</u>	Représentation graphique de l’ACP des variables de Production de blé dur, tendre et d’orge.....	17
<u>Figure IV.10</u>	Représentation graphique de l’ACP des facteurs climatiques et céréaliers.....	20
<u>Figure IV.11</u>	Graphiques des moyennes des techniques culturales et facteurs sanitaires.....	21
<u>Figure IV.12</u>	Recouvrement moyen des espèces recensées au niveau des Exploitations agricoles.....	22
<u>Figure IV.13</u>	Recouvrement moyen des familles d’espèces au niveau des exploitations agricoles.....	23
<u>Figure IV.14</u>	Résultats de l'analyse en composantes principales des facteurs Impliqués dans la lutte contre les rongeurs des champs.....	26
<u>Figure IV.15</u>	Fréquence d'infestation par les rongeurs des champs dans les Communes de BBA	27
<u>Figure IV.16</u>	Répartition des agriculteurs dans les communes infestées.....	28
<u>Figure IV.17</u>	Variation de la surface infestée en fonction des paramètres Climatiques.....	31
<u>Figure IV.18</u>	Variation de l'indice d’avertissement (IA) en fonction de l'année.....	33

Introduction

Introduction

Les céréales couvrent en Algérie près de 80 % de la surface agricole utile (SAU). Les terres annuellement emblavées pour le blé dur représentent 3,6 millions d'hectares. De ce fait, le blé dur représente la spéculation alimentaire la plus importante pour une large part de la population algérienne (**Malk et al., 2000**).

En dépit de ces grandes superficies normalement suffisantes pour la consommation, la production céréalière reste faible en Algérie à cause d'une multitude des facteurs d'ordre scientifiques (variétés plus adaptées) et organisationnels. Aussi, la non pratique de l'irrigation dans ce domaine reste un des problèmes technique majeur (**Hazmoune,1995**).

Outre les difficultés dues à une gestion aléatoire, au changement continu du statut des terres agricoles et à la non maîtrise des techniques de production.

Une grande part de ces terres cultivées se trouve en zone semi-aride, ce qui soumet la culture du blé dur à plusieurs contraintes. En effet, La productivité agricole est limitée principalement par la sécheresse dans ces régions arides et semi-arides (**Mir et al.,2012**). Comme la zone méditerranéenne, est caractérisée par des précipitations irrégulières (**Habash et al.,2009**), le déficit hydrique et les températures élevées de fin de cycle, sont deux majoritaires contraintes influençant la culture de blé dur en Algérie (**Mekhlouf et al., 2006**). L'introduction des variétés à haut rendement a causé la disparition de nombreuses variétés Algériennes locales, caractérisées par leurs adaptations au milieu (**Bouzerzour,2006**).

Les céréales sont aussi sujettes aux attaques de plusieurs bio- agresseurs provoquant des dégâts importants qui influent sur les rendements ; et à de nombreuses maladies cryptogamiques qui occasionnent des pertes substantielles. La pression de ces maladies fongiques augmente, notamment avec le changement climatique qui a un effet direct sur les agents pathogènes (**Benizri,2021**).

Néanmoins, le développement des problèmes phytosanitaires ne dépend pas de la taille d'une plante, mais de sa faculté à résister aux facteurs extérieurs. Ainsi, le choix variétal, les conditions de croissance, le stade de la plante, etc., vont influencer la sensibilité des plantes aux pathogènes (**Kateb et Idder ,2017**).

Cette situation qui ne couvre que 25 à 30% des besoins nationaux (**Alem et Amrouche,**

2016) est aggravée par la croissance démographique sans cesse croissante. L'autosuffisance reste difficile à atteindre. Pour combler ce déficit estimé à 60 %, l'Algérie a recours aux importations des céréales qui représentent 38% des importations agricoles (**Belkacemi et Hadj Mahammed, 2022**).

Afin d'étudier les contraintes de la production céréalière dans la wilaya de Bordj bou Arreridj, en particulier les problèmes phytosanitaires qui affectent le blé dur, des enquêtes agronomiques ont été menées auprès des agriculteurs des exploitations agricoles ; aussi, des données ont été collectées au niveau de la direction des services agricoles sur les problèmes phytosanitaires existants et les statistiques agricoles.

Ce présent document est divisé en cinq chapitres :

Le premier chapitre est une synthèse bibliographique sur i) l'importance de la céréaliculture, notamment dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj ii) le cycle de développement du blé dur et l'impact de l'environnement sur son rendement iii) les méthodes de lutte disponibles.

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de la région d'étude sur ses aspects physiques.

Le troisième chapitre traite de la méthode suivie dans l'élaboration de notre travail. Cette démarche concerne la réalisation d'une enquête sur terrain, la collecte des informations et documents au niveau de la D.S.A, les traitements des données.

Le quatrième chapitre évoque l'ensemble des résultats obtenus à travers l'étude des caractéristiques des facteurs céréaliers, les paramètres qui influent sur les facteurs céréaliers, Analyse des différents problèmes phytosanitaires existants.

Le cinquième chapitre est consacré à la discussion des différents résultats sur la situation céréalière et sanitaire de blé dur.

Enfin, le document se termine par une conclusion générale.

Chapitre I :
Généralités sur les céréales

I.1.Importance économique des céréales

I.1.1. En Algérie

Selon **FAO state (FAO state, 2020)**, les rendements céréaliers sont très bas en Algérie et ne couvrent que 20 à 25% des besoins du pays comparativement à la moyenne mondiale. En effet, la production globale de céréales en 2021 est estimée à 3,5 millions de tonnes, ce qui est inférieur à la moyenne quinquennale, et environ 38 % de moins que l'année précédente (**FAO,2022**) ; alors que la consommation est estimée à 11,37 millions de tonnes de blé entre juillet 2020 et juin 2021 (**FAO,2022**). En 2022, la production annuelle a atteint environ 4,92 millions de tonnes, dont 3,3 millions de tonnes de blé. Celle de 2023 a diminué à 3.6 millions de tonnes 2021 (**FAO state, 2024**). Tan disque pour les stocks, ils ont augmenté de 5,6 millions de tonnes en 2017 à 6,7 millions de tonnes en 2020, mais ont diminué de 6 % pour atteindre 6,3 millions de tonnes en 2021, avec une chute à 5,1 millions de tonnes en 2022 (**Assoko T et Joel,2022**). De ce fait, l'Algérie a importé durant la campagne céréalière 2021/2022 (de juin à fin mai), 10.6 millions de tonnes de céréales contre 13,1 millions de tonnes durant la campagne 2020/2021(**FAO state, 2023**).

I.1.1.1. Cas de la wilaya de Bordj Bou Arreridj

La région couvre une superficie agricole totale de 245120 ha ; la superficie agricole utile (S.A.U) est de l'ordre de 185966 ha soit 75,86% des terres agricoles. La céréaliculture couvre une superficie estimée à plus de 69758.5 hectares, soit 37.5 % de la S.A.U. Quant au blé dur, il occupe une superficie estimée à 50313.85 ha soit 72% de la superficie totale. (**D. S. A, 2024**). Le rendement moyen avoisine 9,33qx/ha pour la période de 1990-2023 contre 16.4 qx/ha pour la moyenne nationale. Alors que la production moyenne est de l'ordre de 452 767q.

I.2. Cycle de développement du blé

Le cycle de développement du blé peut se subdiviser en 3 périodes : **La période végétative** comprend la **germination-levée**. La température minimum permettant la germination du blé est de 0°C. L'optimum thermique est compris entre 25-30° (**Gate ,1995**). La germination se traduit par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et de la coléoptile. La date de levée est définie par l'apparition de la première feuille vers la surface du sol (**Gate ,1995**). **La phase levée-tallage** se fait à partir du stade 3-4 feuilles, L'émergence de cette première talle de la gaine de la première feuille constitue le repère conventionnel du stade début tallage (**Gate ,1995**). **La montaison** se caractérise par

l'allongement des entre-nœuds et la différenciation des pièces florales. Pendant cette phase de croissance active, la demande en azote, eau et lumière est accrue (**Gate ,1995**). **L'épiaison** se caractérise par l'émission de l'épi hors de la gaine de la feuille étendard (**Gate ,1987**). Ce stade est très important sur le plan agronomique, du fait que la précocité de l'épiaison dans les zones semi-arides permet aux cultures d'éviter les sécheresses de fin de cycle. Ce caractère n'est toutefois pas recherché dans les zones des hauts-Plateaux d'Algérie, car il peut constituer un handicap à cause des gels tardifs. **La floraison** chez le blé se réalise en moyenne 8 jours après l'épiaison. La température étant le facteur le plus déterminant de la durée entre l'épiaison et la floraison (**Gate ,1995**). La précocité de la floraison, représente un facteur très important dans les environnements où les facteurs limitants hydriques et thermiques sont souvent une contrainte pendant la période de remplissage des grains (**Gate ,1987**). Durant la **période de formation et de maturation**, l'embryon se développe et l'albumen se charge de substances de réserve. La maturité physiologique a lieu quand il n'y a plus de migration de matière sèche vers le grain (**Gate ,1995**).

I.3. Impact de l'environnement sur le rendement du blé dur

I.3.1. Température

La bonne germination du blé dur a besoin d'un minimum de température de 3 à 5°C. Sa température optimale de développement se situe entre 16 et 25°C. Le blé est moins sensible à la température pendant sa phase végétative que pendant sa phase reproductive (**Gate ,1987**). Dans les zones arides et semi-arides d'altitude, le stress thermique peut intervenir même en début du cycle. L'effet des hautes températures au semis se manifeste par une réduction de la longueur de la coléoptile (**Hazmoune et Benlarbi, 2001**). Toutefois, les stress hydrique et thermique (gel et hautes températures) affectent le développement de la céréale tout au long de son cycle (**Bouzerzour et Monneveux, 1992**). En zone des hauts-Plateaux, les basses températures qui coïncident avec le stade floraison (gelées printanières) sont à craindre, car elles provoquent la coulure des fleurs. En revanche, les hautes températures sèches (vents chauds ou Sirocco), coïncident avec le stade remplissage des grains, provoquant l'échaudage qui affecte ainsi, le rendement et la qualité du grain.

I.3.2. Pluviométrie

Le déficit hydrique est par conséquent, le principal facteur limitant des rendements en céréales. En effet, la faiblesse des précipitations et leur distribution aléatoire se traduisent souvent par une situation de contrainte hydrique qui est présente pratiquement tout au long du

parcours du rendement du blé dur (**Benseddik et Benabdelli,2000**). En outre, les températures conjuguées aux pluies, conditionnent les besoins hydriques de la culture en agissant sur l'évapotranspiration potentielle (**Zouaoui et Bensaïd ,2007**). Pour Smadhi et Mouhouche (**Smadhi et Mouhouche ,2000**), le blé est le plus exigeant en eau durant ses phases critiques d'installation et de reproduction. Au moment du remplissage de grain, la plante a besoins d'une quantité importante sinon elle va avoir apparition des maladies physiologiques. Les apports naturels peuvent concourir à raison de 50 à 75% (250 à 350 mm), le reste doit être apporté sous forme d'irrigation quand cela est possible (**Benseddik,2000**).

I.3.3. Accidents de végétation

L'hygrométrie et les températures peuvent favoriser le développement des parasites responsables des pertes de rendement. Les maladies les plus importantes du blé dur en Algérie sont la rouille et la septoriose (**Sayoud et al.,1999**). Les autres sont présentes dans une moindre mesure (l'oïdium, l'échaudage, le piétin-verse, la fusariose et la tache helminthosporienne). D'autres insectes ravageurs des céréales causent également des dégâts importants sur le blé, telle que la Mérieux de Shaw (*Merione shawii*) (**Duvernoy, 1846**). En Algérie, cette espèce est classée comme fléau agricole par décret exécutif n° 95-387 du 28 novembre 1995, elle peut provoquer des pertes qui atteignent les 7 quintaux par hectare (**DUVERNOY-D.M, 1846**). Les connaissances sur l'écologie des rongeurs ou sur la structure des communautés en cultivé sont encore peu développées, quelques études, souvent ponctuelles, ont été menées en Algérie, tels que les travaux de Adamou (**Adamou, 2010**) ; (**Adamou et al, 2010**) qui ont permis d'appréhender quelques aspects de l'écologie et de la dynamique des rongeurs de différentes zones d'Algérie.

I.4. Méthode de lutte contre les ennemis des céréales

Une combinaison de méthodes agronomiques et de lutte chimique sur plusieurs saisons est la meilleure option pour limiter le risque des maladies et réduire significativement les populations de ravageurs. Le labour superficiel (**Simon et al, 1989**) est utilisé aussi comme méthode de lutte contre les adventices ; il permet aussi de rompre le cycle du pathogène. Le principe de l'alternance des cultures sur une même parcelle permet d'interrompre les cycles de reproduction et de développement des ravageurs et de contrôler certaines mauvaises herbes (**Gueffifa et al, 2021**).

Dans la région BBA, la jachère était en rotation avec le blé (**Benyassine, 1991**) ; (**Mazhar,**

1986). Pour la plupart des ravageurs, une séquence blé sur blé favorise le développement des maladies. Le choix de la variété est indissociable du choix de la date et de la densité de semis, qui ont à leur tour des conséquences sur le développement des parasites, des maladies et des adventices (**Viaux ,1999**). Plus le semis est dense, plus les conditions environnementales sont favorables aux maladies telles que la verse. Il est recommandé de semer entre le 10 et le 20 novembre (**Bouaziz, 1999**) pour éviter les effets de la sécheresse en fin de cycle et aussi pour éviter les attaques de cécidomyies au stade du tallage. En ce qui concerne la fertilisation azotée, plus la dose d'azote est élevée, plus le niveau de maladie est important, Car le champignon trouve un environnement idéal pour se développer. Un excès d'azote peut provoquer la verse. Le fractionnement des applications d'azote permet également d'éviter les problèmes de sur fertilisation en début de cycle, ce qui limite le risque de maladies foliaires chez le blé. Un insecticide est plus efficace lorsqu'il est appliqué au début de la saison des ravageurs. Lors de la gestion des applications de fongicides, il est important de tenir compte du stade de la culture, de la sensibilité de la variété et du niveau de contamination foliaire. Plusieurs espèces de mauvaises herbes servent de réservoirs ou d'hôtes intermédiaires pour les insectes, les nématodes, les virus et les maladies fongiques. Le meilleur moyen de lutter contre les mauvaises herbes est le désherbage précoce au stade 3 feuilles, qui permet au blé d'éviter la concurrence.

Chapitre II :
Présentation de la région d'étude

II.1. Milieu physique

II.1.1. Localisation géographique

La wilaya de Bordj Bou Arreridj s'étend sur une superficie de 3 920,42 km². Géographiquement, elle est comprise entre les latitudes Nord 36°4'60" et les longitudes Est 4°45'0" (**Figure 01**). Située sur les hauts plateaux Est du pays, elle s'étend sur l'axe Alger-Constantine et est limitée :

- Au Nord, Bejaia.
- A l'Est, Sétif.
- A l'Ouest, Bouira.
- Au Sud MSila. Son érection au rang de wilaya a abouti à la configuration actuelle : 34 communes, 10 daïras avec un taux d'encadrement moyen de 3 communes par daïra (A.N.D.I, 2014).

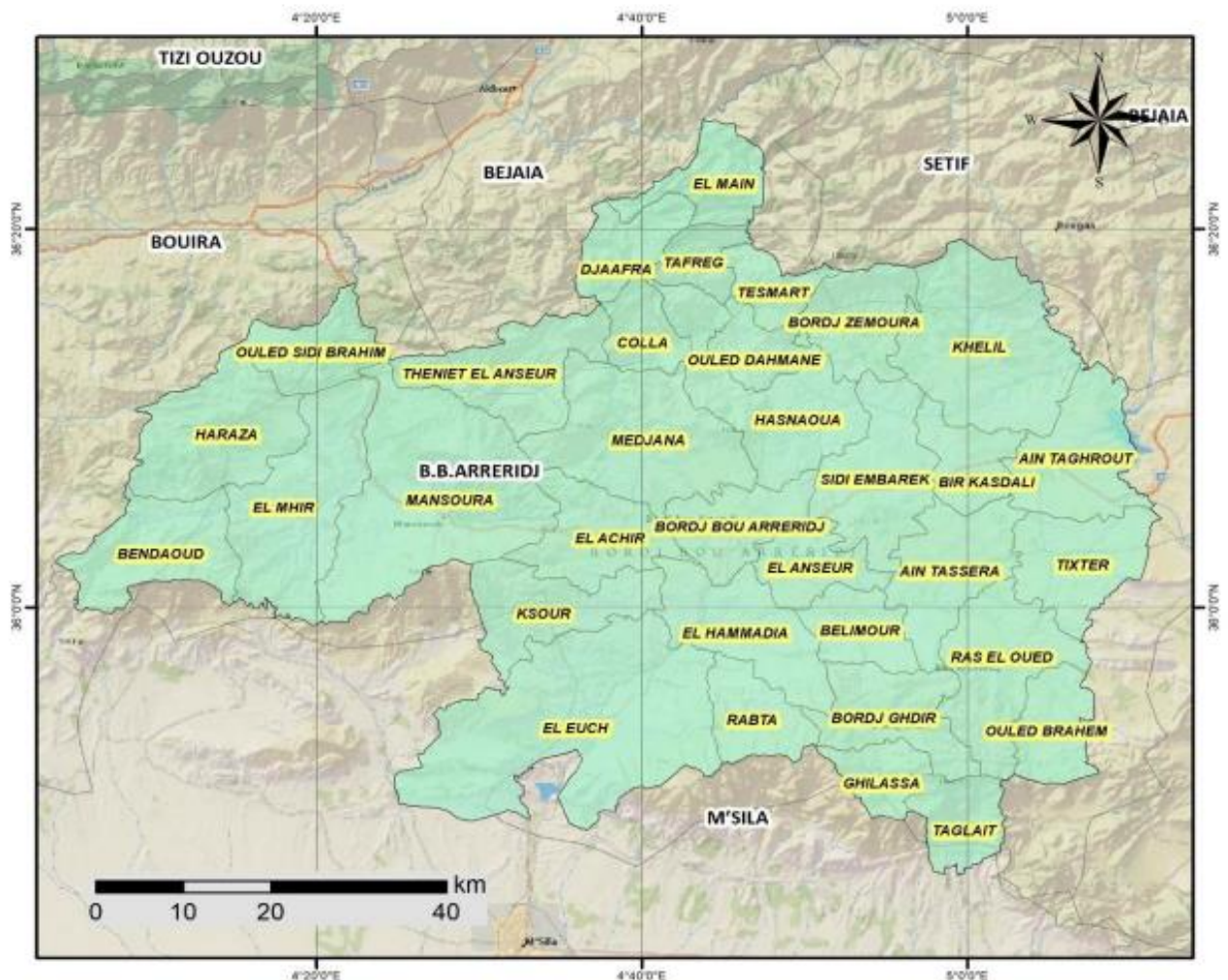


Figure 01 : Situation géographique de la région de Bordj Bou Arreridj (DSA, 2023).

II.2. Climat

II.2.1. Caractéristiques climatiques de Bordj Bou Arreridj

La wilaya se caractérise par un climat de type continental, semi-aride aux hivers rigoureux et aux étés secs et chauds. Cependant, il existe des contrastes pluviométriques liés à l'altitude entre les différentes stations de la wilaya. C'est au niveau des zones montagneuses que sont enregistrées les plus importantes précipitations (700 à 1 000 mm). Ailleurs, la pluviométrie est comprise entre 300 et 600 mm (**ANDI, 2013**). Cependant les chutes sont irrégulières, réparties sur une période courte de l'année et l'évaporation est souvent considérable (**ANDI, 2013**). Les températures se caractérisent par des oppositions entre les montagnes du Nord où les écarts sont faibles et les hautes plaines aux fortes variations diurnes saisonnières. Les gelées blanches sont fréquentes sur les hautes plaines qui constituent un facteur limitant de la production agricole. Les vents les plus fréquents sont d'origine Nord-ouest pendant une plus grande partie de l'année, tandis que les vents venus du Sud (Sirocco) sont signalés en été (**ANDI, 2013**).

Afin de caractériser au mieux le climat de notre région d'étude, on a jugé utile d'étudier les principaux facteurs à savoir la pluviométrie et la température. En effet l'évolution des précipitations est l'un des indicateurs naturels fiables de prévisions de la production céréalière dans la région.

Les données utilisées sur une période de 34 ans (1990-2023) (**DSA, 2021**) sont indiquées dans l'**annexe A3**.

II.2.1.1. Précipitations

La figure 2 montre la variation des précipitations annuelles (1990-2023). La quantité la plus élevée a été enregistrée en 1996 avec 868,7 mm. Par contre, les années hydrologiques 1999 et 2013 qui sont caractérisées par les plus faibles précipitations, soit 122,1 mm et 141 mm, sont les années les plus sèches. Sur une période de 33 ans, les précipitations cumulées sont de l'ordre de 371,38 mm. Le graphique montre que les précipitations ont tendance à diminuer. Ainsi, les tranches de précipitations reçues depuis 2005 sont inférieures à 450 mm ; les apports naturels (précipitations) sont compris entre 141 mm et 445 mm, ce qui signifie que les besoins en eau des céréales ont été insuffisants au cours des vingt dernières années (2005-2023). On peut conclure que les apports en irrigation sont importants dans la région de Bordj Bou Arreridj.

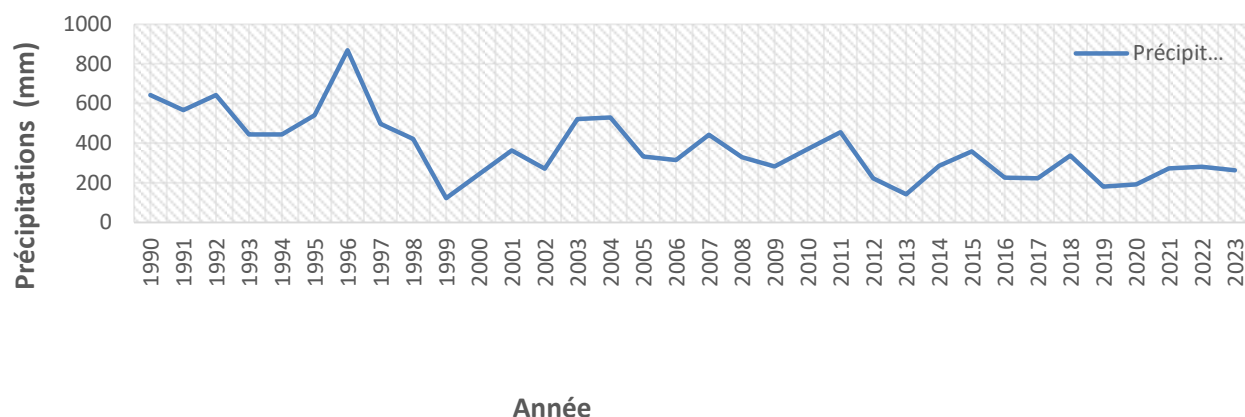


Figure 2 : Evolution annuelle de la pluviométrie totale dans la région de Bordj Bou Arreridj (1990-2023).

II.2.1.2. Températures

La figure 3 montre la variation de la température moyenne d'une année à l'autre. Le maximum en 2021 est environ 21,6°C. La valeur la plus basse a été enregistrée en 1992 avec 11,5°C. Sur une période de 34 ans, la température moyenne totale est d'environ 17,60°C. Les températures extrêmes ont un impact plus important sur la végétation que les températures moyennes, à moins qu'elles ne soient exceptionnelles et de courte durée.

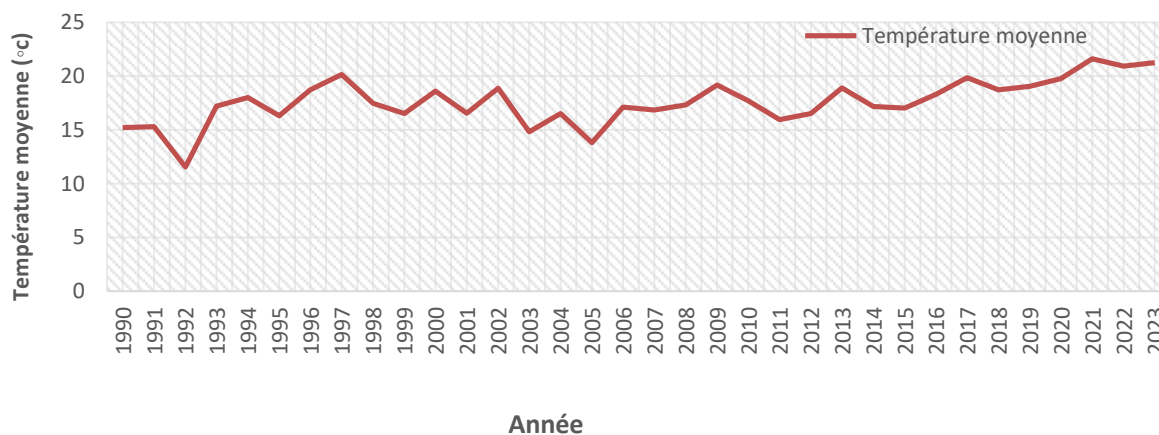


Figure 3 : Evolution annuelle de la température moyenne dans la région de Bordj Bou Arreridj (1990-2023).

L'analyse des températures sur la période étudiée (1998-2022) montre que 2012 est l'année la plus chaude avec une température maximale moyenne annuelle de 47°C, tandis que 2020 est l'année la plus froide avec une température minimale moyenne annuelle de -0,1°C (Figures 4, 5).

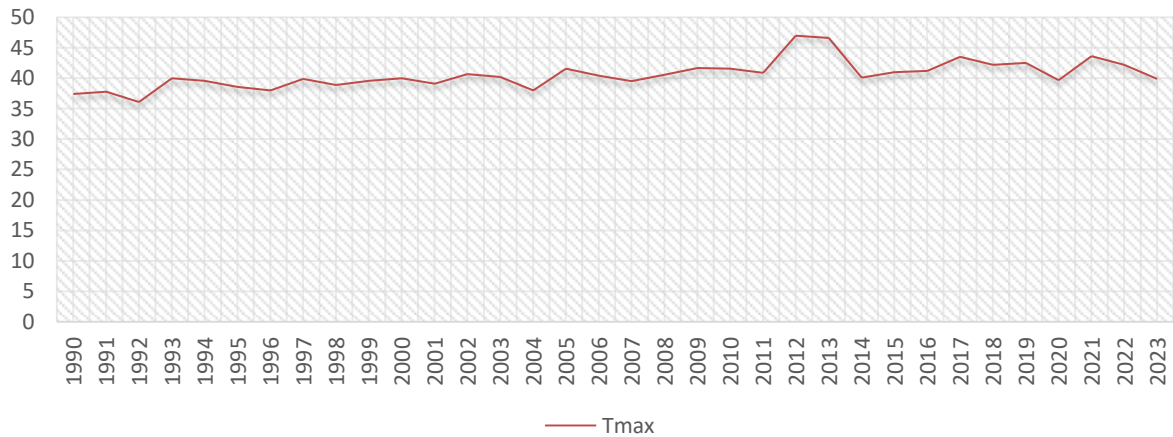


Figure 4 : Evolution annuelle de la température maximale moyenne dans la région de Bordj Bou Arreridj (1990-2023).

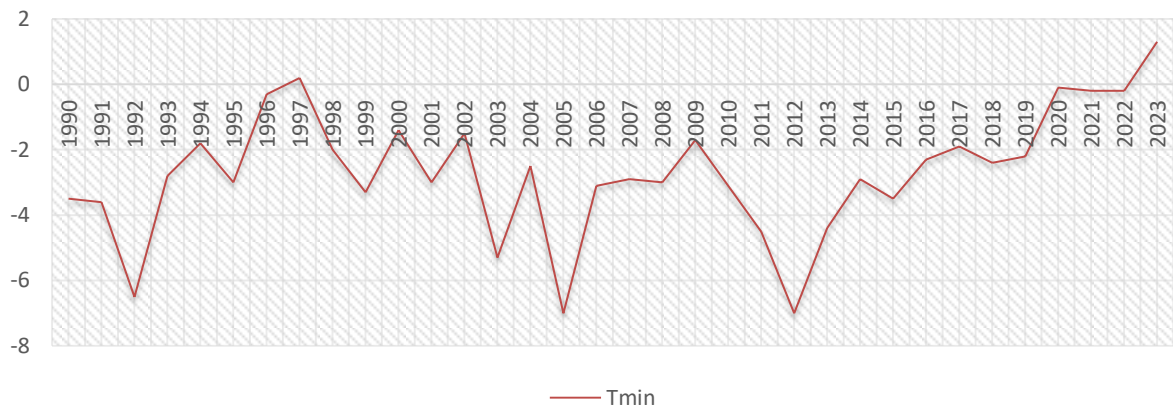


Figure 5 : Evolution annuelle de la Température minimale moyenne dans la région de Bordj Bou Arreridj 1990-2023).

II.2.1.3. Diagrammes ombrothermique

L'examen du diagramme ombrothermique montre que la période sèche dans la région est très prononcée, avec cinq mois ou plus de sécheresse de la mi-mai à la mi-octobre (**Figure6**).

Cette période est considérée comme critique et ses effets sur les paramètres de végétation et de production peuvent être graves, d'où la nécessité d'une irrigation d'appoint ou de complément.

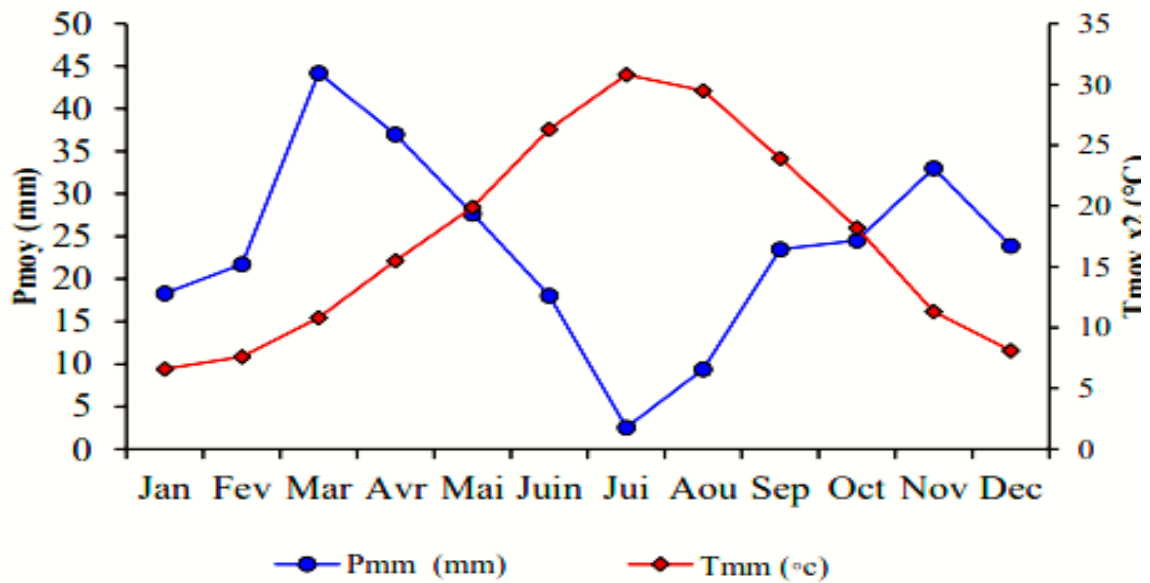


Figure 6 : Diagramme ombrothermique de la région de Bordj Bou Arreridj.

II.2.1.4. Quotient pluviométrique d'Emberger et climagramme d'Emberger

Il est particulièrement adapté aux régions méditerranéennes, où il peut être utilisé pour distinguer les différents stades climatiques (**Dajoz, 1971**) : $Q_2 = 3,43 P/(M-m)$; pour évaluer l'aridité des régions méditerranéennes. Plus la valeur est faible, plus le climat est sec.

Pour une période de 25 ans, le régime pluviométrique d'Emberger est compris entre 9,05 et 62,34. La variabilité interannuelle du Q_2 pour la période 1998-2023 montre que 2006 est l'année la plus humide avec un total annuel de 783,37 mm de précipitations, tandis que 1999 est l'année la plus sèche (113,25 mm). Ce coefficient montre une variabilité de 38% (**Boulghobra et Benhoumeur, 2022**). (Annexe A1). Selon les résultats, le climagramme montre que la région de Bordj Bou Arreridj appartient à la zone aride froide (**Figure 07**).

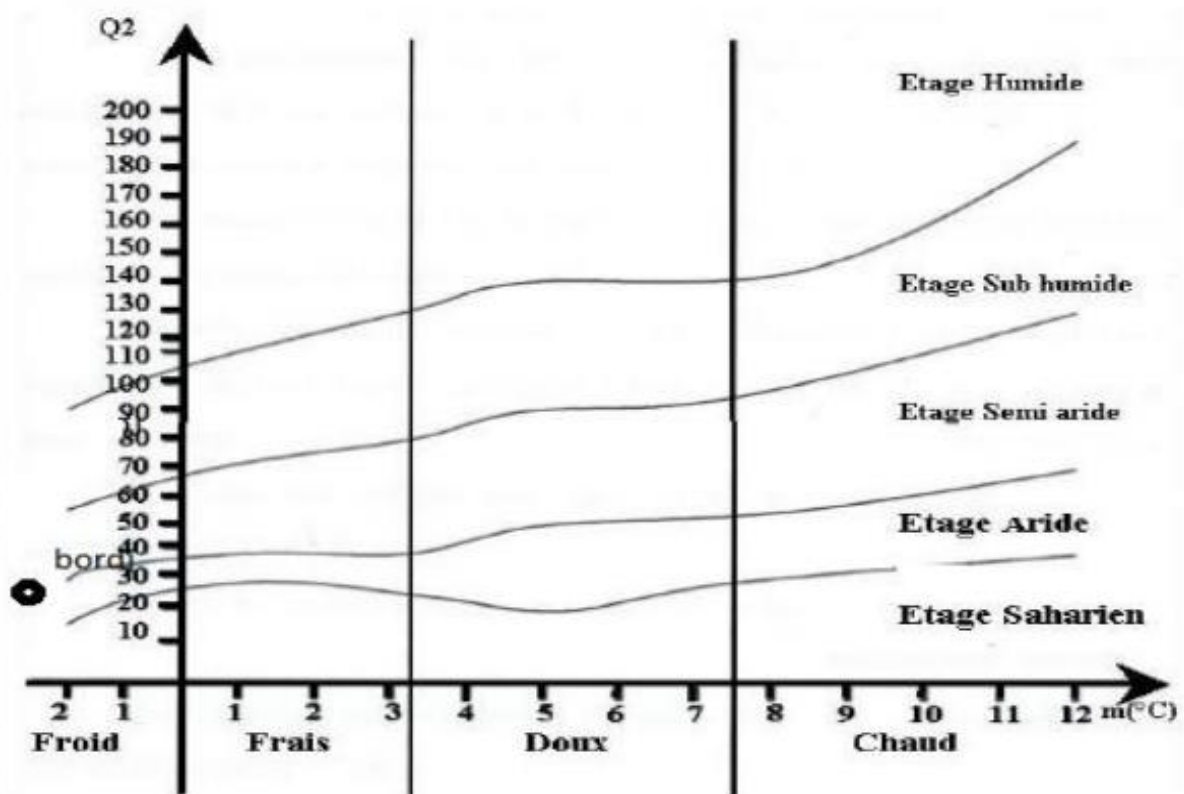


Figure 07 : Localisation de la zone de Bordj Bou Arreridj dans le Climatogramme d'Emberger (1990-2023).

Chapitre III : Méthode d'étude

III.1. Méthode

L'étude des contraintes du blé dur, en particulier les problèmes phytosanitaires dans la région de Bordj bou Arreridj, a été basée sur la collecte de données auprès de la direction des services agricoles (problèmes phytosanitaires et statistiques agricoles). Les données collectées sont présentées dans les annexes A2, A3 et A4. Un guide d'enquête a été conçu pour identifier les accidents végétatifs, en particulier les problèmes phytosanitaires existants dans les exploitations agricoles enquêtées (Annexe A).

Les exploitations céréalières (blé dur, blé tendre, orge et avoine), qui sont en nombre de dix sont situées dans la commune d'Ain Taghrout (**Annexe A**). C'est une zone des hautes plaines, qui occupent la plus grande superficie et qui bénéficient d'une pluviométrie assez bonne, comprise entre 400 et 600 mm, sauf en période de sécheresse. Elles sont drainées par plusieurs cours d'eau, qui ne sont pas permanents et restent sec pendant l'été (**Annani,2013**).

Les plus grandes surfaces agricoles sont situées dans les communes de Medjana Khelil, Ain Tassera, Tixter et Ain Taghrout, où la culture des céréales est l'activité principale. Les exploitations enquêtées ont une superficie moyenne d'environ 38 ha ; le rendement moyen est d'environ 5,76 qx/ha.

Les sorties de mois de Février et Avril ont coïncidé avec les stades de tallage et de préfloraison de la culture du blé. Les observations sur le champ de culture n'ont révélé aucun symptôme de maladies foliaires ou d'insectes. Les agriculteurs utilisent des méthodes de prévention avant l'infection pour éviter la propagation de la maladie en utilisant des semences saines et des variétés résistantes. Les variétés utilisées pour le blé dur sont Oued bared, Vitron, Bousselam R1 et Simeto. Il s'agit de variétés semi-précoces et précoces qui sont recommandées. Dans l'ensemble, elles sont résistantes aux maladies fongiques et sont également résistantes au froid, à la verse et à la sécheresse (**Deghais, et al 1999**).

III.2. Hiérarchie des contraintes dans les exploitations agricoles

Selon la hiérarchie des contraintes, les agriculteurs ont indiqué l'existence de trois contraintes principales qui entravent le bon développement des céréales, telles que la sécheresse, les mauvaises herbes et les rongeurs.

Le shaw-merion (*Meriones shawi*), est la principale espèce de rongeurs nuisibles aux céréales (**Adamou,2010**). Les vastes champs de la région de BBA ont montré une présence significative de cette espèce au cours de la dernière décennie (**D.S. A ,2024**). L'évaluation décennale (2014-2023) a révélé une zone infestée de 810 ha, correspondant à 14 communes

touchées par ce fléau où sont cultivées des céréales avec 340 exploitations agricoles. Ce problème phytosanitaire a été traité au Bonitrat de décembre à mars (**D.S. A ,2024**).

En ce qui concerne les mauvaises herbes, la plupart des agriculteurs utilisent à la fois des méthodes préventives et des méthodes chimiques pour les contrôler. La méthode préventive est une application par rotation qui est rarement utilisée ; le travail du sol qui est effectué contribue à réduire les mauvaises herbes. Les agriculteurs utilisent la méthode chimique pour réduire rapidement la propagation des mauvaises herbes. Les données recueillies sont présentées dans **l'annexe A5**.

III.3. Traitement des données

Les données collectées sont présentées sous forme de graphiques et appuyées par une analyse descriptive (valeurs moyennes, écarts types, etc.) (**Dagnelie , 1973**). Cette analyse permet de quantifier la variabilité de certaines valeurs des facteurs agricoles (superficie, production et rendement, infestation), car ils ont souvent un effet déterminant sur certaines caractéristiques des paramètres céréaliers dans la zone d'étude.

Une analyse de variance à un facteur a également été utilisée pour tester les différences significatives entre les moyennes de chaque caractère agricole, de la production, de la superficie ensemencée, de la récolte, du rendement et des facteurs phytosanitaires.

L'analyse en composantes principales (ACP) a été utilisée pour visualiser les corrélations entre les variables et pour l'utilisation ultérieure de ces facteurs dans des méthodes de modélisation telles que la régression linéaire.

Pour ces traitements statistiques, on a utilisé le logiciel XLSTAT, version 2023.3.1 (1416).

Chapitre IV :
Résultats et Interprétation

IV.1. Caractéristiques des superficies emblavées des espèces (blé dur, blé tendre et orge) (2018-2023).

Les données relatives à l'analyse des superficies emblavées sont présentées à l'annexe A2. Les résultats de l'analyse descriptive montrent que le blé dur a la plus grande superficie emblavée, avec une valeur moyenne de 54759,550 ha. Cette valeur varie entre un maximum de 59235,00 ha et un minimum de 46693,30 ha. Les écarts types sont très variables, ce qui indique la variabilité entre les superficiesensemencées des trois espèces. Toutefois, c'est la superficie emblavée en blé dur qui présente la plus grande variabilité d'une année à l'autre (tableau 1).

Tableau 1 : Résultats de l'analyse statistique descriptive de la superficie emblavée de trois types de céréales (blé dur, blé tendre et orge).

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Blé dur (ha)	46693,30	59235, 00	54759,5	4886,99
Blé tendre	4560,00	6183,00	5444,15	549,63
ha)				
Orge (ha)	11676,00	14395,00	13427,71	1216,32

Les résultats de la matrice de corrélation montrent une variation irrégulière de la superficie emblavée, ce qui se traduit par les coefficients de corrélation suivants (0,64,-0,34) (tableau2).

Tableau 2 : Matrice de corrélation (Pearson)

Variable	Blé dur (ha)	Blé tendre (ha)	Orge (ha)
Blé dur (ha)	1	0,64	-0,007
Blé tendre (ha)	0,64	1	-0,34
Orge (ha)	-0,007	-0,34	1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

IV.1.1 Résultats de l'analyse en composantes principales pour la superficieensemencée de trois céréales (blé dur, blé tendre et orge)

Les résultats montrent que les deux premiers axes générés par l'analyse des correspondances expliquent 90,86% de la variance. Le premier axe (taux d'inertie de 57,72%) identifie les principales corrélations positives entre les deux espèces de blé. L'orge se situe à l'opposé de l'axe (**Figure 8**).

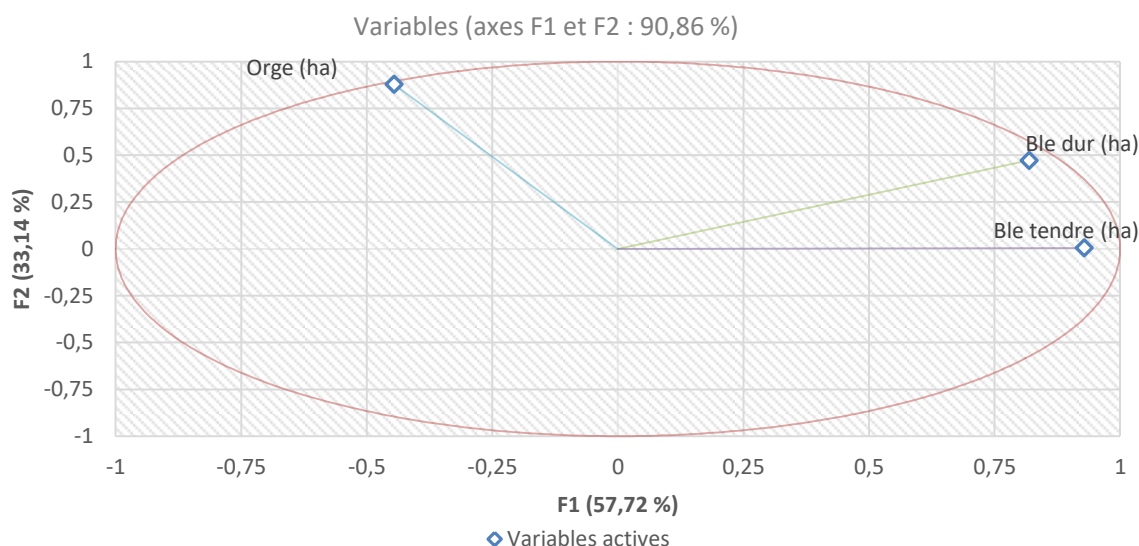


Figure 8 : Représentation graphique de l'analyse en composantes principales des variables (superficie ensemencée en blé dur, blé tendre et orge).

IV.2. Caractéristiques de la production céréalière par espèce (blé dur, blé tendre et orge) (2018- 2023)

Les données pour l'analyse de la production sont présentées dans l'annexe A2.

Les résultats des mesures montrent que l'orge a une production moyenne de 498652,283 quintaux par rapport aux autres espèces. Cette moyenne varie entre un maximum de 2444453,00 et un minimum de 664,200. Les écarts types sont très variables, ce qui indique que la production varie d'une espèce à l'autre. L'orge a la valeur la plus élevée des écarts types, ce qui indique une grande variabilité de la production d'une année à l'autre (**tableau 3**).

Tableau 3 : Résultats de l'analyse statistique descriptive de la production des trois espèces céréalières (blé dur, blé tendre et orge).

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Blé dur (ha)	17290,200	800922,000	475055,950	335813,116
Blé tendre (ha)	1694,500	86840,000	50327,583	38250,626
Orge (ha)	664,200	2444453,000	498652,283	956901,900

Les résultats de la matrice de corrélation montrent une variation irrégulière de la production, qui se traduit par les coefficients de corrélation suivants (0,48,0,99) (**tableau 4**).

Tableau 4 : Matrice de corrélation (Pearson)

Variables	Blé dur (ha)	Blé tendre (ha)	Orge (ha)
Blé dur (ha)	1	0,991	0,548
Blé tendre (ha)	0,99	1	0,479
Orge (ha)	0,54	0,479	1

Valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

IV.2.1. Résultats de l'analyse en composantes principales pour la production des trois céréales (blé dur, blé tendre et orge)

Les résultats de l'ACP montrent que les deux premiers axes générés par l'analyse des correspondances expliquent 99,82% de la variance. Le premier axe (taux d'inertie de 79,18%) identifie les principales corrélations positives entre les espèces (**Figure 9**).

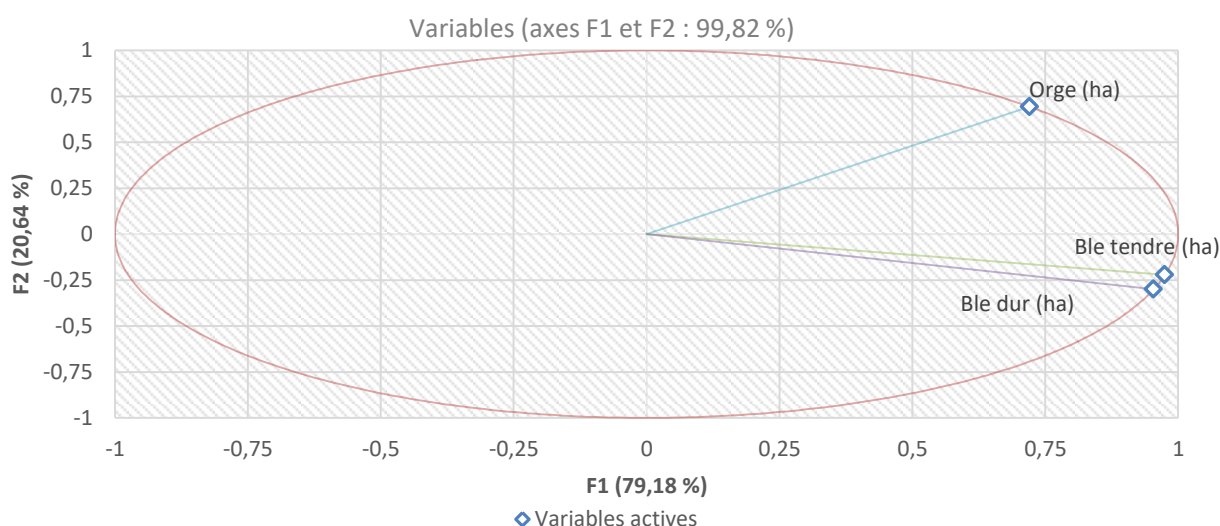


Figure 9 : Représentation graphique de l'analyse en composantes principales des variables (production de blé dur, de blé tendre et d'orge).

Durant cette période (2018-2023), l'orge prend la première place en termes de production par rapport au blé dur, qui a la plus grande surface emblavée. Ces résultats pourraient s'expliquer par la capacité de l'orge à couvrir le sol plus rapidement, ce qui lui permet de résister à la concurrence des adventices, et sa moindre sensibilité aux prédateurs.

IV.3 Influence des facteurs climatiques sur les facteurs céréaliers : le cas du blé dur (1990-2023)

Les données pour l'analyse de ces facteurs sont présentées dans l'annexe A3.

Les résultats de l'analyse descriptive montrent qu'au cours des trente-quatre dernières

années (1990-2023), la superficie moyenne emblavée en blé dur est de 57293,391 ha. Cette valeur moyenne varie entre un maximum de 72037,00 ha et une réduction minimale de la superficie totale de 12405,00 ha. L'écart-type est élevé, ce qui explique la variabilité de la superficie d'une année à l'autre (**Tableau 5**).

La superficie moyenne récoltée est de 48594,99 ha. Elle représente 84% de la superficie moyenne ensemencée. Cette moyenne varie entre un maximum de 77350,00 ha et un minimum de 3597,00 ha enregistré en 2023. L'écart-type a une valeur élevée, ce qui explique la variabilité de la superficie d'une année à l'autre (**Tableau 5**).

La valeur moyenne de la production est de 452767,462 quintaux. Cette valeur moyenne varie entre un maximum de plus d'un million de quintaux, soit 1026124,00 quintaux en 2013, et un minimum de 17290,20 quintaux en 2023, ce qui est considéré comme la plus faible production de blé dur enregistrée au cours des trente-quatre dernières années. L'écart-type montre une grande variabilité de la production d'une année sur l'autre (**Tableau 5**).

Le rendement moyen est de 9,33 quintaux par hectare. Cette valeur moyenne varie entre un maximum de 18,49 quintaux par hectare, considéré comme le rendement le plus élevé, et un minimum de 0,32 quintal par hectare, considéré comme inférieur au taux d'ensemencement (1,8 q/ha). L'écart-type est très faible, ce qui explique la très faible variabilité des rendements d'une année à l'autre (**Tableau 5**).

Les rendements enregistrés (**Annexe A3**) sont encore bien inférieurs aux rendements internationaux et nationaux. Ils restent cependant faibles par rapport aux objectifs et aux besoins nationaux, puisque l'autosuffisance en ces produits nécessite au minimum un rendement moyen de 30 à 35 q/ha pour le blé dur et le blé tendre.

Tableau 5 : Résultats de l'analyse statistique descriptive des facteurs climatiques et céréaliers (cas du blé dur) (1990-2023).

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Jours de pluies	28	77	51,5	14,294
Tmax	36,1	47	40,579	2,297
Tmin	-7	1,3	-2,688	1,934
superficiel emblavée ha)	12405	72037	57293,391	9841,61
superficiel récoltée(ha)	3597	77350	48594,99	19503,18
Production (qx)	17290,2	1026124	452767,462	309200,54

Rendement(qx/ha)	0,32	18,494	9,332	4,98
------------------	------	--------	-------	------

Les résultats de la matrice de corrélation montrent des corrélations significatives entre les facteurs climatiques (jours de pluie, Tmax et Tmin) et les facteurs céréaliers, notamment la production avec la pluviométrie ($r=0,42$) et les températures (0,44 et -0,37) qui sont des facteurs limitants de la production céréalière ; la superficie emblavée est en corrélation avec la pluviométrie et la production ($r=0,37$). Il existe une forte corrélation entre le rendement et la production ($r=0,71$) et une corrélation entre la superficie ensemencée et la superficie récoltée ($r=0,56$) (**Tableau 6**).

Tableau 6 : Matrice de corrélation

Variables	Jours de pluies	Tmax	Tmin	superficiel emblavée (ha)	superficie récoltée (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
Jours de pluies	1	-0,136	-0,382	0,374	0,259	0,426	0,239
Tmax	-0,136	1	-0,123	0,088	0,099	0,339	0,364
Tmin	-0,382	-0,123	1	-0,243	-0,47	-0,375	-0,232
superficiel emblavée (ha)	0,374	0,088	-0,243	1	0,563	0,37	-0,179
superficie récoltée (ha)	0,259	0,099	-0,47	0,563	1	0,677	0,348
Production (qx)	0,42	0,34	-0,37	0,37	0,677	1	0,714
Rendement (qx/ha)	0,239	0,364	-0,232	-0,179	0,348	0,714	1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

IV.3.1 Résultats de l'analyse en composantes principales : Facteurs climatiques et céréaliers (cas du blé dur) (1990-2023).

Les résultats montrent que les deux premiers axes générés par l'analyse des correspondances expliquent 63,31% de la variance. Le premier axe (taux d'inertie de 42,64%) montre les principales corrélations positives entre les facteurs climatiques et les facteurs culturels. La température minimale est en sens inverse de l'axe (**Figure 10**).

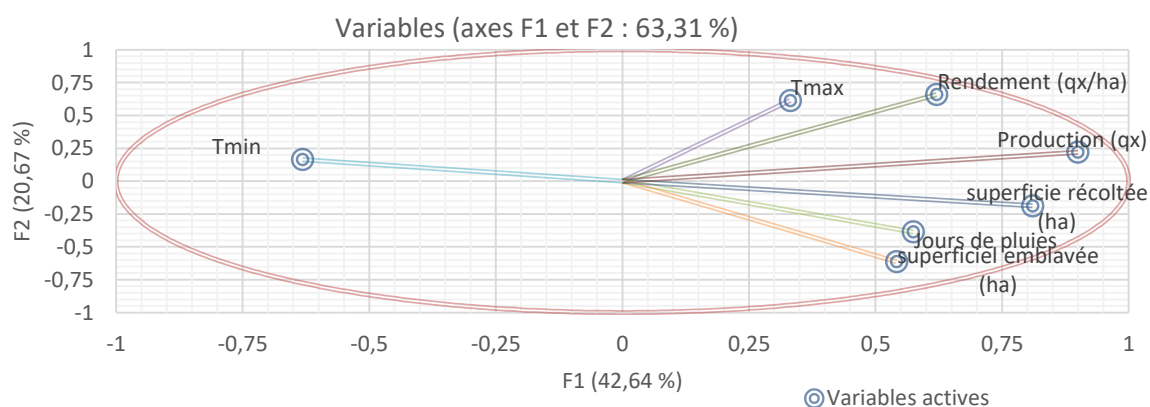


Figure 10 : Représentation graphique de l'analyse en composantes principales des variables (facteurs climatiques et céréaliers).

IV.3.2 Régression linéaire pour prédire la production de blé dur. Modèle basé sur 34 années de production (1990-2023)

Les résultats de l'analyse de la variance montrent une différence très significative pour ce paramètre (Production) ($F = 16,89$, 3 ddl, $P < 0,0001$) (Tableau 7).

Tableau 7 : Analyse de la variance (Production (qx))

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	3,000	1981903646777,500	660634548925,834	16,895	<0,0001	***
Erreur	30,000	1173060674788,020	39102022492,934			
Total corrigé	33,000	3154964321565,520				

Tableau 8 : Paramètres du modèle (Production (qx))

Modèle	Valeur	Coefficient du modèle	Khi2 de Wald	Pr > khi2
Constante	-130172	644638,935	-3,304	0,002
Jours de pluies(JP)	7023,599	2529,372	2,777	0,009
Température maximale(Tmax)	44104,39	15277,461	2,887	0,007

Codes de signification : $0 < * < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ^\circ < 1$**

Les résultats (Tableau 6,8) statistiques montrent une forte corrélation significative entre la production et les facteurs climatiques (Jp : $P < 0,009$, $r = -0.42$; Tmax : $P < 0,007$, $r = 0.34$). La

régression de la variable production a montré que 63 % (coefficient d'ajustement : $R^2=0,63$) de la variabilité de la production est expliquée par Tmax et Jp qui apportent une quantité significative d'informations. Leur contribution au modèle est significative ($p<0,0001$, DDL=3,). Leur introduction améliore le modèle(AIC=832,98).

Le modèle développé pour prédire la production de blé dur a montré que ce paramètre est lié à la pluviométrie et à la température maximale qui ont une contribution positive. Le climat influence les rendements, mais il n'est pas le seul facteur. Les techniques culturales, les semences, les traitements phytosanitaires et la fertilisation sont également des facteurs qui influencent la productivité.

Les techniques culturales représentent le facteur essentiel à respecter pour augmenter le rendement et améliorer la production. Elles sont à l'origine de la limitation des rendements du blé. Certaines pratiques sont faiblement utilisées malgré leur importance. Les résultats des graphiques des moyennes montrent que la majorité d'agriculteurs dans la région de BBA pratiquent des techniques culturales telles que le roulage (74%), le désherbage chimique (89%), le labour de fond (100%), fertilisation azotée (81%), et la fertilisation de fond (80%), tandis que l'hersage, il est très faiblement utilisé par les agriculteurs (7.14%) (a, b, c, d, e, f).

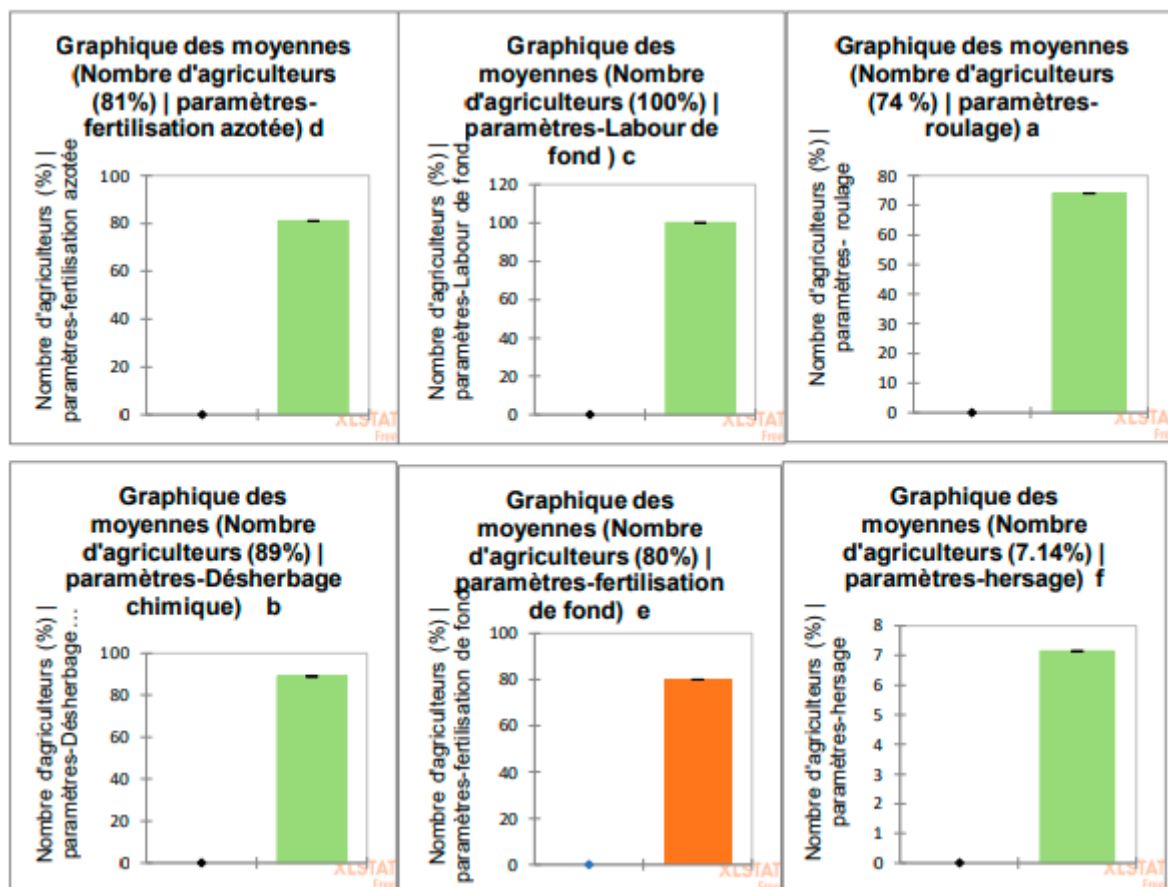


Figure 11 : Graphiques des moyennes des techniques culturales et facteurs sanitaires

Ces résultats montrent que tous les agriculteurs appliquent obligatoirement le labour et le semis, mais la fertilisation, l'utilisation des produits phytosanitaires et les désherbants dépendent des capacités financières de chaque agriculteur.

IV.4. Analyse des différents problèmes phytosanitaires existants dans les exploitations agricoles

IV.4.1. Adventices céréalières dans les exploitations agricoles à Ain Tagrout

IV.4.1.1. Composition floristique

La liste des espèces recensées dans les exploitations agricoles est présentée dans l'**annexe A5**. La flore adventice des céréales recensée dans les exploitations agricoles comprend 10 espèces appartenant à 8 familles botaniques, dont la majorité sont des dicotylédones. Le recouvrement total des adventices est estimé à moins de 30%.

IV.4.1.2. Recouvrement moyen des espèces recensées et familles dans les exploitations agricoles

La **figure 12** montre que le brome est le plus répandu par rapport aux autres espèces avec une proportion de 22%. Le brome est une plante monocotylédone annuelle qui appartient à la famille des poacées. La famille botanique des Poaceae domine la flore des céréales avec un recouvrement de 28% (**figure 12**).

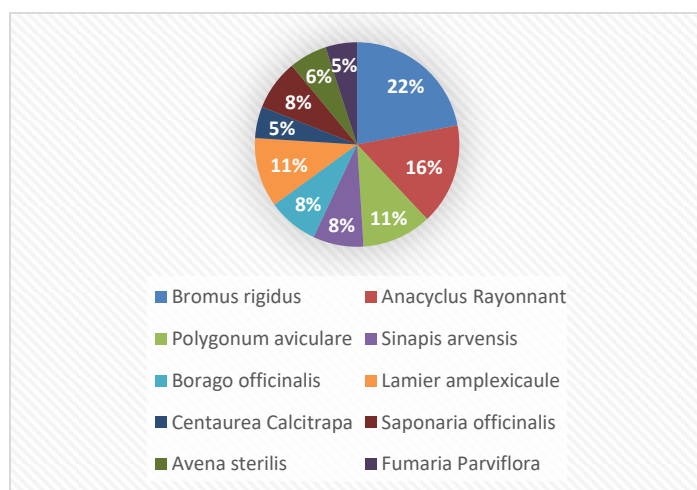


Figure 12 : Recouvrement moyen des espèces recensées au niveau des exploitations agricoles.

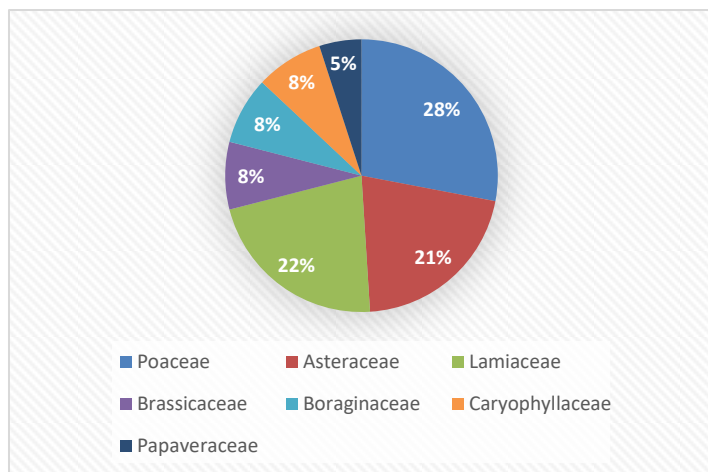


Figure 13 : Recouvrement moyen des familles d'espèces au niveau des exploitations agricoles.

La présence de poacées au milieu d'une culture comme les céréales d'hiver (même famille botanique) entraîne des phénomènes de compétition plus complexes en termes d'eau, de nutriments et d'espace, et rend également plus difficile toute lutte chimique ou culturale contre ces adventices.

Les herbicides souvent utilisés par les agriculteurs sont Floramix, Dialen super et bien d'autres. Il est recommandé d'appliquer les herbicides dès les premiers stades de la croissance de la culture, certaines exploitations commençant au stade de 1 et 2 feuilles, mais de préférence au stade de 3 feuilles. Le contrôle tardif des mauvaises herbes peut s'avérer moins efficace car certaines espèces sont plus difficiles à contrôler à un stade avancé de leur développement. Il est donc essentiel de lutter contre les mauvaises herbes dès leur apparition afin d'empêcher leur propagation et de minimiser leur impact sur la culture céréalière.

IV.4.2. Etude de la sécheresse

La sécheresse se caractérise par un déficit. Il s'agit d'une période, qui peut varier du mois à l'année, voire dans des cas extrêmes, à plusieurs années, durant laquelle les précipitations sont inférieures à la normale. Elle peut être modérée ou prononcée selon la quantité de pluie par rapport à la valeur de référence et aux besoins de la plante et selon son effet sur le rendement de la culture par rapport à la moyenne de la zone considérée (**Palmer, 1965**) ; (**Boken, 2005**) ; (**Keyantash, et Dracup, 2002**).

Les résultats de l'analyse (**Tableaux 9 et 10**) montrent que sur un épisode de six années, la superficie moyenne sinistrée du ble dur est de l'ordre de $8489,20 \pm 0,91$ ha. Cette valeur oscille entre un maximum de 41773,00ha enregistré en 2023, soit 89,46% de la superficie

emblavée et un minimum de 1ha enregistré en 2022. La superficie totale sinistrée (toutes céréales confondues) au cours de la même période est de l'ordre de 42448,46 ha, soit 63,23% de la superficie totale ensemencée qui est de l'ordre de 67125,8 ha.

La quantité de pluie moyenne enregistrée durant la même période est de l'ordre de $237,79 \pm 0,91$ mm répartie sur un nombre de jours moyen de $29 \pm 0,91$ j. Cette valeur est inférieure à la valeur de référence qui caractérise la région de BBA soit 361.1mm d'eau par an, elle est inférieure aussi aux besoins des céréales qui sont compris entre 450 et 650 mm par an (**Baldy,1974**). Quant à la température maximale moyenne enregistrée, elle s'élève à 42°C. Le rendement moyen obtenu qui est faible par rapport aux objectifs est environ $8,94 \pm 0,91$ qx/ha. D'après ces résultats on peut déduire que la sécheresse qui a frappé les céréales durant la période 2018-2023 est une sécheresse prononcée.

Tableau 9 : Résultats de l'analyse statistique descriptive des superficies sinistrées du blé dur (2018-2023).

Paramètres	Superficie sinistrée (ha)
Minimum	1,00
Maximum	41773,00
Moyenne	8489,20
Ecart-type	18607,77
Coefficient de variation	2,19
Erreur standard	0,91

Tableau 10 : Résultats de l'analyse statistique descriptive des paramètres climatiques et céréaliers (2018-2023).

Paramètres	Nombre de jours de pluies	Précipitations(mm)	Rendement(qx/ha)
Minimum	28,000	180,700	4,807
Maximum	31,000	280,700	14,289
Moyenne	29,400	237,798	8,945
Ecart-type	1,140	47,522	3,955

Coefficient de variation	0,039	0,200	0,442
Erreur standard	0,913	0,913	0,913

IV.5. Caractéristiques des différents facteurs intervenant dans la lutte contre les rongeurs (rat des champs : *Mériones shawii* (Duvernoy, 1842) Campagnes (2014-2023)

Les données pour l'analyse des différents facteurs impliqués dans la lutte contre les rongeurs sont présentées dans l'**annexe A4**.

Les résultats de l'analyse descriptive (**Tableau 11**) montrent que la surface moyenne infestée par les rongeurs est de l'ordre de 256,72 ha, soit 92,84 % de la surface observée moyenne soit 276,500 ha. Les valeurs varient entre un maximum de 810 ha enregistré durant la campagne 2014-2015 ; ces infestations qui sont importantes sont répartis sur 14 communes infestées ; et un minimum de 2 ha enregistré en 2022-2023. L'écart-type montre que la surface infestée varie d'une année à l'autre. La quantité moyenne de pesticide utilisée est de l'ordre de 42,19 g/ha, soit 94,74% de la quantité moyenne de pesticide disponible. Ce rodenticide aigu homologué (Bonirat) a un effet rapide même avec un appât minimal. Ceci pourrait être utile lorsque l'infestation est très importante.

Tableau 11 : Résultats de l'analyse des différents facteurs impliqués dans la lutte contre les rongeurs.

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Nombre de communes infestées(Nc)	2,000	14,000	7,000	3,606
Nombre d'agriculteurs (Na)	8,000	340,000	71,22	104,711
Surface observée(So)	2,000	810,000	276,500	261,693
Surface infestée(Si)	2,000	810,000	256,72	259,296
Surface traitée(St)	2,000	810,000	256,722	259,296
Quantité du pesticide disponible(Qd)	0,700	140,000	44,528	42,952
Quantité du pesticide utilisée(Qu)	0,400	140,000	42,189	43,802
Quantité du produit	0,000	10,050	2,933	4,377

restante(Qr)

Le **tableau 12** montre de fortes corrélations entre les différents facteurs impliqués dans la lutte contre les rongeurs. La surface traitée dépend de la quantité de produit disponible ($r=0,96$). Alors que la quantité utilisée est en relation avec l'infestation Plus le nombre de communes infestées est élevé, plus la surface traitée est importante ($r=0,76$).

Tableau 12 : Matrice de corrélation (Pearson)

Variables	Nc	Na	So	Si	St	Qd	Qu	Qr
Nc	1	0,829	0,708	0,769	0,769	0,759	0,775	-0,309
Na	0,829	1	0,88	0,913	0,913	0,904	0,914	-0,327
So	0,708	0,88	1	0,99	0,99	0,947	0,955	-0,269
Si	0,769	0,913	0,99	1	1	0,968	0,973	-0,224
St	0,769	0,913	0,99	1	1	0,96	0,973	-0,224
Qd	0,759	0,904	0,947	0,968	0,968	1	0,997	-0,073
Qu	0,775	0,914	0,955	0,973	0,973	0,997	1	-0,147
Qr	-0,309	-0,327	-0,269	-0,224	-0,224	-0,073	-0,147	1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

IV.5.1. Résultats de l'analyse en composantes principales pour les différents facteurs impliqués dans la lutte contre les rongeurs des champs.

Les résultats montrent que les deux premiers axes générés par l'analyse des correspondances expliquent 93,62% de la variance. Le premier axe (81,00% d'inertie) identifie les principales corrélations positives entre les différents facteurs. Tan disque, le facteur non corrélé, se trouve dans la direction opposée à l'axe (**Figure 13**).

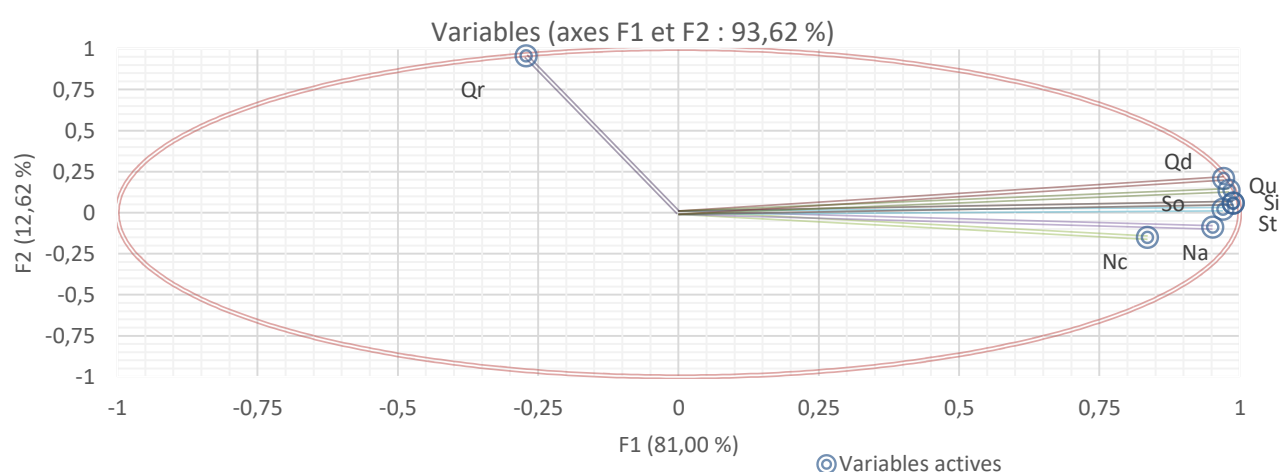


Figure 14 : Résultats de l'analyse en composantes principales des facteurs impliqués dans la lutte contre les rongeurs des champs (campagnes) (2014-2023).

La **figure 15** montre que les communes les plus touchées sont Ras El Oued (9 fois), suivie par Ain Taghrout (7 fois). Les autres communes sont touchées à des degrés divers. Ces communes appartiennent à la zone des hautes plaines, qui occupe les plus grandes superficies et qui a une pluviométrie comprise entre 400 et 600 mm, sauf pendant la période de sécheresse. Cette zone est drainée par plusieurs cours d'eau, qui ne sont pas permanents et restent à sec pendant l'été (**Annani Fouzi, 2013**). Les plus grandes surfaces agricoles sont situées dans les communes de Medjana Khelil, Ain Tassera, Tixter et Ain Taghrout, où la culture des céréales est l'activité principale. De ce fait, les rongeurs des champs dans les zones cultivées ont un régime alimentaire granivore et s'attaquent fréquemment aux céréales, surtout au stade de l'épiaison (**I.N.P.V,2005**).

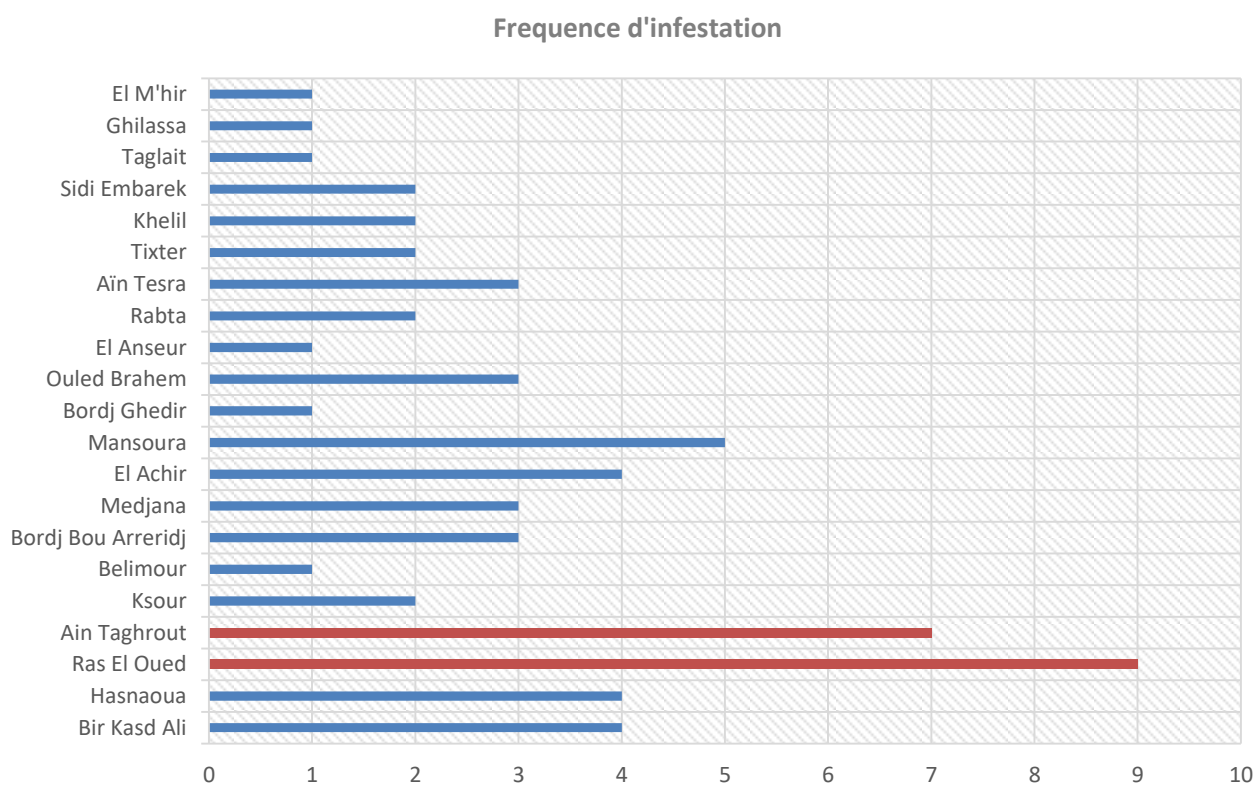


Figure 15 : Fréquence d'infestation par les rongeurs des champs dans les communes de Bordj bou Arreridj (2014-2023).

La **figure 16** montre que la répartition des agriculteurs selon le nombre de communes où les céréales sont infestées par les rongeurs des champs est plus ou moins régulière (annexe A4).

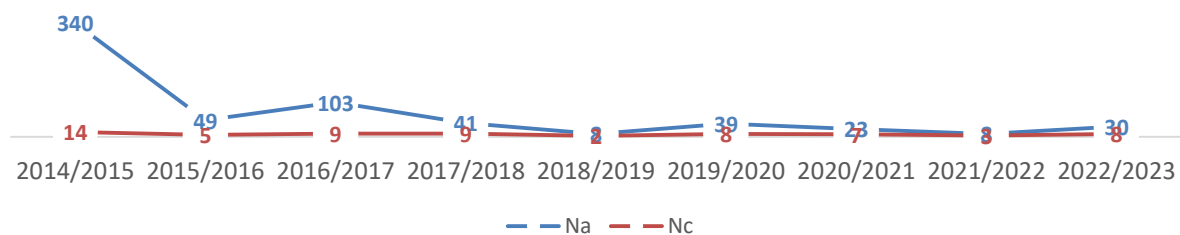


Figure 16 : Répartition des agriculteurs dans les communes infestées (2014-2023).

Ces résultats montrent qu'un traitement efficace des champs infestés par des bioagresseurs tels que les rongeurs nécessite la combinaison de plusieurs facteurs tels que la surveillance continue des champs, en particulier les communes les plus fréquemment touchées par ce fléau, afin de prévenir les pullulations ; la bonne répartition du nombre d'agriculteurs ; le recensement de toutes les exploitations des communes touchées par ce fléau avec une estimation de la surface infestée sur les champs de culture. Les rongeurs peuvent être responsables des dégâts réguliers dans les cultures quand les populations ont des densités constamment importantes (Hubert, 1984). Selon Hubert (Hubert, 1984), il est souvent nécessaire de pouvoir évaluer les dégâts occasionnés par les rongeurs afin de savoir s'il est nécessaire ou non d'intervenir ; la disponibilité du pesticide, les rodenticides aigus ont un effet rapide même avec une quantité minimale d'appât. Ce qui pourrait être utile lorsque l'infestation est très élevée (Giban, 2001). Les trous creusés par les rongeurs mesurent généralement entre 6 et 9 centimètres de diamètre, avec des bords lisses à cause du passage régulier de l'animal (D.S. A 2024). Les appâts donc doivent être placés sur les lieux de passage, près des trous et des terriers.

IV.6. Influence des facteurs climatiques sur la pullulation de la merione de shaw

Afin d'étudier l'influence du climat sur les pullulations des rongeurs de champs, il a été jugé nécessaire de prendre en compte les facteurs climatiques. Ces données climatiques sont résumées dans l'annexe A4.

Les résultats de l'analyse descriptive montrent que pour une période de neuf ans (2015-2023), le nombre moyen de jours de pluie est de 38 jours, ce qui correspond à une pluviométrie moyenne de 261,75 mm. La température moyenne globale est de 19°C. En terme de températures extrêmes, la température maximale enregistrée est de 43°C, tandis que le minima est de -3°C. La surface moyenne infestée par les rongeurs durant cette période est de 256,72 ha (Tableau 13).

Tableau 13 : Statistiques descriptives des facteurs climatiques et de la surface infestée

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Surface infestée	2	810	256,722	259,296
Tmax	39,7	43,6	41,778	1,38
Tmin	-3,5	-0,1	-1,744	1,268
Tmoy	16,4	21	19,061	1,397
Jours de pluies	28	64	38,333	12,41

Les résultats de la matrice montrent que la surface infestée est très corrélée avec la pluviométrie ($r=0,74$) et la température moyenne ($r= -0,83$), moins avec les températures maximales et minimales (**Tableau 14**).

Tableau 14 : Matrice de corrélation (Pearson)

Variable	Tmax	Tmin	Tmoy	Jours de pluies	Surface infestée
Tmax	1	0,2	0,365	-0,496	-0,581
Tmin	0,2	1	0,661	-0,742	-0,613
Tmoy	0,365	0,661	1	-0,789	-0,836
Jours de pluies	-0,496	-0,742	-0,789	1	0,742
Surface infestée	-0,581	-0,613	-0,836	0,742	1

IV.6.1. Analyses de variance pour les deux facteurs climatiques considérés (nombre de jours de pluie et température moyenne)

Les résultats de l'analyse de variance montrent une différence significative pour ce paramètre (Tmoy) ($F= 16,27$, 7 ddl, $P<0,005$) (**Tableau 15**).

Tableau 15 : Analyse de la variance des facteurs (Tmoy)

Source	DDL	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	1,000	10,913	16,270	0,005	**
Erreur	7,000	0,671			
Total corrigé	8,000				

Les résultats de l'analyse de la variance montrent une différence très significative pour ce paramètre (jours de pluie) ($F = 8,55$, 7 ddl, $P < 0,022$) (**Tableau 16**).

Tableau 16 : Analyse de la variance des facteurs (Jours de pluies)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	1,000	677,592	677,592	8,555	0,022	*
Erreur	7,000	554,408	79,201			
Total corrigé	8,000	1232,000				

*Codes de signification : $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ^\circ < 1$*

IV.6.2 Régression linéaire pour prédire l'infestation de rongeurs sur le terrain. Modèle basé sur 9 années d'infestation (2014-2023)

Les résultats de l'analyse de variance montrent une différence significative pour ce paramètre (surface infestée) ($F = 13,72$, 6 ddl, $P < 0,006$) (**Tableau 17**).

Tableau 17 : Analyse de la variance (surface infestée)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	2,000	441366,189	220683,094	13,720	0,006	**
Erreur	6,000	96509,367	16084,894			
Total corrigé	8,000	537875,556				

*Codes de signification : $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ^\circ < 1$*

Tableau 18 : Paramètres du modèle (Surface infestée)

Source	Valeur	Erreur standard	T	Pr > t
Constante	-444,751	149,160	-2,982	0,025
T(moy)	40,646	13,513	3,008	0,024
Jours de pluies (Jp)	10,877	3,926	2,770	0,032

Les résultats statistiques (**Tableau 14,18**) montrent une forte corrélation significative

entre l'infestation et les facteurs climatiques ($T_{moy} : P < 0,005, r = -0.83$; $J_p : P < 0,022, r = 74$). La Régression de la variable Surface infestée a montré que 82% (coefficient d'ajustement : $R^2 = 0,82$) de la variabilité de l'infestation est expliquée par T_{moy} , J_p qui apportent une quantité significative d'informations. Leur contribution au modèle est significative ($p = 0,006$, $DDL = 6$). Leur introduction améliore le modèle ($AIC = 89,52$). Le modèle développé pour prédire le taux d'infestation dans les champs de céréaliculture a montré que l'infestation était liée aux précipitation et à la température moyenne.

La **figure 16** montre que pour une infestation maximale de 810 ha, la quantité de pluies enregistrée est de l'ordre de 286.51mm répartie sur 64 jours de pluies (valeur de référence de BBA : 361.1mm d'eau par an [48] ; la température moyenne, elle est de l'ordre de 16,4 °C. Pour une faible infestation de 2 ha, la température moyenne s'est élevée à 21 °C et le nombre de jours de pluie se réduit à 28 jours (**figure 16**).

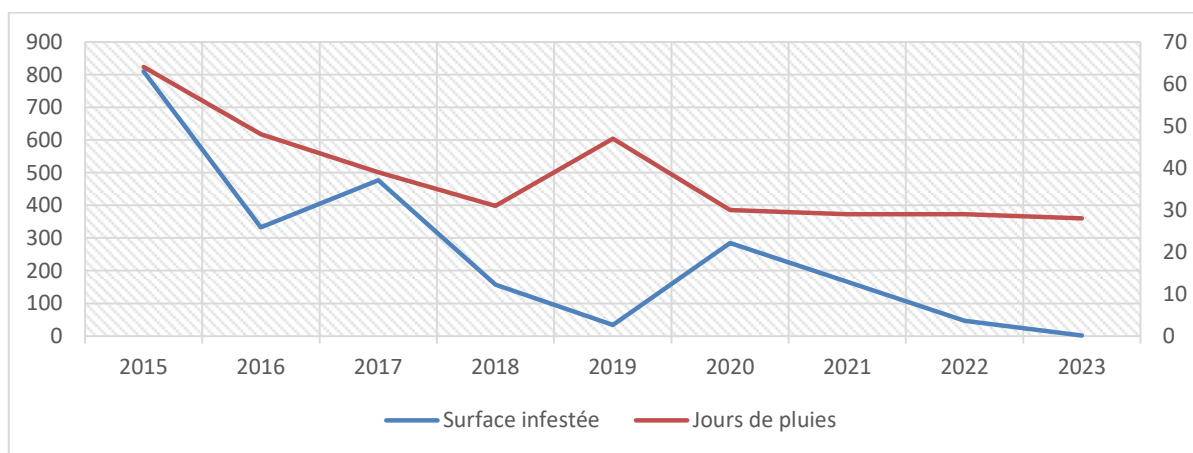


Figure 17 : Variation de la surface infestée en fonction des paramètres climatiques

IV.7. Etude de l'indice d'avertissement (IA.)

Il s'agit d'un indice établi par la FAO en 1988 pour prédire l'infestation au cours de l'année suivante. Cet indice dépend uniquement du facteur précipitation :

IA = Total des précipitations (novembre - avril) / Nombre de mois avec des précipitations < 50 mm (novembre - avril)

Si $IA < 70$, il n'y a pas de risque d'infestation.

Si $IA > 70$, il y a un risque d'infestation.

Les résultats montrent que durant la période (2014-2023) le risque d'infestation n'est pas atteint, car les indices d'avertissement sont inférieurs à 70 ($IA < 70$) ; ce qui explique l'absence du problème des foyers nuisibles aux cultures céréalières durant cette période (2014-2023) dans les champs des communes étudiées (**Tableau 19**).

Tableau n°19 : Indices d'avertissement calculés pour les différentes campagnes agricoles (2014-2023).

Campagne	IA	Résultat
2014-2015	50	pas de risque d'infestation
2015-2016	25.86	pas de risque d'infestation
2016-2017	34.34	pas de risque d'infestation
2017-2018	31	pas de risque d'infestation
2018-2019	24.60	pas de risque d'infestation
2019-2020	21.34	pas de risque d'infestation
2020-2021	28.01	pas de risque d'infestation
2021-2022	30.47	pas de risque d'infestation
2022-2023	20	pas de risque d'infestation

Les résultats statistiques montrent une forte corrélation significative positive entre l'infestation et l'indice d'avertissement ($P < 0,0001$, $r = 0.82$). La Régression de la variable Surface infestée a montré que 68% (coefficient d'ajustement : $R^2 = 0,68$) de la variabilité de l'infestation est expliquée par l'indice d'avertissement qui apporte une quantité significative d'informations. Sa contribution au modèle est significative ($p = 0,006$, $DDL = 7$). Son introduction améliore le modèle ($AIC = 92,54$). Le modèle développé pour prédire le taux d'infestation dans les champs de céréaliculture a montré que 3l'infestation était liée à l'indice d'avertissement. Ceci est expliqué par le fait que cette indice prend en considération la pluviométrie, donc il représente un outil efficace pour la prévention de l'infestation.

La **figure 18** montre que l'IA varie d'une année à l'autre, avec un maximum de 50 enregistré en 2015 qui coïncide avec l'infestation maximale. En revanche, la valeur minimale c'est 20 enregistrée en 2023 et coïncide avec l'infestation la plus faible enregistrée dans la même année.

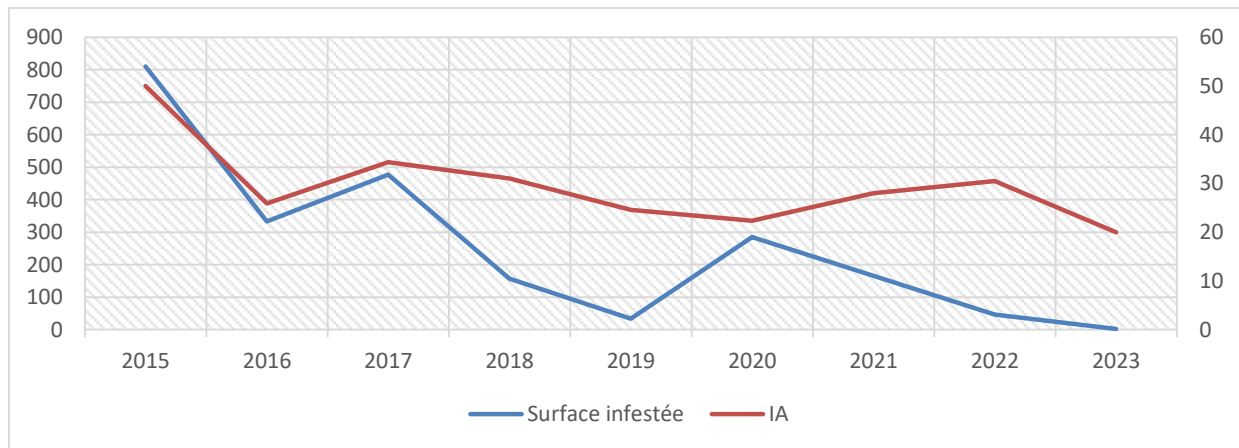


Figure 18 : Variation de l'indice d'avertissement (IA) en fonction de l'année

L'augmentation de l'IA s'explique par l'abondance de nourriture l'année précédant l'infestation, car avec la pluie la végétation connaît une forte croissance végétative, la période de sécheresse est donc plus courte, ce qui donne la possibilité à un grand nombre d'individus de s'échapper et de provoquer l'infestation l'année suivante. Selon Saucy [56], la disponibilité de nourriture influence le taux de croissance et la survie des rongeurs. En revanche, une réduction de l'infestation par *M. shawii* entraîne une réduction du nombre de rongeurs. Ceci est dû à l'effet inhibiteur du facteur pluviothermique sur la reproduction de ces animaux (Duplantier, 1993).

Chapitre V :

Discussion

V.1. Superficies emblavée et production (blé dur, blé tendre et orge)

Les résultats de notre étude montrent une variabilité irrégulière annuelle des superficies emblavées, des productions et des rendements pour les trois types des céréales. Le blé dur est caractérisé par la plus grande superficie emblavée ($S_{moy}=54759,5 \pm 0,84ha$).

L'orge prend la première place en terme de production ($Pr_{moy}=498652,28 \pm 0,85 ha$) par rapport au blé dur qui tient la plus grande superficie emblavée. Ces résultats pourraient être expliqués par la capacité de l'orge à couvrir le sol plus rapidement, ce qui lui permet de résister à la concurrence des adventices et sa moindre sensibilité aux prédateurs. En outre, il est caractérisé par une rusticité et des capacités d'adaptation aux irrégularités du climat.

V.2. Facteurs climatiques et les facteurs céréaliers : le cas du blé dur

V.2.1. Superficie emblavée

La variabilité annelle de la superficie emblavée du blé dur est faible ($S_{moy}= 57293,39 \pm 0,40 ha$, $cv=17\%$). En revanche, la superficie annuelle récoltée est plus variable ($S_{moy}= 48594,99 \pm 0,40 ha$, $cv= 40\%$), Elle représente 84% de la superficie moyenne emblavée.

La superficie emblavée a une corrélation significative avec la pluviométrie qui connaît une variabilité annuelle très importante ($P_{moy}= 371,38 \pm 0.40mm$, $cv : 44\%$) et dont sa répartition annuelle en nombre de jours de pluie est peu variable ($J_p_{moy}= 52j$ $cv : 27\%$). Cette variabilité oscille entre un maximum de pluie de 868,70 mm reparti en 77 jours et un minimum de 122,10mm reparti en 28 jours. Selon les besoins du blé en eau (450-650) [68], cette quantité de pluie est jugée insuffisante avec une mauvaise répartition. Cette situation climatique se traduit souvent par une situation de contrainte hydrique (**Benseddik et Benabdelli, 2000**). Selon **Boyer (Boyer, 1982)**, ce problème affecte les zones arides et semi-arides où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit hydrique Ce déficit hydrique peut avoir lieu à différents stades de la culture, le travail du sol nécessite une humidité optimale et les pluies automnales sont nécessaires, donc une sécheresse à ce stade entraîne un retard dans les semailles et une réduction de la superficie emblavée.

V.2.2. Production et rendement

La production annuelle et le rendement sont très variable ($Pr_{moy}= 452767,46 \pm 0,40q$, $cv=68\%$), ($Rtmoy= 9,33 \pm 0,40qx/ha$, $cv=53\%$). Les rendements enregistrés durant cette épisode de 34 ans sont faibles par rapport aux objectifs et aux besoins nationaux, puisque l'autosuffisance en ce produit nécessite au minimum un rendement moyen de 30 q/ha.

Le modèle obtenu a montré que la production céréalière dépend de la pluviométrie et de la température maximale. Cette production moyenne de 45 276,74 tonnes est insuffisante. Ce résultat pourrait être expliqué par l'effet de la température maximale moyenne élevée ($40,59 \pm 0,40^\circ\text{C}$) qui oscille entre un maximum de 47°C et un minimum de $36,10^\circ\text{C}$, combinée à une pluviométrie modérée ($P_{\text{moy}} = 371,38 \pm 0,40\text{mm}$, $\text{cv} : 44\%$) inférieure à la référence, avec une mauvaise répartition ($J_p \text{ moy} = 52\text{j}$ $\text{cv} : 27\%$). Les céréales ont besoin d'une quantité comprise entre 450 et 650 mm d'eau par an (**Baldy,1974**). Soltner (**Soltner,1986**) estime qu'une production de 50 q/ha nécessite environ 580 mm/an. Les apports naturels peuvent contribuer à hauteur de 50 à 75 % (250 à 350 mm), le reste provient de l'irrigation lorsque cela est possible (**Benseddik,2000**).

Le blé est moins sensible à la température pendant la phase végétative que pendant la phase reproductive (**Entz et Fowler, 1988**). Cependant, les stress hydriques et thermiques (gel et températures élevées) affectent le développement des céréales tout au long du cycle (**Bouzerzour et Monneveux, 1992**). Dans les zones semi-arides comme Bourdj bou Arreridj, le stress thermique peut survenir tôt dans le cycle. En effet, les basses températures (Température minimale moyenne ($-2,68 \pm 0,40^\circ\text{C}$) oscille entre un maximum de $1,30^\circ\text{C}$ et un minimum de -7°C) qui coïncident avec le stade floraison (gelées printanières tardives) provoquent la coulure des fleurs et affectent le rendement de la culture. En revanche, les hautes températures sèches (vents chauds ou Sirocco), coïncident avec le stade remplissage des grains et provoquent l'échaudage affectant ainsi, le rendement et la qualité du grain. Une croissance active en début du cycle nécessite donc une moindre sensibilité aux basses températures (**Canterro et al.,1995**) ; ce qui améliore l'utilisation de l'eau et permet une production de biomasse aérienne plus importante (**Van et Acevedo,1992**). Le déficit hydrique et les températures élevées en fin de cycle sont les deux principales contraintes affectant la culture du blé dur (**Van et Acevedo,1992**). En effet, les températures combinées aux précipitations déterminent les besoins en eau de la culture en affectant l'évapotranspiration potentielle (**Zouaoui et Bensaïd ,2007**). Selon **Smadhi et Mouhouche, (Smadhi et Mouhouche,2000)**, le blé a besoin de la plus grande quantité d'eau pendant ses stades critiques d'installation et de reproduction. Au stade du remplissage des grains, la plante a besoin d'une grande quantité d'eau, sous peine de développer des maladies physiologiques dues au manque d'eau et à l'excès de chaleur pendant la période de transfert des réserves vers le grain. Cette situation affecte ainsi, le rendement et la qualité du grain.

V.3. Mauvaises herbes

La flore adventice des céréales de la zone d'étude est caractérisée par une très faible diversité systématique, soit 10 espèces. Ce résultat est dû peut-être à l'usage des techniques d'entretien. Ces espèces appartiennent à 7 familles botaniques. La majorité sont des espèces annuelles, la présence des adventices vivaces comme le genre *Borago* revient aux conditions favorables du milieu et à l'absence peut-être de traitement herbicide. Les dicotylédones sont dominantes. Une famille domine l'ensemble de la flore, il s'agit des Poaceae. En Algérie, ce sont les adventices annuels qui sont les plus répandues. Dans une proportion moindre, on rencontre également des bisannuelles et des vivaces (**Hamadache, 1995**). La nuisibilité des adventices varie en fonction de l'espèce ; les Poaceae sont parmi les plus nuisibles au blé, notamment les folles avoines et les bromes (**Karkour, 2012**).

V.4. Sécheresse

D'après les résultats obtenus, la sécheresse qui caractérise la région de BBA est une sécheresse prononcée qui n'est pas modérée. La sécheresse peut affecter l'implantation des céréales, la fertilité des organes reproducteurs ou la formation et le remplissage des grains. Elle a un effet très négatif sur la production avec réduction importante du rendement. En effet, sur un épisode de six ans (2018-2023), elle a entraîné une réduction importante du rendement de 66,36%. Les effets de la sécheresse sont représentés aussi par une réduction de la surface emblavée qui a diminué de 21,17%. Quant à la production, elle a diminué de 97,84% pour atteindre une valeur de 17290,2 ha.

V.5. Rongeurs

Le modèle développé pour prédire le taux d'infestation dans les champs de céréaliculture a montré que l'infestation est liée aux précipitations et à la température moyenne. Ce sont les facteurs majeurs qui influencent le développement des populations de la Mérieux. Il est connu que la diversité des petits mammifères augmente avec la pluviométrie et le couvert végétal (**Denys et al, 2015**). Le modèle développé pour prédire le taux d'infestation dans les champs de céréaliculture a montré aussi que l'infestation est liée à l'indice d'avertissement. Ceci est expliqué par le fait que cet indice prend en considération la pluviométrie, donc il représente un outil efficace pour la prévention de l'infestation. Les résultats montrent d'ailleurs que pour la période (2014-2023) le risque d'infestation n'est pas atteint, car les indices d'avertissement sont inférieurs à 70 ($IA < 70$) ce qui explique l'absence du problème des foyers nuisibles aux cultures céréalières dans les communes infestées. Selon des études (**Adamou et al., 2022**) les

sols sableux, à faible humidité et avec un taux de calcaire total plus élevé seraient favorables à la construction des terriers par le rongeur *Mériones shawii* (Duvernoy, 1842), d'où un taux de pullulation plus élevé. Ces travaux confirment l'importance de la nature du sol dans l'explication des phénomènes de pullulation ainsi que pour comprendre localement la distribution des rongeurs (**Hardy, 1945**). Les sols de la région de BBA sont variables du point de vue texture, mais en général ils sont calcaires et pauvres en matière organique. L'extension des cultures céréalières sur ce type de sol peut être favorable à l'expansion de la *Mérione* de Shaw et les mesures anti-pullulation devront prendre en compte, entre autres, les paramètres édaphiques. Les trous creusés par le rongeur ont des caractéristiques bien spécifiques et mesurent entre 6 et 9 cm de diamètre avec les bords lisses à cause de leur passage régulier .

Conclusion

Conclusion

63 % de la variabilité de la production est expliquée par la pluviométrie et la température maximale. Le climat influence les rendements, mais il n'est pas le seul. Les techniques culturales, les semences, les traitements phytosanitaires et la fertilisation sont également des facteurs qui influencent la productivité.

La sécheresse qui caractérise la région de BBA est une sécheresse prononcée qui n'est pas modérée. Ceci occasionne des déficits hydriques à différents stades de la culture. Dans des conditions normales, les apports naturels peuvent contribuer à hauteur de 50 à 75 % (250 à 350 mm), le reste provient de l'irrigation lorsque cela est possible (**Benseddik, 2000**). Pour faire face à ces aléas, l'irrigation d'appoint ou de complément bien ciblée au stade tallage ou à l'épiaison demeure indispensable (**Ameroun, 2002**). Actuellement il ya seulement une minorité d'agriculteurs qui pratique l'irrigation en raison de la disponibilité des puits et d'électricité sur leurs exploitations.

Le développement des périmètres agricoles aménagés autour des oueds demeure indispensable. Ces espaces qui disposent de la principale ressource d'eau, ont comme autre avantage des traditions de culture de différents produits comme les agrumes et les céréales. A cela s'ajoute l'accompagnement des paysans, qui se fait par l'octroi de crédits, l'organisation de formations et la mobilisation des intrants nécessaires, comme les semences et les engrais,

82% de la variabilité de l'infestation par le rongeur de champs est expliquée par la température et la pluviométrie. Autres facteurs interviennent dans le déclenchement des pullulations, tels que la nature du sol.

68% de la variabilité de l'infestation est expliquée par l'indice d'avertissement qui représente un outil efficace pour la prévention de l'infestation. Les indices d'avertissement calculés sont inférieurs à 70 ($IA < 70$). Le problème des foyers nuisibles aux cultures céréalières dans la région de Bordj bou Arreridj est absent.

Références bibliographique

A.N.D.I., (2014). Wilaya de Bordj Bou Arreridj. Agence Nationale de développement de l'investissement.

Adamou, D- M. 2010., « Effet des pullulations de la *Merione shawii* Duvernoy dans la région de Tiaret sur les cultures et la santé animale. Thèse Doctorat en SCI. Agronomiques. Départ. Zoologie Agricole et Forestière. Protection des végétaux. ENA El-Harrach. Alger. P121

Adamou-Djerbaboui M., C. Denys., N. Violaine., Y. Djalaila, B. Belkacem, M.S.

Adamou. (2022). Préférence édaphique et pullulation chez *Meriones shawii* (Mammalia, Rodentia) dans la région de Tiaret (Algérie), *Revue d'Écologie*, 65 (1), pp.63-72.

ADAMOU-DJERBABOUI M., DENYS, MC. 1, H. CHABA, M.M. SEID, Y.

DJALAILA, F. LABDELLI, M.S. ADAMOU. (2010). Etude du Régime Alimentaire d'un Rongeur Nuisible (*Merriones Shawi*, Duvernoy, 1842, Mammalia Rodentia) En Algerie, Université Ibn Khaldoun, Faculté des Science Agro-vétérinaire, Tiaret, Algerie

Alem K et Amrouche DJ, 2016« Etude de l'activité antifongique de l'extrait aqueux des pépins du pomélo *Citrus paradisi* (Rutaceae) vis-à-vis du *Fusarium tricinctum* du blé dur selon les modes in vitro et in vivo. 3 p.

Ameroun R, 2002. Programme de développement de l'irrigation d'appoint des céréales. Document de travail élaboré par l'ITGC en collaboration avec l'INSID.

ANDI. (2013). Agence nationale de développement de l'investissement, wilaya de Bordj Bou Arreridj, p17

Annani Fouzi, 2013. Essais de biotypologie des zones humides du Constantinois.

Annani Fouzi, 2014. Essais de biotypologie des zones humides du Constantinois.

Assoko T, & Joel. (2022) « L'Algérie veut compter sur son stock de sécurité

Baldy C.,1974 « Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques, leur

influence sur la production des principales zones céréalières d'Algérie », Versailles : INRA. Dép. bioclimatologie / ministère de l'Agriculture, 1974, 152 p

Baldy C.,1975 « Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques, leur influence sur la production des principales zones céréalières d'Algérie », Versailles : INRA. Dép. bioclimatologie / ministère de l'Agriculture, 1975, 152 p.

Barbotin A.,2004 « Utilisation d'un modèle de culture pour évaluer le comportement des génotypes : Pertinence de l'utilisation d'azodyn pour analyser la variabilité du rendement et de la teneur en protéines du blé tendre », Thèse de Doctorat INA, Paris Grignon, 2004, 237 p.

Belkacemi S et Hadj Mahammed A, 2022« Etude de la biodiversité des arthropodes associés à la céréaliculture (Cas la région de El Meniaa).5 ,11 ,12 p.

Benizri E,2021« Maladies des cultures, impacts des populations d'agents pathogènes et adaptations au changement climatique. Compte rendu. Webinaire Maladies fongiques des plantes Prévention et traitement pour l'agriculture France, 7 décembre, 2021

Benseddik B. et Benabdelli K., 2001 « Impact du risque climatique sur le rendement du Blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride : approche éco physiologique », Science et changements planétaires / Sécheresse, Vol.11, N°1, éd. J. Libbey Eurotext, 2001, pp: 45-5.

Benseddik B. et Benabdelli K.,2000 « Impact du risque climatique sur le rendement du Blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride : approche éco physiologique », Science et changements planétaires / Sécheresse, Vol.11, N°1, éd. J. Libbey Eurotext, 2000, pp: 45-51.

Benseddik B.,2000 « L'efficience de l'eau en zone semi-aride. Une approche simple pour l'optimisation du rendement et une meilleure gestion de l'eau », Options Méditerranéennes, Zaragoza (ESP), 2000, pp : 583-585.

Benseddik B.,2000 « L'efficience de l'eau en zone semi-aride. Une approche simple pour l'optimisation du rendement et une meilleure gestion de l'eau », Options Méditerranéennes, Zaragoza (ESP), 2000, pp : 583-58.

Benseddik B.,2004 « L'efficience de l'eau en zone semi-aride. Une approche simple pour

l'optimisation du rendement et une meilleure gestion de l'eau », Options Méditerranéennes, Zaragoza (ESP), 2004, pp : 583-585

Benyassine A., 1991. Caractéristiques des exploitations agricoles et adaptation du système Ley-farming. In: Ley-farming, M. Amine ed., ACTES ed. Pp: 9-28.

Boken V.K. (2005) « Agricultural drought and its monitoring and prediction: Some Concepts, in Monitoring and Predicting Agricultural Drought: A Global Study, edited by Boken, V.K

Bouaziz A., 1999. Intensification de la céréaliculture en irrigué, cas des Doukkala. Bulletin transfert de technologie en agriculture, MADRPM/DERD, n°59 : 1-4.

Boulghobra I., Benhoumeur M., (2022). Etude comparative de la variabilité du régime thermique dans la région de Bordj Bou Arreridj et Annaba (1998-2022). Mémoire de Master. Université Bordj Bou Arreridj 79p.

Bouzerzour H, Abbas K, Benmahammed A. 2003« Les céréales, les légumineuses alimentaires, les plantes fourragères et pastorales. Recueil Des Communications. Ateliers N°3 « Biodiversité Importante Pour L'agriculture » MATEGEF/PNUD. Projet ALG/97/G31.

Bouzerzour H. et Monneveux P.,1992 « Analyses des facteurs de stabilité du rendement de l'orge dans les conditions des hauts plateaux algériens », Les Colloques 1992, 64, pp : 205-215

Bouzerzour H. et Monneveux P.,1992 « Analyses des facteurs de stabilité du rendement de l'orge dans les conditions des hauts plateaux algériens », Les Colloques 1992, 64, pp : 205-215.

Boyer J. S., 1982., « Plant productivity and environment. Sci, New séries. 218, pp : 443 448.
Canterro-Martinez C., Villar J.M., Romagoza I., Fereres E.,1995 « Growth and yield responses of two contrasting barley cultivars in a Mediterranean environment », Eur. J. Agron., vol. 4, N°3, 1995, pp: 317-326.

D. S. A, 2024 « Direction de services agricoles de Bordj Bou Arreridj, services des

statistiques.

D.S. A 2024. Statistiques agricoles, direction des services agricoles de Bordj bou Arreridj.

D.S. A 2024. Statistiques agricoles, direction des services agricoles de Bordj bou Arreridj.

Dagnelie P., 1973 « Factor analysis. In R.H. whittaker (ed.), Handbook of vegetation science.1-25.

DAJOZ R., 1971., « Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 424 p.

Deghais M, Bouzerzour H, & Benmahammed A. (1999). Evaluation des variétés de blé tendre dans les conditions de culture de la zone semi-aride de l'Algérie.

Denys C, Stoetzel E, Lalis A, Nicolas V, Delapre A, Mataame A, Tifraouine L, Rihane A, El Brini H, Liefriid S, Hafid S, Ouarour A, Cherkaoui A, Fekhaoui A, Benhoussa A, El Hassani A & Benazzou T. 2015. Inventaire des petits mammifères de milieu anthropisés et naturels du Maroc septentrional. Travaux de l'Institut Scientifique, Série Générale 8 : 113-126.

DSA, 2021., « Production agricole. Direction des Services Agricoles de Bordj bou Arreridj.

Duplantier, J- M.,1993. Les rongeurs du Sénégal, Edition de L'ORSTOM au Sénégal. 5p.

Duvernoy-D.M., (1846) « Description de la gerbille de Shaw (Jird de Shaw, Gerbillusshawii, Duv.), Mémoire de la société du muséum d'histoire naturelle de Strasbourg, 3, pp.22-30

Entz M.H. et Fowler D.B., 1988« Critical stress periods affecting productivity of no-till winter wheat in Western Canada », Agron. J., vol. 80, N°6, 1988, pp : 987-992.

F.A.O state 2020« Données statistiques de la FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) www.FAOstate.com.

F.A.O state 2023« Données statistiques de la FAO (Food and Agriculture Organisation of the

United Nations) www.FAOstate.com.

F.A.O state 2024« Données statistiques de la FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) www.FAOstate.com. FAO, 2020. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

F.A.O. (2022) « Site des données statistique de la FAO (Food and agriculture organisation of the united national).

Gate PH., 1995« Détermination des stades de développement des céréales à paille », Document I.T.C.F., 1987, 25 p

Gate PH.,1995 « Ecophysiologie du blé », ed. Tec & doc, LAVOISIER, Paris, 1995, 429
Giban M., 2001. Diagnostic des accidents du blé tendre. Ed. ITCF, France, 159 p.

Gueffifa Mabrouka, Djellakh Faiza, Malou Samira, Tamaloust Djaouida, Bernaoui Hamid, Hermez Fatma, . . . Touati Sara. (2021). Guides des bonnes pratiques de la céréaliculture. Direction de la Formation, de la Recherche et de la Vulgarisation.

Habash DZ, Kehel Z, Nachit M. 2009« Genomic approaches for designing durum wheat ready for climate change with a focus on drought. Journal of Experimental Botany, 60(10), 2805– 2815.

Hamadache A, 1995. Les mauvaises herbes des grandes cultures (biologie, écologie, moyens de lutte). Institut technique des grandes cultures. Ministère de l'agriculture. 40 p.

Hardy, R. (1945). The influence of types of soil upon the local distribution of some mammals in South-western Utah. Ecol. Monogr., 15 : 73-108.

Hazmoune T., « Erosion des variétés de blé dur cultivées en Algérie. Perspectives », Option Méditerranéennes, 1995, pp: 291-294.

Hazmoune T., Benlarbi M., 2001« Impact du semis profond sur l'alimentation en eau du blé dur (*Triticum Durum* Desf) et la réalisation des composantes de rendement en zone semi-

aride. In : actes du séminaire national sur la problématique de l'agriculture des zones arides et de la reconversion. M.Labdi, M.E.H. Maatougi, A. Gaouar, K. Benabdelli, D. Sekkal eds. 22-24 janvier 2001, Sidi Bel Abbès, Algérie. ITGC, CRSTRA, ITAF, USBA, INRA, INA ed.

Hubert, B. 1984. Ecologie des populations des rongeurs de *Bandia* (Sénégal) en zone sahélo Soudanienne. *Revue d'écologie (Terre & Vie)*, 31, 33-100.

I.N.P.V.,2005. Institut national de la protection des végétaux, Bulletin d'informations phytosanitaires, Bilan de l'année. INPV.

Karkour L, 2012. La dynamique des mauvaises herbes sous l'effet des pratiques culturales dans la zone des plaines intérieures. Diplôme de Magister. Univ Sétif.

Kateb Z et Idder M,2017« Les principaux problèmes phytosanitaires au niveau des périmètres de la petite mise en valeur dans la région de Ouargla.18 p.

Keyantash J. et Dracup J. A. (2002) « The quantification of drought: An evaluation of drought indices, *B. Am. Meteorol. Soc.*, 83, 1167–1180

Malki M., Redjel N., « Produire du blé dur et / ou conserver l'écosystème ? Standardisation des politiques, comportement des agriculteurs et dégradation de l'écosystème », Symposium Blé 2000 : Enjeux et stratégies. Alger 7-9 février, 2000, pp : 39-47.

Mazhar M., 1986. Rotation des cultures. In : Journée de recyclage des vulgarisateurs en technique de productions des céréales en zones semi-aride. INRA/MIAC/USAID ed., CRRA Settati, Maroc. Pp : 19-24.

Mekhlouf A, Bouzerzour H, Benmahammed A, Hadj Sahraoui A, Harkati N. 2006« Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride. *Sécheresse*, 17(4), 507– 513.

Mir RR, Zaman-Allah M, Sreenivasulu N, Trethowan R, Varshney RK. 2012« Integrated genomics, physiology and breeding approaches for improving drought tolerance in crops. *Theoretical and Applied Genetics*, 125(4), 625–645.

Palmer W. C. (1965) « Meteorological Drought, Weather Bureau, Research Paper, 45, U.S. Dept. of Commerce, Washington, DC, 58 pp

Sayoud R., Ezzahiri B., 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 Alimentaire PNUD RAB/91/007, Maroc - Algérie -Tunisie, Trames Ed, Algérie, 1999, 64 p.

Simon H., Codaccioni P., Lecoœur X., 1989. Produire des céréales à pailles. Tec & Doc-Lavoisier ed., Paris. 333P.

Smadhi D. et Mouhouche B.,2000 « Etude comparée de l'évapotranspiration et des besoins en eau des cultures céréalières de trois étages bioclimatiques », Symposium Blé 2000 : Enjeux et stratégies/ Alger 7-9 février, 2000, pp : 239- 246.

Smadhi D. et Mouhouche B.,2000 « Etude comparée de l'évapotranspiration et des besoins en eau des cultures céréalières de trois étages bioclimatiques », Symposium Blé 2000 : Enjeux et stratégies/ Alger 7-9 février, 2000, pp : 239- 246.

Soltner D.,1986 « Les bases de la production, le sol », 14ème édition coll. Sc. et Tec. Agric., Angers, France, 1986, 464 p.

Van Oosterom E.J., Acevedo E.,1992 « Adaptation of barley (*Hordeum vulgare* L.) to harsh Mediterranean environments », III. Plant ideotype and grain yield. Euphytica, 62, 1992, pp: 29-38

Viaux P. (1999). Les semences fourragères. Collection : Agriculture d'Aujourd'hui. France Agricole

Zouaoui A. et Bensaïd R.,2007 « Determination of the climatic requirements of hard wheat (*Triticum durum* Desf. var. Mohamed Ben Bachir) in semi-aride zone », Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures. Vol.16, N°6, 2007, pp : 469-476.

Zouaoui A. et Bensaïd R.,2007 « Determination of the climatic requirements of hard wheat (*Triticum durum* Desf. var. Mohamed Ben Bachir) in semi-aride zone », Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures. Vol.16, N°6, 2007, pp : 469-476.

Annexes

ANNEXE : A

Tableau 01 : Guide d'enquête agricole

Date de sortie

Commune et lieu-dit
Données sur la commune
Exploitations
Superficies
Type de cultures
Période végétative des cultures
Contraintes rencontrées
Observation des symptômes des maladies
Observation des symptômes des ravageurs
Collecte des échantillons
Age des agriculteurs
Les problèmes phytosanitaires rencontrés sur terrain
Comment s'effectue la lutte
Types de ravageurs ou maladie
Intensité des infestations ou dégâts
Périodes des infestations
Types de traitements chimiques ou autres traitements utilisées
Façon de choisir les produits
Produits phytosanitaires fréquemment utilisés
Respect et maîtrise des doses

Tableau 02 : Localisation des exploitations agricoles enquêtées en 2024

Commune	lieu-dit	Exploitation
Ain Taghrout	Ouled bounabe	Kramcha Chakib
	Kesir Ighoul	Harkati Gherbi
	Ouled Mosly	Aggoune Saad
	Koudiat	EAC SAIDI LAMRI
	Guemah	

Ouled Morsli	EAI Gouadma Djemai
Ouled Bounab	Kramcha Djamel
KSIR GHOU	BOUZIDI A/KRIM
Sidi gmaidia	EAC Abid Miloud
Ksir el Ghoul	EAC AGGOUNE SALAH
Kechroune.	EAC GOUAOUI Merat
Kechroune.	THOUABET Hassen

ANNEXE : A1

Tableau 03 : Valeurs du quotient pluviométrique d’Emberger de la région de Bordj Bou Arreridj (1998-2023).

Année	P (mm)	M (C°)	m (C°)	Q2
1998	279.82	38.9	-0.6	24.30
1999	113.25	39.6	-3.3	9.05
2000	178.33	40	-1.4	14.77
2001	236.12	39.1	-3	19.24
2002	385.08	40.7	-1.5	31.30
2003	551.51	40.2	-5.3	41.58
2004	512.11	38	-2.5	43.37
2005	384.8	41.6	-7	27.16
2006	783.37	40	-3.1	62.34
2007	404.68	39.5	-2.9	32.74
2008	385.51	40.6	-3	30.33
2009	325.64	41.7	-2.7	25.16
2010	415.45	41.6	-3.1	31.88
2011	479.7	40.9	-4.5	36.24
2012	318.77	47	-7	20.25
2013	385.82	46.6	-4.4	25.95
2014	298.56	40.1	-2.9	23.82
2015	335.15	41	-3.5	25.83
2016	231.64	41.2	-2.3	18.26
2017	341.35	43.5	-1.9	25.79
2018	642.66	42.2	-2.4	49.42
2019	369.82	41.9	-2.2	28.76
2020	309.93	41.4	-5	22.91
2021	272	43.6	-1.9	20.50
2022	348.21	42.2	-2.4	26.78
2023	262.59	39.9	1.3	23.42
Min	113.25	38	-7	9.05

Moyenne	371.57	41.32	-3.19	28.71
Max	783.37	47	-0.6	62.34
Ecart type	142.57	2.12	1.58	11.31
Coefficient variation	0.38	0.05	-0.49	0.84

ANNEXE : A2

Tableau 04 : La superficie emblavée par espèces (blé dur, blé tendre et orge) dans la wilaya de Bordj bou Arreridj. (2018- 2023) (D.S.A, 2024)

Année	Blé dur (ha)	Blé tendre (ha)	Orge (ha)
2018	59097	6183	12120
2019	59235	5645	14395
2020	57700	5730	14300
2021	52739	4560	14336
2022	53093	5309	11676
2023	46693,3	5237,9	13739,3

Tableau 05 : production céréalière par espèce (blé dur, blé tendre et orge) dans la wilaya de Bordj bou Arreridj. (2018- 2023) (D.S.A, 2024)

Année	Ble dur (ha)	Ble tendre (ha)	Orge (ha)
2018	787730	86840	190120
2019	800922	81700	2444453
2020	620630	74525	204150
2021	117067	5113	24182
2022	506696,5	52093	128 344,50
2023	17290,2	1694,5	664,2

ANNEXE : A3

Tableau 06 : Données annuelles des facteurs climatiques et céréaliers (cas du blé dur)
(1990-2023) (D.S.A, 2024)

Année	Jours de pluies	Tmax (°c)	Tmin (°c)	superficiel emblavée (ha)	superficie récoltée (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)	Précipitations (mm)
1990	38	37,4	-3,5	51 530	41 600	137 830	3,5134	642,6
1991	60	37,8	-3,6	57 430	49 370	358 820	7,5367	565,8
1992	65	36,1	-6,5	52 510	47 350	410 240	8,9388	643,2
1993	53	40	-2,8	56 950	51 130	259 230	5,5145	444,5
1994	48	39,6	-1,8	56 500	11 700	101 500	5,9689	443,7
1995	56	38,6	-3	57 910	57 910	459 780	7,7508	540,3
1996	77	38	-0,3	56 670	56 656	633 806	11,8834	868,7
1997	70	39,9	0,2	60 564	28 478	110 000	4,7112	497,8
1998	47	38,9	-2	68 550	68 550	421 000	0,6124	421,8
1999	47	39,6	-3,3	60 900	77 350	175 000	4,8782	122,1
2000	45	40	-1,4	57895	23 385	93 800	0,4379	243,8
2001	39	39,1	-3	57 075	55 184	331 990	6,3649	362,8
2002	56	40,7	-1,5	54 309	10 110	26 500	0,3195	271
2003	72	40,2	-5,3	56 323	56 223	702 500	13,2221	521,1
2004	63	38	-2,5	54 673	54 500	702 600	17,286	530
2005	45	41,6	-7	55 099	53 693	312 760	6,2805	332
2006	55	40,4	-3,1	56 354	56 171	573 541	10,4151	314
2007	58	39,5	-2,9	55 852	55 427	728 000	14,0725	443
2008	56	40,6	-3	58 152	56 578	453 980	8,1747	329
2009	60	41,7	-1,7	56 500	56 535	797 180	14,2203	283
2010	62	41,6	-3,1	58 965	58 713	863 422	15,5441	369
2011	73	40,9	-4,5	59 470	59 156	982 755	17,2327	455
2012	57	47	-7	71 300	70 406	947 035	13,6802	223
2013	73	46,6	-4,4	72 000	71 653	1 026 124	14,6816	141
2014	64	40,1	-2,9	72 037	31 240	210 130	6,7686	286

2015	48	41	-3,5	67 840	65417	602 000	9,0122	358
2016	39	41,2	-2,3	63 655	65 852	63 235	11,2532	226
2017	31	43,5	-1,9	12 405	7495	59 000	18,4935	223
2018	47	42,2	-2,4	59 097	58990,7	787 730	13,7785	336,9
2019	30	42,5	-2,2	59 235	59086	800 922	14,2889	180,7
2020	29	39,7	-0,1	57700	57 658	620 630	10,7639	192
2021	29	43,6	-0,2	52739	22043,5	117 067	5,3107	272
2022	28	42,2	-0,2	53093	53022,5	506 697	9,5562	280,7
2023	31	39,9	1,3	46 693,30	3597	17290,2	4,8068	263,59

ANNEXE : A4

Tableau 07 : Différents facteurs intervenant dans la lutte contre les rongeurs (*rat des champs*) (2014-2023) (D.S.A,2024).

Campagne	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022
Nc	14	5	9	9	2	7	6	3
Na	340	49	103	41	8	39	23	8
So	810	440	490	157	34	284.5	172	99
Si	810	333	477	157	34	284.5	166	47
St	810	333	477	157	34	284.5	166	47
Qd	140	50	60	30	10	70	30.05	10
Qu	140	50	60	30	4.7	65.25	20.05	9.3
Qr	0	0	0	0	5.3	10.05	10.05	0.7

Tableau 08 : Fréquence d'infestation des communes de Bordj bou Arreridj par les rongeurs de champs. Campagnes (2014-2023).

Commune	Frequence d'infestation
Bir Kasd Ali	4
Hasnaoua	4
Ras El Oued	9
Ain Taghrout	7
Ksour	2
Belimour	1
Bordj Bou Arreridj	3
Medjana	3
El Achir	4
Mansoura	5
Bordj Ghedir	1
Ouled Brahem	3
El Anseur	1
Rabta	2
Aïn Tesra	3
Tixter	2

Khelil	2
Sidi Embarek	2
Taglait	1
Ghilassa	1
El M'hir	1

Tableau 09 : Répartition des agriculteurs à l'échelle des communes infestées (2014-2023).

Campagne	Nombre d'agriculteurs	Nombre de communes touchées
2014/2015	340	14
2015/2016	49	5
2016/2017	103	9
2017/2018	41	9
2018/2019	8	2
2019/2020	39	8
2020/2021	23	7
2021/2022	8	3
2022/2023	30	8

Tableau 10 : facteurs climatiques et d'infestation de la merione de shaw (2015-2023)

Année	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmoy (°C)	Nombre de communes infestées	Jours de pluies	Surface infestée	Pluviométrie
2015	40,1	-2,9	16,4	14	64	810	286,51
2016	41	-3,5	17,8	5	48	333	358
2017	41,2	-2,3	18,5	9	39	477	226
2018	43,5	-1,9	18,6	9	31	157	223
2019	42,2	-2,4	19,9	2	47	34	336,9
2020	42,5	-2,2	20,15	7	30	284,5	180,7

2021	39,7	-0,1	19,9	6	29	166	192
2022	43,6	-0,2	19,3	3	29	47	272
2023	42,2	-0,2	21	8	28	2	280,7

ANNEXE : A5

Tableau 11 : Liste des espèces recensées au niveau des exploitations agricoles de Ain Tagrout

Famille	Espèce (nom vernaculaire)	Classement
Poaceae	<i>Bromus rigidus</i> (Brome)	Monocotylédones
Asteraceae	<i>Anacyclus Rayonnant</i> (Anacycle rayonnant)	Dicotylédones
Lamiaceae	<i>Polygonum aviculare</i> (renouée des oiseaux)	Dicotylédones
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i> (Moutarde du champ).	Dicotylédones
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i> L (Bourrache officinale)	Dicotylédones
Lamiaceae	<i>Lamier amplexicaule</i> (lamier à feuilles embrassantes)	Dicotylédones
Asteraceae	<i>Centaurea Calcitrapa</i> (centaurée chasse-trape)	Dicotylédones
Caryophyllaceae	<i>Saponaria officinalis</i> (savonnière saponaire)	Dicotylédones
Poaceae	<i>Avena sterilis</i> (La folle avoine)	Monocotylédones
Papaveraceae	<i>Fumaria Parviflora</i> (Fumeterre à petites fleurs)	Dicotylédones

RÉSUMÉ

Le blé dur occupe une superficie estimée à 50313,85 ha (1990-2023) (72% de la superficie agricole totale de 245120 ha), il est soumis à des précipitations annuelles allant d'un minimum de 122,10 mm répartis sur 28 jours à un maximum de 868,70 mm répartis sur 77 jours. Cette variation importante se traduit par une production moyenne interannuelle d'environ 452767,46 quintaux et un rendement moyen d'environ 9,33 q/ha. Cette situation met en évidence l'importance de l'analyse des facteurs de production en relation avec les facteurs climatiques. La méthodologie utilisée a permis d'étudier les contraintes, notamment les problèmes phytosanitaires, qui affectent les rendements dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj, réputée pour sa vocation céréalière. Les résultats obtenus montrent des variations annuelles irrégulières considérables des superficies emblavées, de la production et des rendements. La pluviométrie est considérée comme insuffisante et mal répartie. Le modèle développé pour prédire le facteur de production montre que 63% de la variabilité de la production de blé dur est expliquée par la pluviométrie, représentée par le nombre de jours de pluie et la température maximale. Le reste est expliqué par les techniques culturales, les semences, les traitements phytosanitaires et la fertilisation, qui influencent la productivité. L'étude des zones de blé dur affectées par la sécheresse sur une période de six ans a montré que la région de Bordj Bou Arreridj est soumise à une sécheresse prononcée, non modérée et nécessitant un système d'irrigation dans les exploitations. Le modèle développé pour prédire les pullulations de rongeurs des champs montre que 82% de la variabilité de l'infestation est expliquée par la température et la pluviométrie. D'autres facteurs sont également impliqués dans le déclenchement des pullulations, comme la nature du sol. 68% de la variabilité des infestations est expliquée par l'indice d'avertissement, qui est un outil efficace de prévention des pullulations. Les indices d'avertissement calculés sur une période de dix ans sont inférieurs à 70 ($IA < 70$). Le problème des foyers nuisibles aux cultures céréalières n'est actuellement pas présent dans la région de Bordj bou Arreridj.

Mots clés : blé dur ; production ; précipitations, sécheresse ; infestations, modèles.

SUMMARY

Durum wheat occupies an area estimated at 50313.85 ha (1990-2023) (72% of the total agricultural area of 245120 ha) and is subject to annual rainfall ranging from a minimum of 122.10 mm spread over 28 days to a maximum of 868.70 mm spread over 77 days. This wide variation is reflected in an average inter-annual production of around 45,2767.46 quintals and an average yield of around 9.33 q/ha. This situation highlights the importance of analysing production factors in relation to climatic factors. The methodology used has made it possible to study the constraints, in particular phytosanitary problems, which affect yields in the wilaya of Bordj Bou Arreridj, known for its cereal production. The results obtained show considerable irregular annual variations in areas sown, production and yields. Rainfall is considered to be insufficient and poorly distributed. The model developed to predict the production factor shows that 63% of the variability in durum wheat production is explained by rainfall, represented by the number of rainy days and the maximum temperature. The remainder is explained by cultivation techniques, seeds, phytosanitary treatments and fertilisation, all of which influence productivity. A study of durum wheat growing areas affected by drought over a six-year period showed that the Bordj Bou Arreridj region is subject to pronounced, unmitigated drought, requiring an irrigation system on farms. The model developed to predict field rodent outbreaks shows that 82% of the variability in infestation is explained by temperature and rainfall. Other factors are also involved in triggering outbreaks, such as the nature of the soil. 68% of the variability in outbreaks is explained by the warning index, which is an effective tool for preventing outbreaks. The warning indices calculated over a ten-year period are below 70 ($IA < 70$). The problem of outbreaks affecting cereal crops is not currently present in the Bourdj bou Arreridj region.

Key words: Durum wheat; Production; Precipitation, Drought; Infestations, Models

الملخص

يشغل القمح الصلب مساحة تقدر بـ 50313.85 هكتار (1990-2023) (72% من اجمالي المساحة الزراعية البالغة 245120 هكتار) ويتعرض لهطول أمطار سنوية تتراوح بين الحد الأدنى من 122.10 ملم على مدى 28 يوما إلى الحد الأقصى 868.70 ملم على مدى 77 يوما. وينتج عن هذا التباين الكبير متوسط إنتاج سنوي يبلغ حوالي 452767.46 قنطار ومتوسط انتاج يبلغ حوالي 9.33 ق/هك . تبرز هذه الحالة أهمية تحليل عوامل الإنتاج بالنسبة للعوامل المناخية ، وقد مكنت المنهجية المستخدمة من دراسة المعوقات خاصة مشاكل الصحة النباتية ، التي تؤثر على الإنتاج في ولاية برج بوعريريج ، المشهورة بزراعة الحبوب . تظهر النتائج التغيرات السنوية غير المنتظمة الكبيرة في المساحات المزروعة والانتاج . يعتبر هطول الأمطار غير كاف وغير موزع بشكل جيد . يظهر النموذج المطور لتوقع عامل الانتاج أن 63% من تباين إنتاج القمح الصلب يتم شرحه بواسطة هطول الأمطار، ممثلا بعدد الأيام الممطرة ودرجة الحرارة القصوى . ويتم تفسير الباقي من خلال تقنيات الزراعة ، والبذور ، ومعالجات الصحة النباتية ، والأسمدة ، التي تؤثر على الانتاجية . وأظهرت دراسة مناطق زراعة القمح الصلب المتضررة من الجفاف على مدى ست سنوات أن منطقة برج بوعريريج تتعرض لجفاف شديد وليس معتدلا ويتطلب نظام ري في المزارع . ويبين النموذج الذي تم تطويره لتنبؤ بتفشي القوارض الحقلية أن 82 % من تباين الإصابة يرجع إلى درجة الحرارة وهطول الأمطار. هناك عوامل أخرى تشارك أيضا في إثارة تفشي المرض، مثل طبيعة التربة. يتم تفسير 68 % من التباين في الإصابة من خلال مؤشر التحذير، الذي يعتبر أداة فعالة للوقاية من الإصابات. تكون مؤشرات التحذير المحسوبة على مدى عشر سنوات أقل من 70 ($AI < 70$). مشكلة تفشي المرض التي تؤثر على محاصيل الحبوب غير موجودة حاليا في منطقة برج بوعريريج .

الكلمات المفتاحية : القمح الصلب ؛ الإنتاج ؛ الأمطار؛ الجفاف ؛ الإصابات ؛ النماذج .

