



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED KHIEDER- BISKRA  
FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

**THESE**

En vue de l'obtention du diplôme de **Doctorat** en sciences agronomiques

**Option** : Agriculture et environnement en régions arides

**THEME**

**Pratiques phytosanitaires et évaluation du risque d'exposition aux pesticides des ruminants nourris à base de céréales et sous-produits traités dans la région de Biskra.**

**Présentée par : Mme GUEHILIZ Naoual.**

**Jury composé de:**

**Présidente :** FARHI Kamilia (Prof - Univ. M<sup>ed</sup> Khieder. Biskra)  
**Promotrice :** BOUKHALFA Hassina Hafida (Prof - Univ. M<sup>ed</sup> Khieder. Biskra)  
**Co-promotrice :** DEGHTOUCHE Kahramen (Prof - Univ. M<sup>ed</sup> Khieder. Biskra)  
**Examinatrice:** BETTICHE Farida (MRA- CRSTRA.Biskra)  
**Examineur:** MAMMERI Adel (MCA- Univ. M<sup>ed</sup> Boudhief. Msila)  
**Examineur :** BEN SALAH Mohamed Kamel (MRA- CRSTRA.Biskra)

**Année universitaire : 2022/2023.**

سَيِّدُ الْبَرِيَّةِ مُحَمَّدٌ بْنُ عَبْدِ اللَّهِ



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED KHIEDER- BISKRA  
FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

**THESE**

En vue de l'obtention du diplôme de **Doctorat** en sciences agronomiques

**Option** : Agriculture et environnement en régions arides

**THEME**

**Pratiques phytosanitaires et évaluation du risque d'exposition aux pesticides des ruminants nourris à base de céréales et sous-produits traités dans la région de Biskra.**

**Présentée par : Mme GUEHILIZ Naoual.**

**Jury composé de:**

<b>Présidente :</b>	FARHI Kamilia	(Prof - Univ. M <sup>ed</sup> Khieder. Biskra)
<b>Promotrice :</b>	BOUKHALFA Hassina Hafida	(Prof - Univ. M <sup>ed</sup> Khieder. Biskra)
<b>Co-promotrice :</b>	DEGHNOUCHE Kahramen	(Prof - Univ. M <sup>ed</sup> Khieder. Biskra)
<b>Examinatrice:</b>	BETTICHE Farida	(MRA- CRSTRA.Biskra)
<b>Examineur:</b>	MAMMERI Adel	(MCA- Univ. M <sup>ed</sup> Boudhief. Msila)
<b>Examineur :</b>	BEN SALAH Mohamed Kamel	(MRA- CRSTRA.Biskra)

**Année universitaire : 2022/2023.**

## *Dédicace*

*Je dédie cette thèse à ceux qui ont cru en ma réussite*

*Mes parents exceptionnels*

*Mon cher mari Chafik*

*Ma chère sœur et mes frères*

*La mémoire de mes grands pères*

*Mes deux affectueuses grands-mères et ma belle mère*

*Mes oncles et tantes respectés*

*Mes petits chers anges, Alouia, Tadj Eddine et Meriem Bayan*

*Ma chère adorable Ouahiba*

*Ceux qui ont une pensée amicale pour moi*

*Mme GUEHLIZ Naoual*



## Remerciements

Au terme de ce travail, louange à **DIEU** tout puissant. Toute œuvre et quelle que soit sa nature est le résultat évident d'un long parcours de labeur. Bien réfléchi ambitieux, encadré, dirigé, orienté dont l'unique objectif est d'apporter un plus positif au domaine destiné, telle celui-ci l'affirme. Aussi ma révérence, mon plus profond respect et gratitude à :

Madame **BOUKHALFA Hassina Hafida**, professeure à l'université de Biskra, département d'Agronomie, pour m'avoir dirigé avec enthousiasme tout au long de ces années, m'avoir aidé à orienter mon sujet et à mieux cibler mes objectifs et d'avoir évalué mon travail de thèse et des publications avec intérêt, malgré ses nombreuses responsabilités. Qui m'a en plus ouvert les portes de son laboratoire de recherche (PIARA), m'a constamment encouragé et pour sa qualité humaine. Qu'elle trouve dans ce manuscrit la modeste expression de ma reconnaissance et de mon éternelle gratitude.

Madame **DEGHNOUCHE Kahramen**, professeure à l'université de Biskra, département d'Agronomie, qui a accepté de co-diriger ce travail, pour son soutien, sa disponibilité et ses précieux conseils qui ont été pour moi une source de réconfort, d'aide et d'encouragement dans la réalisation de cette thèse, ainsi que pour sa qualité humaine. Qu'elle trouve ici le témoignage de mes remerciements.

Madame **FARHI Kamilia**, professeure à l'université de Biskra, département d'Agronomie, qui a bien voulu présider le jury de cette thèse. C'est tout un honneur pour moi. Je la prie d'accepter l'expression de mon respect, de ma profonde considération et de mes vifs remerciements.

Monsieur **MAMMERI Adel**, Maître de conférences A., à l'Université de M'sila, département d'Agronomie, ainsi que Monsieur **BEN SALAH Mohamed Kamel** et Madame **BETTICHE Farida**, Maîtres de recherches A., au centre de recherche (CRSTRA Biskra) de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner cette thèse. Qu'ils trouvent ici le vif témoignage de mes remerciements.

Monsieur **TARAI Nacer** notre chef de département d'Agronomie à l'Université de Biskra pour son aide.

Monsieur **DJEBIRET Chafik**, inspecteur vétérinaire principal, Direction des services agricoles Wilaya de Biskra, de m'avoir aidé dans la réalisation de différents prélèvements sanguins dans les sites d'étude.

Monsieur **Helal Fayçal**, ingénieur hydrogéologue, Direction des ressources en eau Wilaya de Biskra, pour son aide dans la réalisation de la cartographie.

Monsieur **ADILI Nezar**, Maître de conférences A., à l'Université de Batna et Monsieur **OUAMANE Abdelmoneim Tarek**, Docteur au centre de recherche (CRSTRA Biskra), qui m'ont apporté un grand appui dans les traitements statistiques des données.

Monsieur **BEN SALAH Tarek**, Chef service des statistiques agricoles, Direction des services agricoles de la Wilaya de Biskra, pour son aide d'obtenir des données statistiques de l'agriculture et de l'élevage de la région de Biskra.

Tous les agriculteurs et éleveurs ayant participé à l'enquête, ainsi que les délégués communaux des services agricoles des communes d'El Fiedh, Ain Naga, Mlili, Ourllal, Oumech, El outaya et Doucen, qui n'ont pas hésité à me recevoir et à répondre à mes questions.

Ma pensée finale toute spéciale, va à mon mari et ma famille, Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude et ma sincère reconnaissance et le témoignage de mon amour. Je les remercie pour leur présence à mes côtés, leur encouragement et leur soutien.

Que ceux ou celles que j'aurais pu oublier puissent me pardonner.



## Liste des abréviations

AChE : acétylcholinestérase

BChE : butyrylcholinestérase

ACh : acétylcholine

AcSCh : acétylthiocholine

ChE : cholinestérase

DTNB : dithiobisnitrobenzoate

SH : les groupements thiols de la thiocholine

anti-ChE : anti-cholinestérase

DSA : Direction des Services Agricoles

WHO : World Health Organization

UIPAC : Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée

DA : Dinar Algérien

CCLS : Coopération des céréales et légumes sec

N\*: Nombre des répondants par (Oui)

DAR : délais avant récolte

OMS : Organisation mondiale de santé

UE : Union Européenne

LMRs : Limites Maximales de Résidus

ONAB : Office national d'aliments de Bétail

IFT : l'Indicateur de Fréquence des Traitements

IPP : l'Indice de Pression Phytosanitaire

MAEC : Mesures agro-écologiques et climatiques

ONIGC : Office National Interprofessionnel des Grandes Cultures

GPS : Global Positioning System

r : le coefficient de corrélation de Pearson

DL50 : Dose létale, la quantité d'une matière, administrée en une seule fois, qui cause la mort de 50 % d'un groupe d'animaux d'essai.

OPS : Organophosphorés

N° : numéro

## Liste des unités de mesure

qx/ha : quintaux à l'hectare

UI : Unité Internationale

UI/l : Unité Internationale/ litre

$\mu\text{M}$  : micromole

Km : Kilomètre

$\text{m}^3$  : mètre cube

ha : hectare

mm : millimètre

$^{\circ}\text{C}$  : degré Celsius

% : pourcent

u : unité

hl: hectolitre

$\mu\text{g}/\text{ml}/\text{h}$  : microgramme/millilitre/heure

## Liste des figures

<b>Figures</b>	<b>Titre</b>	<b>Pages</b>
<b>Figure 01</b>	Evolution des superficies cultivées en céréales dans la région de Biskra entre 2011 et 2021.	13
<b>Figure 02</b>	Evolution des productions céréalières dans la région de Biskra entre 2011 et 2021.	13
<b>Figure 03</b>	Evolution des superficies de céréales désherbées dans la région de Biskra de 2011 à 2021.	14
<b>Figure 04</b>	Evolution de la superficie des fourrages dans la région de Biskra entre 2011 et 2021.	15
<b>Figure 05</b>	Evolution de la production des fourrages dans la région de Biskra entre 2011 et 2021.	15
<b>Figure 06</b>	Evolution de l'effectif ovin dans la région de Biskra entre 2011 et 2021.	16
<b>Figure 07</b>	Localisation des sites d'étude.	17
<b>Figure 08</b>	Réalisation des enquêtes avec les céréaliculteurs des sites d'études	21
<b>Figure 09</b>	Systèmes de production pratiqués par les agriculteurs enquêtés	25
<b>Figure 10</b>	Principales espèces de céréales cultivées par les agriculteurs enquêtés	26
<b>Figure 11</b>	Superficies des exploitations céréalières dans la région d'étude	27
<b>Figure 12</b>	Statut juridique des exploitations agricoles enquêtées	27
<b>Figure 13</b>	Répartition des sources d'eau d'irrigation des agriculteurs enquêtés	28
<b>Figure 14</b>	Répartition des types de semences utilisées par les céréaliculteurs enquêtés	31
<b>Figure 15</b>	Taux d'utilisation des intrants agricoles par les céréaliculteurs enquêtés	32
<b>Figure 16</b>	Types de main d'œuvre employée dans les céréalières enquêtées	33
<b>Figure 17</b>	Taux d'utilisation des pesticides par les céréaliculteurs enquêtés	34
<b>Figure 18</b>	Répartition des superficies de blé dur, blé tendre et d'orge traitées	36
<b>Figure 19</b>	Périodes de traitement phytosanitaires appliqués par les céréaliculteurs	46
<b>Figure 20</b>	Répartition du cheptel des agro-éleveurs enquêtés par systèmes d'élevage	47
<b>Figure 21</b>	Répartition des agro-éleveurs enquêtés par type d'élevage pratiqué	48
<b>Figure 22</b>	Différents types et sources d'aliments du cheptel ovin et caprin de la région d'étude	51
<b>Figure 23</b>	Composition de l'aliment concentré des ovins et caprins de la région d'étude	51
<b>Figure 24</b>	Capture d'écran de l'opération de calcul de l'IFT sur un tableau Excel 2007	62

<b>Figure 25</b>	Intensité d'utilisation de pesticides sur cultures céréalières par sites d'étude	66
<b>Figure 26</b>	Géo-localisation des pressions phytosanitaires dans les sites d'études	68
<b>Figure 27</b>	Localisation des exploitations d'échantillonnage des ovins sur les sites d'études	72
<b>Figure 28</b>	Prélèvements sanguins des ovins	73
<b>Figure 29</b>	Etapes de centrifugation des prélèvements de sang des ovins (A, B, C, D)	74
<b>Figure 30</b>	Régression linéaire de la dépendance des taux d'inhibition de Butyrylcholinestérase chez les ovins de la pression phytosanitaire (IPP)	77

## Liste des tableaux

<b>Tableaux</b>	<b>Titre</b>	<b>Pages</b>
<b>Tableau 01</b>	Principales cultures pratiquées dans la région de Biskra durant la campagne agricole 2020/2021 (superficies et productions)	11
<b>Tableau 02</b>	Ressources animales de la région de Biskra durant la campagne 2020/2021.	12
<b>Tableau 03</b>	Produits animaux de la région de Biskra durant la campagne 2020/2021.	12
<b>Tableau 04</b>	Distribution des effectifs des céréaliculteurs enquêtés sur les sites d'étude	20
<b>Tableau 05</b>	Situation socio-économique des céréaliculteurs et/ou agro-éleveurs enquêtés	23
<b>Tableau 06</b>	Taux de mécanisation des exploitations céréalières	30
<b>Tableau 07</b>	Répartition des groupes chimiques des pesticides utilisés par les enquêtés	35
<b>Tableau 08</b>	Identification des pesticides utilisés par les céréaliculteurs enquêtés	37
<b>Tableau 09</b>	Identification des matières actives des pesticides utilisés par les céréaliculteurs enquêtés	43
<b>Tableau 10</b>	Comportement des céréaliculteurs vis-à-vis des DAR et des doses d'application de pesticides recommandées	45
<b>Tableau 11</b>	Variation des tailles des troupeaux ovins des agro-éleveurs enquêtés	49
<b>Tableau 12</b>	Variation des tailles des troupeaux caprins des agro-éleveurs enquêtés	49
<b>Tableau 13</b>	Pratique de pâturage des ovins et caprins des agro-éleveurs enquêtés	53
<b>Tableau 14</b>	Catégories de pression phytosanitaire	61
<b>Tableau 15</b>	IFT <sub>Parcelle</sub> calculés pour chaque culture céréalière dans les sites d'étude	64
<b>Tableau 16</b>	Indice de pression de traitements phytosanitaires (IPP) par site d'étude	68
<b>Tableau 17</b>	Caractéristiques des exploitations d'échantillonnage des ovins	72
<b>Tableau 18</b>	Taux d'inhibition de l'activité de Butyrylcholinestérase chez les ovins en fonction de la pression phytosanitaire du site	76
<b>Tableau 19</b>	Test de corrélation de Pearson entre la pression phytosanitaire (IPP) et le taux d'inhibition de l'activité de Butyrylcholinestérase chez les ovins	77
<b>Tableau 20</b>	Variation des Taux d'inhibition de l'activité de Butyrylcholinestérase en fonction des niveaux de pression phytosanitaire	78
<b>Tableau 21</b>	Report de l'activité de Butyrylcholinestérase moyenne (UI/l) chez les ovins dans les trois niveaux de pression phytosanitaire à la norme.	79



## Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	2
<b>Premier chapitre : Caractérisation de la région d'étude</b>	
Introduction.....	10
I. Caractéristiques naturelles de la région de Biskra.....	10
II. Activités agricoles de la région de Biskra.....	11
II.1. Pratique de la céréaliculture dans la région de Biskra.....	12
II.1. 1. Evolution de la céréaliculture dans la région de Biskra (2011- 2021).....	13
II.1. 2. Evolution de l'usage des herbicides dans la région de Biskra (2011-2021).....	14
II.2. Pratique des cultures fourragères dans la région de Biskra.....	14
II.2.1. Evolution de la superficie des fourrages dans la région de Biskra (2011-2021)....	14
II.2.2. Evolution de la production des fourrages dans la région de Biskra (2011-2021)...	15
II. 3. Evolution de l'effectif ovin dans la région de Biskra (2011-2021).....	16
III. Critères de choix de la région d'étude.....	16
III.1. Localisation des sites d'étude.....	17
Conclusion.....	17
<b>Deuxième chapitre : Caractérisation de la céréaliculture de la région de Biskra</b>	
Introduction.....	19
I. Méthodologie de travail .....	19
I.1. L'échantillonnage.....	19
I.2. Déroulement de l'enquête.....	20
I.3. Traitements statistiques des données de l'enquête.....	21
I.4. Identification et classification des matières actives recensées.....	21
II. Résultats et discussions.....	22
II.1. Situation socio-économique des agriculteurs et/ou agro-éleveurs enquêtés.....	22
II.2. Identification des systèmes de production pratiqués au sein des exploitations céréalières.....	24
II.3. Caractérisation de la pratique de céréaliculture dans la région de Biskra.....	25
II.3.1. Principales cultures céréalières pratiquées.....	25
II.3.2. Taille et statut juridique des exploitations.....	26
II.3.3. Disposition de sources d'eaux d'irrigation.....	27
II.3.4. Disposition de matériel agricole.....	28

II.3.5. Gestion des semences.....	31
II.3.6. Utilisation des intrants agricoles.....	31
II.3.7. Qualité de la main d'œuvre.....	32
II.4. Caractérisation des pratiques phytosanitaires des exploitations céréalières.....	34
II.4.1. Taux d'utilisation des pesticides par les céréaliculteurs.....	34
II.4.2. Types de pesticides utilisés en céréaliculture.....	34
II.4.3. Superficies de céréales traitées.....	35
II.4.4. Identification des pesticides utilisés en céréaliculture.....	37
II.4.5. Identification des matières actives des pesticides utilisés sur les céréales.....	42
II.4.6. Doses appliquées et délais avant récolte (DAR) des pesticides utilisés.....	44
II.4.7. Périodes d'application des traitements phytosanitaires par les céréaliculteurs.....	46
II.5. Caractérisation du système d'élevage des petits ruminants et leur conduite alimentaire.....	47
II.5.1. Caractérisation du système d'élevage ovin.....	47
II.5.2. Composition des cheptels ovins.....	48
II.5.3. Caractérisation des troupeaux.....	48
II.5.4. Conduite alimentaire des petits ruminants.....	50
II.5.4.1. Orge en vert, paille et concentré.....	50
II.5.4.2. Pâturage du cheptel dans les chaumes des céréales et parcours naturels.....	52
II.5.4.3. L'abreuvement.....	54
Conclusion.....	54
<b>Troisième chapitre : Evaluation de la pression phytosanitaire des exploitations céréalières</b>	
Introduction.....	57
I. Méthodologie de travail.....	57
I.1. Présentation des indices IFT et IPP.....	57
I.1.1. Méthode de calcul de l'IFT <small>Traitement</small> .....	58
I.1.2. Principes généraux de calcul de l'IFT.....	58
I.1.3. Méthode de calcul de l'IFT <small>Unité spatiale (parcelle)</small> .....	60
I.1.4. Notion d'agrégation spatiale.....	60
I.1.5. Distinction IFT Herbicides / Hors Herbicides.....	61
I.1.6. Méthode de calcul de l'Indice de pression phytosanitaire (IPP).....	61

I.2. Calcul de l'IFT et de l'IPP des cultures céréalières dans les sites d'étude.....	61
I.3. Géolocalisation des pressions phytosanitaires.....	62
II. Résultats et discussion.....	63
II.1. Indicateur de Fréquence des Traitements phytosanitaires (IFT).....	63
II.1.1. Calcul de l'IFT <sub>parcelles</sub> des sites d'étude par culture céréalière.....	63
II.1.2. Calcul des différents types d'IFT <sub>parcelle</sub> par site d'étude.....	65
II.2. Calcul et géolocalisation de l'IPP des sites d'étude.....	66
Conclusion.....	69
<b>Quatrième chapitre : Evaluation de l'exposition aux pesticides des ovins dans les exploitations céréalières des sites d'étude</b>	
Introduction.....	71
I. Méthodologie de travail.....	71
I.1. Présentation des exploitations d'échantillonnage des ovins.....	71
I.2. Echantillonnage des ovins des exploitations sélectionnées.....	72
I.3. Dosage de l'activité Butyrylcholinestérasique des ovins sélectionnés.....	73
I.3.1. Prélèvements sanguins des ovins sélectionnés.....	73
I.3.2. Dosage de l'activité de Butyrylcholinestérase au laboratoire.....	74
I.4. Calcul du taux d'inhibition de la butyrylcholinestérase .....	75
I.5. Analyses statistiques des résultats de dosage de Butyrylcholinestérase.....	75
II. Résultats et discussions.....	76
II.1. Calcul des taux d'inhibition de l'activité de Butyrylcholinestérase chez les ovins exposés aux pesticides.....	76
II.2. Corrélation entre la pression phytosanitaire (IPP) et le taux d'inhibition de Butyrylcholinestérase.....	77
II.3. Variation des taux d'inhibition de l'activité Butyrylcholinestérasique chez les ovins.....	78
II.4. Evaluation du risque d'exposition des ovins aux pesticides.....	78
Conclusion.....	80
<b>Conclusion générale</b> .....	82
<b>Références bibliographiques</b> .....	
<b>Liste de productions scientifiques</b> .....	
<b>Annexes</b> .....	

# **Introduction générale**

### Introduction générale

Les céréales tiennent de loin, la première place quant à l'occupation des terres agricoles, parce qu'elles servent d'aliments de base pour une grande proportion de la population mondiale, notamment en Afrique (Harold et Tabo, 2015). En revanche, elles sont les aliments les plus utilisés dans l'alimentation des élevages intensifs. Elles fournissent des éléments très énergétiques permettant d'obtenir des vitesses de croissance élevées jusqu'à l'abattage avec des états d'engraissement satisfaisants. Pour cette fin, une panoplie de céréales peut être utilisée (orge, blé, avoine, maïs, etc.), seules ou en mélange, broyées, concassées ou entières, achetées dans le commerce ou préparées à la ferme, le choix revient à l'éleveur dans le régime qu'il offre à ses animaux. En effet, les progrès techniques importants dans la culture céréalière permettent de consacrer une part importante des terres cultivées à la production d'alimentation animale (Ziani, 2016). Cette dernière utilise un cinquième de la production végétale primaire mondiale hors fourrages (1,7 milliard de tonnes sur 9), dont (37%) sont des céréales. Il est à noter également que la consommation mondiale de concentrés (hors tourteaux et co-produits) a augmenté de (27 %) entre 2010 et 2019 et que les céréales (en incluant le maïs) fournissent l'essentiel de cette croissance en contribuant par (73%) à l'évolution (Couturier et Doublet, 2022).

Dans la même optique, les grandes surfaces accordées à la céréaliculture en Algérie sont justifiées par son double importance. D'une part, les céréales constituent avec leurs dérivés l'épine dorsale du système alimentaire Algérien (Bédrani, 2002 ; Kellou, 2008), dont le blé dur est la céréale la plus consommée (Jouve et *al.*, 1995) avec 200 à 219 kg /hab/an (Hervieu et *al.*, 2006 ; Boulal et *al.*, 2007 ; Chehat, 2007) présentant ainsi une grande importance pour la sécurité alimentaire (Harold et Tabo, 2015). En outre, la croissance de la production des céréales reste faible par rapport à la croissance démographique (Djermoun, 2018), ce qui a rendu l'Algérie un importateur de céréales (Moulai, 2008), principalement le blé tendre avec un taux de (71%), suivi du blé dur avec (21%) et puis l'orge avec (7,8%) durant la période 2011-2017. D'autre part, la céréaliculture fournit à l'élevage, paille, chaumes, jachères et concentrés, pour l'alimentation des animaux.

Afin de subvenir aux besoins croissants en grains, il est primordial d'améliorer la production nationale et ce par une intensification des cultures céréalières (Mebdoua, 2017). Celle-ci est essentiellement pluviale, dans les zones semi-arides des

hautes plaines telliennes, sub-arides des hauts-plateaux, humides et sub-humides des régions littorales et sub-littorales (Feliachi, 2000 ; Chehat, 2006 ; Djermoun, 2009 ; Rastoin et Benabderrazik, 2014 ; Bessaoud et *al.*, 2019). Par contre, dans les zones sahariennes, elle est conduite en irrigué selon un système de production traditionnel ou intensif (Feliachi, 2000 ; Djermoun, 2009). Dans ces régions, l'État a considérablement investi pour équiper de grandes exploitations céréalières en pivot d'irrigation dans le cadre de la loi de mise en valeur des terres agricoles de 1983 (Otmane et Kouzmine, 2013).

Dans ce contexte, la politique agricole actuelle vise à moderniser les filières stratégiques pour accroître la production, notamment du blé dur, substituer la production nationale à l'importation et augmenter le volume des exportations (Bouزيد et *al.*, 2020). Cependant, la céréaliculture en Algérie s'accompagne généralement de l'activité d'élevage (Bencherif, 2011), à savoir l'élevage ovin-caprin. Cet élevage est plus pratiqué dans les parcours et les pacages pastoraux qui couvrent (13 %) de la superficie du pays et sont presque quatre fois plus grands que les terres cultivables. Ils s'étendent sur environ 32 millions ha dans la steppe, les hautes plaines semi arides céréalières et au Sahara (Kerboua et *al.*, 2003 ; Zouyed, 2005 ; Bencherif, 2011 ; MADRP, 2016 ; Bencherif, 2018).

Environ (60%) de l'effectif ovin national se localise dans la steppe qui constitue la terre d'un parcours par excellence (Khelifi, 1999 ; Bencherif, 2013). Elle a été pendant des siècles un vaste territoire partagé entre des tribus nomades, pratiquant principalement l'élevage pastoral ovin-caprin transhumant et la culture de petites surfaces de céréales alimentaires sur les bas-fonds (Bencherif, 2011). Ce système traditionnel a beaucoup changé ces dernières décennies, il a été majoritairement remplacé par un système de culture et d'élevage pastoral moderne, de brebis viande et de chèvres, en partie nourries de fourrages achetés ou produits sur place, mais pâturant toujours la steppe (Bencherif, 2018). Cette dernière constitue la principale source de l'alimentation du bétail, bien qu'elle soit très dégradée et difficile à prévoir d'une année à l'autre (Kanoun et *al.*, 2013) parce qu'elle est soumise à des sécheresses récurrentes et à une pression anthropique croissante. Cette dégradation a pour cause aussi, l'exploitation de terres impropres aux cultures, la gestion irrationnelle des parcours, l'introduction de moyens et de techniques de développement inadaptés au milieu et le manque de concertations entre les différents acteurs du développement (Nedjraoui et Bédrani, 2008). La steppe a subis des

transformations qui portent à la fois sur l'organisation sociale, l'économie et les écosystèmes (Le Houérou, 1985 ; Aidoud, 1996 ; Bedrani, 1999 ; Nedjraoui, 2002 ; Bensouiah, 2004 ; Bourbouze, 2006).

En parallèle, comme toute culture, les céréales sont sujettes à de nombreuses contraintes biotiques. Notamment les maladies fongiques, les attaques d'insectes et l'infestation par les mauvaises herbes qui occasionnent des pertes de rendements considérables. Dans cette situation, l'une des solutions permettant d'optimiser les rendements est l'utilisation des produits phytosanitaires, essentiellement des herbicides, des fongicides et des insecticides (Marouane, 2014, Mebdoua, 2017). Caractérisés par une variété de structures chimiques, de groupes fonctionnels et d'activités (Cietap, 2003), ces intrants sont devenus une composante majeure de l'agriculture moderne. Notamment, les Etats Unis, le Brésil, le Japon et la France sont les premiers consommateurs dans le monde (Aude et *al.*, 2018), tandis que leur utilisation est moindre en Afrique (Le Bars et *al.*, 2020) à savoir l'Algérie (Belhadi et *al.*, 2016). Pour cette dernière, l'usage de pesticides va en paire avec le développement de l'agriculture (Nabti, 2015), où l'on enregistre selon l'index phytosanitaire (DPVCT, 2017) 240 produits phytosanitaires homologués sur les céréales en végétation, en semences et en stock, composés de près de 131 matières actives utilisées individuellement ou en association.

Cependant, si l'utilisation de produits phytosanitaires est souvent nécessaire pour l'augmentation des productions agricoles, ils demeurent toxiques et leur usage reste tributaire de la maîtrise des modes d'usage (Diop, 1992 ; Deviller et *al.*, 2005). L'utilisation intensive de ces produits peut amplifier les risques environnementaux affectant les écosystèmes, la santé humaine et la chaîne alimentaire en résidus de pesticides (Olina Bassala et *al.*, 2015, N'guessan et *al.*, 2016, Bettiche, 2017, Dognon, 2018). Principalement, la contamination des ressources édaphique et hydrique (Albanis et *al.*, 1998, Tissier et *al.*, 2005 ; Barrette, 2006; Ramdani et *al.*, 2009), l'atteinte à la biodiversité et le déséquilibre de la faune (Poulier, 2014 ; Ano et *al.*, 2018), la résistance des cibles visées (ACTA, 2002; Sougnabe et *al.*, 2009), l'accumulation de résidus dans les produits agricoles qui peuvent constituer un danger pour la santé du consommateur (Cissé et *al.*, 2001 ; Pesticide Action Network, 2005 ; Mebdoua, 2017).

Les cholinestérasas animales sont divisées en deux classes selon la spécificité de leur substrat et leur sensibilité aux inhibiteurs, l'acétylcholinestérase ou

cholinestérase vraie (AChE) et la butyrylcholinestérase pseudo (BChE) (Austin et Berry, 1953 ; Dorko et *al.*, 2011). Elles sont largement distribuées dans l'organisme et sont capables d'hydrolyser les esters de la choline (Lauwerys, 1999). Ces enzymes participent au fonctionnement du système nerveux central (cerveau et moelle épinière) et du système périphérique (nerfs et jonctions nerf-muscle ou nerf-glande) (LABAC, 2013). Elles sont responsables de la dégradation du neurotransmetteur acétylcholine (ACh) en choline et en acide acétique (Prado et *al.*, 2002) rapidement en moyenne de 10.000 molécules de substrat hydrolysées par seconde (entre 1000 et 20000 s<sup>-1</sup>, selon l'espèce considérée) (Quinn, 1987 ; Harel et *al.*, 2000). Elles sont aussi essentielles dans la transmission de l'influx nerveux d'une cellule à l'autre (Chuang et *al.*, 1996 ; Hoffman et *al.*, 2001 ; Lotti, 2001).

Diverses substances utilisées en agriculture comme pesticides ont des effets inhibiteurs des cholinestérases. Notamment, les organochlorés, les organophosphorés, les carbamates et d'autres substances. Elles inactivent ces enzymes de façon temporaire ou permanente (Lester, 1994 ; Hoffman et *al.*, 2001 ; Pohanka, 2011 ; Ben Oujji, 2012 ; Faraldi, 2019) et entraînent une accumulation d'acétylcholine dans l'espace synaptique (Chuang et *al.*, 1996 ; Kwasnieski, 2010).

Les pesticides anti-ChE peuvent causer différents effets sublétaux affectant des fonctions vitales comme la thermorégulation, le comportement reproducteur et la consommation alimentaire (O'Shea et Johnston, 2009) et participent à la disparition de certaines espèces protégées (Plaza, et *al.*, 2019). A cet effet, l'utilisation et la gestion de ces substances sont devenues un sujet multi facette très préoccupant, ce qui impose une meilleure maîtrise des pratiques phytosanitaires impliquées dans les systèmes de production agricole afin de remédier durablement à leurs inconvénients (Kpan et *al.*, 2019). Une meilleure maîtrise pourra permettre de protéger la santé des utilisateurs et des consommateurs de produits agricoles ayant subi des traitements phytosanitaires et aussi de préserver les écosystèmes (FAO et ONSSA, 2015).

A la lumière de ce qui a précédé, la présente recherche vise principalement d'établir le lien entre les pratiques phytosanitaires des céréaliculteurs et les taux d'exposition aux pesticides des ovins nourris à base de céréales et sous-produits de céréales traitées dans la région de Biskra. Ceci à travers l'observation du comportement de ces ovins en se référant aux taux de butyrylcholinestérase dans leur sang. L'évaluation du risque est basée sur des scénarios et des données réelles des pratiques phytosanitaires et agropastorales des céréaliculteurs et des agro-éleveurs de



la région. La finalité du travail s'insère dans le cadre de la recherche de stratégies d'agro-élevage adaptés au contexte local et permettant de minimiser les risques liés à l'usage des produits phytopharmaceutiques.

L'étude est structurée en respectant la chronologie des étapes, en commençant par une introduction générale traitant des généralités sur la pratique de céréaliculture, leur traitements phytosanitaires et l'élevage ovin, en insistant sur l'étroite liaison entre les trois tout en expliquant l'effet de l'utilisation des pesticides sur le fonctionnement de l'enzyme butyrylcholinestérase chez les animaux comme biomarqueur. Suivie du premier chapitre qui présente la localisation et les caractéristiques globales de la région d'étude en justifiant le choix de cette dernière. Le deuxième chapitre porte sur les données collectées à travers des enquêtes sur la pratique des céréales, leurs traitements phytosanitaires et l'élevage des petits ruminants dans la région d'étude permettant d'établir des scénarios réalistes et de tracer le cadre général de la situation sur terrain. Le troisième chapitre est réservé à l'évaluation de la pression phytosanitaire des exploitations céréalières sur les différents sites d'étude à l'aide des indicateurs de la pression phytosanitaire (IFT et IPP) en fonction des pratiques agricoles et phytosanitaires des agriculteurs ayant participé à l'enquête de terrain, ce qui permet d'effectuer un classement des zones en fonction des niveaux de risques. Le quatrième chapitre est consacré à l'évaluation du risque d'exposition aux pesticides des ovins nourrit à base de céréales et sous-produits de céréales traitées dans les zones à différents niveaux de pression phytosanitaire à travers le dosage de l'activité cholinésterasique dans le sang de ces ovins. L'étude se termine par une conclusion générale résumant les principaux résultats obtenus et présentant quelques perspectives envisagées pour des travaux ultérieurs.

# **Premier chapitre :**

## Caractérisation de la région d'étude

## Introduction

Malgré les efforts consentis par l'Etat, les rendements céréaliers en Algérie restent très bas, insuffisants et surtout très aléatoires (Chadouli, 1991 ; Kellil, 2010 ; Maamri, 2011), ne pouvant atteindre que 7 à 15 qx/ha selon les années (Selmi, 2000 ; Bessaoud et *al.*, 2019). Ceci est expliqué par l'influence des mauvaises conditions pédoclimatiques d'une part et par une faible maîtrise des techniques culturales d'autre part (Chabi et *al.*, 1992 ; Ait kaki, 1993) où une grande partie de ce système de production est soumise aux pratiques de l'agriculture traditionnelle, incapable de surmonter les irrégularités du climat (Ait-Slimane-Ait-Kaki, 2008).

La situation de la région d'étude pourrait donc avoir une grande influence sur les caractéristiques de sa structure géographique, géomorphologique, hydrologique, hydrogéologique et pédologique, ainsi que sa situation climatologique. Ces caractéristiques ont de nombreuses conséquences sur les activités agricoles et la population active dans ce domaine.

Dans ce chapitre, nous présentons une vue générale sur la pratique de céréaliculture, l'usage des traitements phytosanitaires sur céréales, les fourrages, ainsi que l'élevage ovin dans la région de Biskra. Ceci permettra une caractérisation structurelle et fonctionnelle justifiant le choix de la région d'étude en exprimant ses potentialités.

## I. Caractéristiques naturelles de la région de Biskra

La région de Biskra est située au Sud-est Algérien à 450 km de la capitale (Alger). Elle s'étend sur une superficie d'environ 21 509, 80 km<sup>2</sup> (DSA, 2021), située entre 4°15' et 6°45' Est de longitude et entre 35°15' et 33°30' degré Nord de latitude, avec une altitude qui varie entre 29 et 1600 mètres par rapport au niveau de la mer (Chebbah, 2007). Elle est composée de quatre éléments géomorphologiques divers, montagnes, plaines, plateaux et dépressions (Gousskov, 1964, Dubost et Larbi, 1998 ; I.N.R.A.A, 2006 ; Bougherara et Lacaze, 2009). Ajoutant à cela les formations sableuses (Kadi Hanifi et Achour, 1998).

En effet, un réseau hydrographique la sillonne par quatre grands oueds, Oued Biskra, Oued El Arab, Oued El Abiadh et Oued Djedi qui constitue le collecteur général des eaux de l'atlas saharien (Ould Baba, 2005 ; D.G.F, 2006). Les crues de ces oueds terminent leurs courses dans le Chott Melghir (Benkhaled et *al.*, 2008). En revanche, des sources d'eaux superficielles importantes d'une capacité de 73 000 000 m<sup>3</sup> sont collectées dans le barrage de Foug El Gherza à Sidi Okba et Fontaine des Gazelles à El Outaya. Les ressources souterraines représentées par 10 845 forages et 3 610 puits permettent d'irriguer une

superficie de 122746 ha de différentes cultures, par seguias (56221 ha), goutte à goutte (61930 ha), aspersion (3075 ha) et par pivot (1520 ha) (DSA, 2021).

Les sols de la région sont inventoriés dans les classes des sols pauvres, peu profonds, basiques, riches en gypse, calcaire et magnésium. Ce sont des sols éoliens d'ablation, perméables et halomorphes (Khechai 2001, A.N.A.T, 2003 ; Bougherara et Lacaze, 2009, Sedrati, 2011).

La région de Biskra est située dans l'étage bioclimatique Saharien à hiver doux peu pluvieux et un été sec et chaud (Le Houérou, 1995 ; Doumandji-Mitiche et *al.*, 2014). La période sèche s'étale sur la totalité de l'année (Belhadi et *al.*, 2016). Le régime pluviométrique est faible car la moyenne interannuelle des précipitations est de l'ordre de 200 mm. La température moyenne sur 40 ans (1973-2014) est de 30.81°C (Bettiche, 2017).

## II. Activités agricoles de la région de Biskra

L'aspect économique de la région de Biskra est axé principalement sur le secteur agricole qui couvre une superficie d'environ 1 652 751 ha, soit (77%) du territoire de la wilaya. La surface agricole utile de la wilaya est estimée à 185 473 ha, dont (62.24 %) est irriguée. Ceci souligne l'importance de la mobilisation des ressources hydriques pour l'agriculture dans la région. Ajoutant à cela, 1 399 746 ha de terre pastorale.

En effet, cette région est pionnière en termes de production végétale, où les cultures maraîchères arrivent en premier ordre avec 12595840 qx, suivis directement par la phoeniciculture avec 4785000 qx, puis les céréales avec 1031270 qx, et ce grâce à l'encouragement du secteur par l'État (DSA, 2021) (tableau 01).

**Tableau 01** : Principales cultures pratiquées dans la région de Biskra durant la campagne agricole 2020/2021 (superficies et productions)

Spéculation	Superficie (ha)	Production (qx)
<b>Cultures Maraîchères</b>	32086	12595840
<b>Phoeniciculture</b>	44251	4785000
<b>Céréales</b>	29648	1031270
<b>Fourrages</b>	9850	637330
<b>Arbres fruitiers</b>	5330	182060
<b>Oliviers</b>	5432	111819
<b>Agrumes</b>	76	2930

Source : (DSA, 2021).

La région de Biskra est également caractérisée par sa vocation pastorale. Cette réalité fournit une atmosphère appropriée pour les activités d'élevages, dont l'élevage ovin est le plus important en termes d'effectif et compte 1191 708 têtes, dont 740 600 têtes de brebis, principalement de la race Ouled Djellal. Cependant, le cheptel caprin occupe la deuxième place après l'élevage ovin en atteignant pendant la campagne 2020/2021 un effectif de 549600 têtes, dont 333100 têtes de chèvres laitières (tableau 02).

En revanche, des produits d'origine animale variés. À savoir, la production de 149920 qx de viande rouge et de 38973 qx de viande blanche ainsi que 46760,23 l de lait (tableau 03).

**Tableau 02** : Ressources animales de la région de Biskra durant la campagne 2020/2021.

Type d'élevage	Espèces	Effectif
<b>Gros élevage</b>	<b>Bovine</b>	5195 têtes, dont 2 577 vache Laitière
	<b>Ovine</b>	1191708 têtes, dont 740600 Brebis
	<b>Caprine</b>	549600 têtes, dont 333100 chèvres
	<b>Cameline</b>	5237 têtes, dont 2605 chamelles
	<b>Equin</b>	437 têtes
<b>Aviculture</b>	<b>Poules pondeuses</b>	32881 sujets
	<b>Poulets de chairs</b>	1702341 sujets
	<b>Dindes</b>	21721 sujets
<b>Cuniculture</b>	<b>Lapins</b>	3847 têtes
<b>Apiculture</b>	<b>Abeilles</b>	15020 ruches

Source : (DSA Biskra, 2021)

**Tableau 03** : Produits animaux de la région de Biskra durant la campagne 2020/2021.

Produits	Lait (litre) $10^3$	Viande rouge(qx)	Viande blanche (qx)	Oufs (u) $10^3$	Miel (qx)	Laine (qx)	Peaux et cuir (qx)
<b>Quantité</b>	46760.23	149920	38973	6839.32	876	14970	7106.22

Source : (DSA Biskra, 2021)

Il est à noter que les activités agropastorales dans la région de Biskra constituent la source principale de revenus pour la majorité de la population rurale. Selon les statistiques de la DSA de Biskra (2021), la population active estimée à 569203 employés en 2020 compte (22 %) d'entre-elle occupée dans le secteur agricole représentée par 125055 employés. Ceci vêtue le caractère rural de la région et démontre sa vocation agricole et pastorale. En effet, cette main d'œuvre active est répartie entre 86197 employés temporaires et 38858 employés saisonniers.

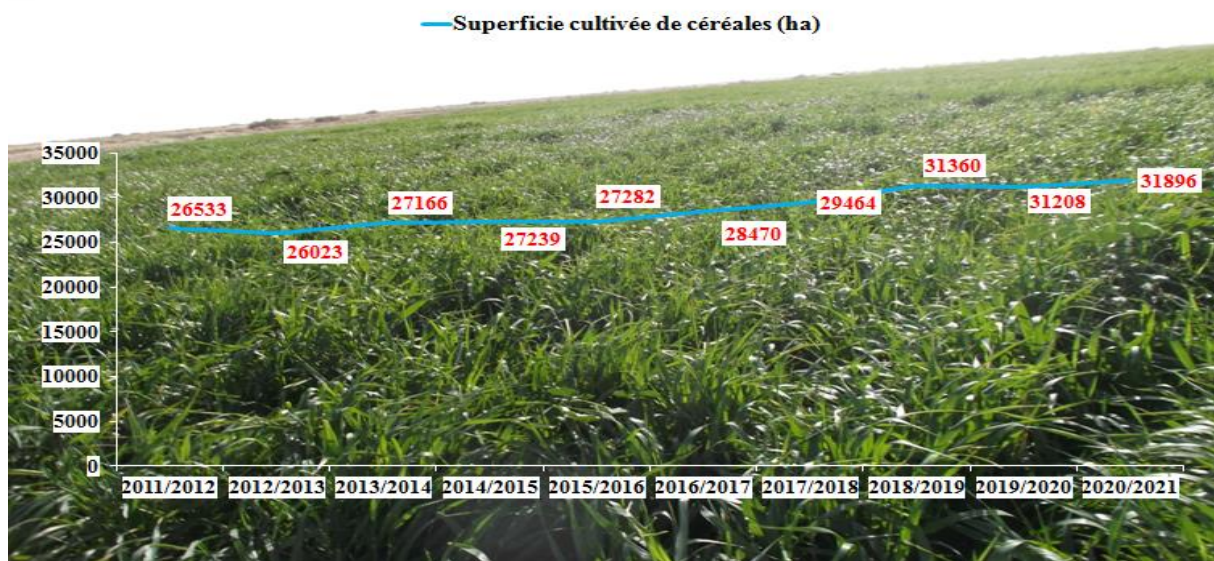
## II.1. Pratique de la céréaliculture dans la région de Biskra

Sur la base des exigences climatiques et suite à la sécheresse qui a sévi la région de Biskra durant des années, la céréaliculture est devenu étroitement liée à l'irrigation dans cette région.

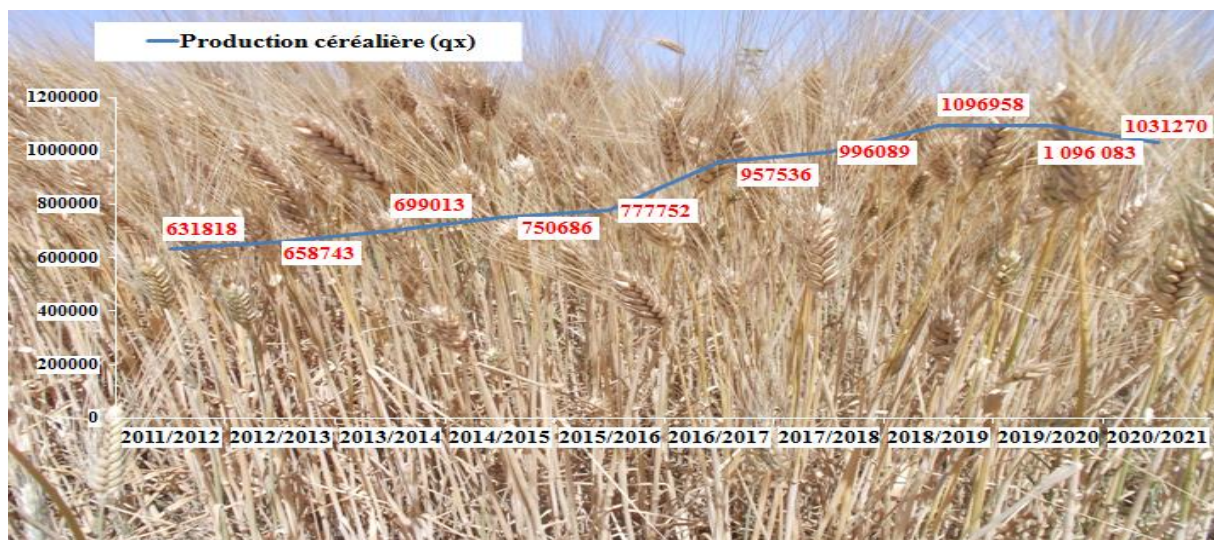


### II.1. 1. Evolution de la céréaliculture dans la région de Biskra (2011-2020)

La superficie réservée aux céréales a connu une légère progression durant la période 2011-2020. En effet, elle est passée de 26533 ha en 2011-2012 à 31896 ha en 2020/2021, soit un taux d'accroissement de (+20 %) (figure 01). En outre, la production a augmenté d'une manière considérable au cours de la même période pour atteindre 1031270 qx en 2020-2021 (figure 02). Cette évolution peut être expliquée par l'orientation progressive d'une céréaliculture extensive vers une céréaliculture intensive et ce par la pratique de désherbage et de la fertilisation, ainsi que l'utilisation des semences certifiées (DSA, 2021).



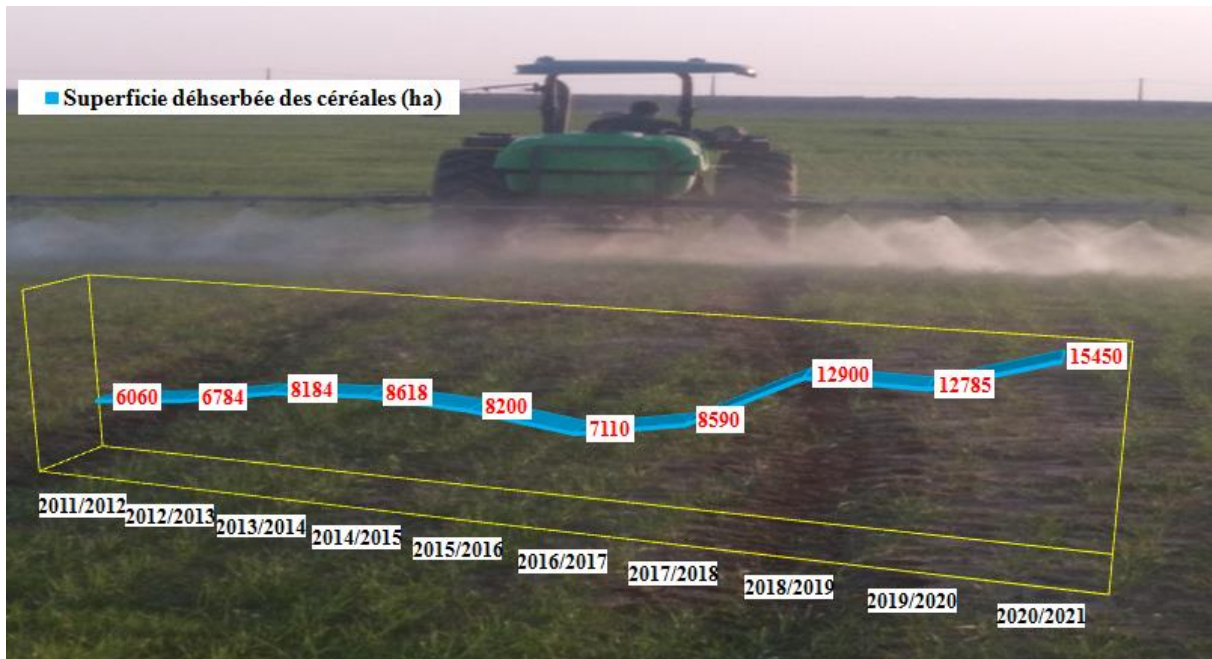
**Figure 01 :** Evolution des superficies cultivées en céréales dans la région de Biskra entre 2011 et 2021.



**Figure 02 :** Evolution des productions céréalières dans la région de Biskra entre 2011 et 2021.

## II.1. 2. Evolution de l'usage des herbicides dans la région de Biskra (2011-2021)

La superficie désherbée chimiquement n'a pas évolué durant la période de 2011 à 2016 et a conservé un taux de régression de (+17.33 %). Par contre, une tendance haussière (+79.86 %) a été enregistrée depuis la campagne 2017/2018 jusqu'à la campagne 2020/2021 (figure 03) (DSA, 2021).



**Figure 03 :** Evolution des superficies de céréales désherbées dans la région de Biskra de 2011 à 2021.

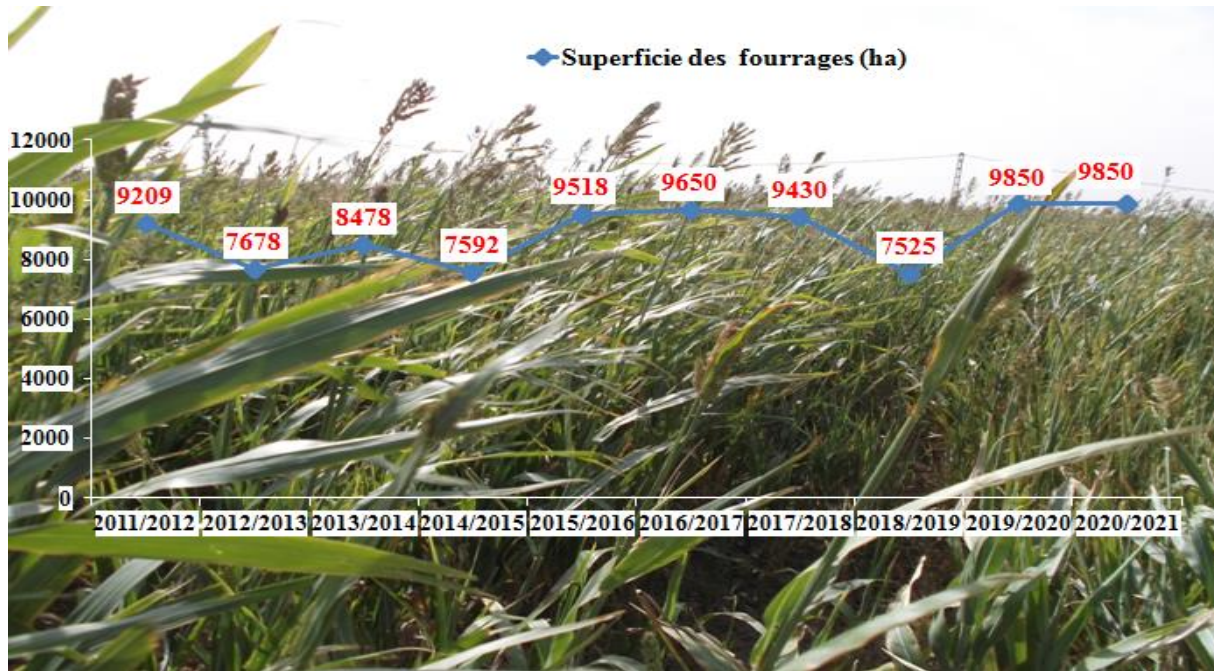
## II.2. Pratique des cultures fourragères dans la région de Biskra

Les fourrages, à savoir l'orge, maïs, sorgo, avoine, luzerne et d'autres, pratiqués dans la région de Biskra sont consommés en sec, en vert ou en ensilage.

### II.2.1. Evolution de la superficie des fourrages dans la région de Biskra (2011-2021)

Les superficies fourragères totales ont connu une fluctuation durant la période analysée de 2011 à 2021, en passant d'une superficie totale de 9209 ha en 2011/2012 à 9850 ha en 2020/2021. Soit un taux d'accroissement de (6 %) (figure 04). Cette évolution est marquée par la dominance de la superficie des fourrages en sec, qui occupe (55 %) de la superficie totale réservée aux fourrages, présentée par, 120 ha de vesce avoine, 180 ha de luzerne, ainsi que d'autres fourrages avec 3518 ha durant la campagne 2020/2021 (DSA, 2021).





**Figure 04 :** Evolution de la superficie des fourrages dans la région de Biskra entre 2011 et 2021.

### II.2.2. Evolution de la production des fourrages dans la région de Biskra (2011-2021)

La production fourragère de la région de Biskra en 2011 était de 646254 qx puis elle a diminué pour atteindre 637330 qx en 2021. Soit un taux d'accroissement de (-1 %). En effet, une chute de production a été enregistrée durant la période 2012-2017 à cause des conditions climatiques défavorables. Après, la production a repris un élan et passée de 512500 qx en 2012/2013 à 561250 qx en 2017/2018, soit une réduction de (9%) (figure 05) (DSA, 2021).

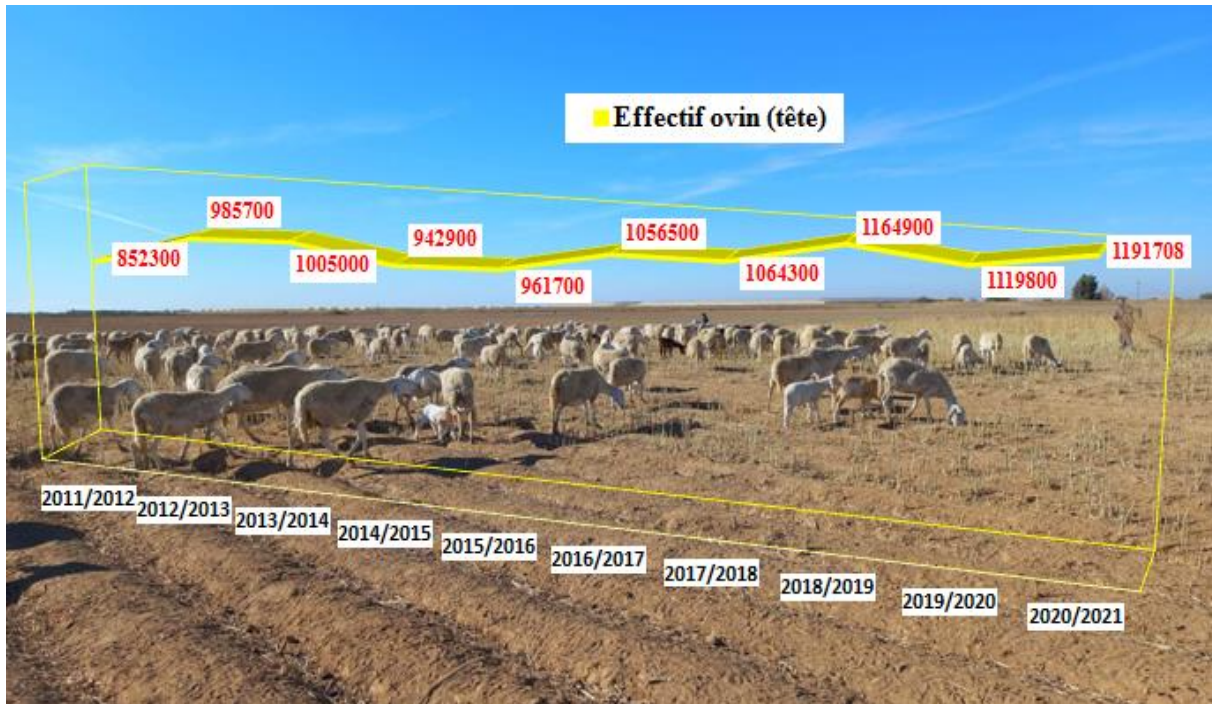


**Figure 05 :** Evolution de la production des fourrages dans la région de Biskra entre 2011 et 2021.



### II. 3. Evolution de l'effectif ovin dans la région de Biskra (2011-2021)

Selon la figure 06, l'effectif ovin a connu une progression lente durant la période analysée 2011-2021. Cependant, il a continué à enregistrer des hauts et des bas en passant de 852300 têtes en 2011/2012 à 1191708 têtes en 2020/2021, soit un taux de croissance de (+39.82 %) (DSA, 2021).



**Figure 06 :** Evolution de l'effectif ovin dans la région de Biskra entre 2011 et 2021.

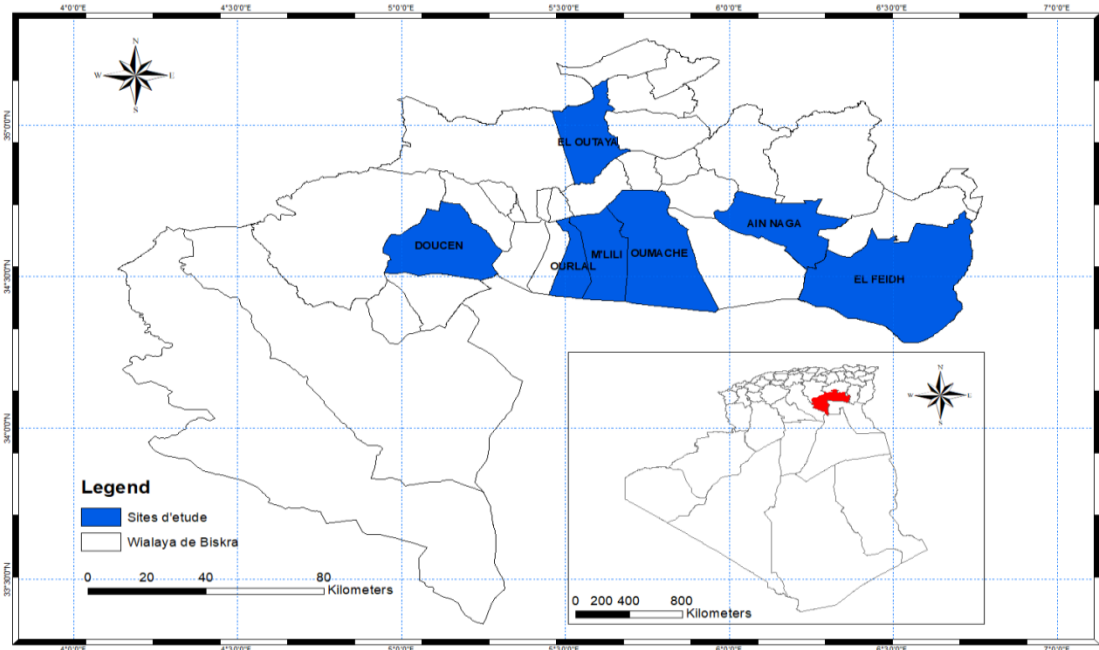
### III. Critères de choix de la région d'étude

Un principal atout de développement de l'agriculture de la région de Biskra réside en sa richesse naturelle. Notamment, des plaines et des steppes très favorables à la pratique de la céréaliculture et de l'élevage ovin. De ce fait, elle est l'une des wilayas choisies par le ministère de l'agriculture Algérien pour lancer un programme sur terrain visant d'augmenter la production céréalière, élément alimentaire principal de nourriture de ruminants, notamment les ovins.

Selon les données statistiques de la région déclarées par la DSA de Biskra (2021) précédemment citées, à savoir les vastes superficies de céréales, les pratiques phytosanitaires employées sur cette dite culture, le nombre important d'effectif ovin accompagné d'une grande production de viande rouge, la région regroupe tous les éléments nécessaires à satisfaire les objectifs de notre recherche. C'est ce qui nous a encouragé à choisir la région de Biskra pour réaliser notre étude.

### III.1. Localisation des sites d'étude

Selon la direction des services agricoles de la wilaya de Biskra DSA (2021), les zones potentielles en céréaliculture-élevage de la région sont, Zribet El Oued, Sidi Okba, El Outaya, Ouled Djellal et Ourellal. En se référant à ces informations, les communes qui représentent les sites d'études au niveau de ces zones sont illustrées sur la figure 07.



**Figure 07 :** Localisation des sites d'étude.

### Conclusion

L'aspect économique de la région de Biskra est axé principalement sur le secteur agricole qui couvre plus de la moitié de sa surface totale. En effet, la céréaliculture occupe la troisième place après la phœniciculture et les cultures Maraîchères en terme de superficie cultivée, avec une nette amélioration de la production de blés et d'orge en une dizaine d'années pour atteindre plus d'un million de quintaux en 2021. De grandes superficies sont désherbées chimiquement de cette dite culture durant les dernières campagnes agricoles. En contrepartie, une réduction notable de la production fourragère est enregistrée à cause des conditions climatiques défavorables. En revanche, le caractère pastoral de la région favorise la pratique de l'élevage ovin principalement de la race Ouled Djellal qui compte plus d'un million de têtes en 2021. Ceci a conduit à la propagation d'un système de culture combiné, céréales-élevage ovin mettant ces ruminants à proximité de produits phytosanitaires appliqués en céréaliculture d'où un risque d'exposition susceptible d'engendrer des effets néfastes.

# **Deuxième chapitre :**

Caractérisation de la  
céréaliculture de la région  
de Biskra

## **Introduction**

La céréaliculture occupe une place importante dans la région de Biskra (Sud-est de l'Algérie). Elle vient en deuxième position après la phœniciculture, avec une superficie emblavée totale évaluée à 31 896 ha. Sa production a progressé de (63.22 %) en une dizaine d'années pour atteindre 1 031 270 qx en 2021. malgré l'importance qui lui a été allouée, à savoir l'extension des superficies irriguées, les rendements obtenus restent toujours inférieurs à ceux escomptés, à savoir 42 qx/ha de blé dur, 38 qx/ha de blé tendre et 31 qx/ha d'orge durant la campagne 2020/2021 (DSA, 2021). En outre, en se basant sur le chapitre précédent dans lequel une caractérisation de l'activité agricole de la région de Biskra révèle une tendance vers l'agro-élevage spécialement céréaliculture-élevage ovin, le besoin de dépistage des différentes pratiques au sein des exploitations céréalières est ressenti.

Le présent chapitre est donc consacré à la caractérisation des exploitations céréalières dans la région d'étude à travers la présentation et la discussion de l'ensemble des résultats obtenus à partir des enquêtes de terrain auprès des céréaliculteurs et/ou agro-éleveurs sur la pratique des céréales, les traitements phytosanitaires en cette dite culture et l'élevage des petits ruminants.

## **I. Méthodologie de travail**

La méthodologie utilisée pour la collecte des données est principalement basée sur une enquête de terrain auprès des céréaliculteurs et agro-éleveur de la région de Biskra par le biais d'un questionnaire abordant plusieurs thèmes. A savoir, la situation socio-économique des agriculteurs et/ou agro-éleveurs enquêtés ; l'identification des systèmes de production pratiqués au sein des exploitations céréalières ; la caractérisation de la pratique de céréaliculture dans la région de Biskra ; la caractérisation des pratiques phytosanitaires dans les exploitations céréalières ; ainsi que la caractérisation du système d'élevage des petits ruminants et leur conduite alimentaire.

### **I.1. L'échantillonnage**

Un échantillonnage aléatoire stratifié des céréaliculteurs et/ou agro-éleveurs a été réalisé en se basant sur les listes nominatives de ces derniers obtenues auprès de la direction des services agricoles de la wilaya de Biskra (DSA, 2018). La requête de recherche est, tous producteur de céréales pratiquant la culture de blé et/ou orge, ou les associe à d'autres cultures et/ou l'élevage ovin. Un critère de sélection principale

est l'application de traitements phytosanitaires sur au moins une culture dans l'exploitation durant l'année en cours ou sur le précédent cultural et/ou sur les champs voisins.

L'effectif total de l'échantillon considéré est N=750 céréaliculteurs et/ou agro-éleveurs enregistrés sur les listes obtenues auprès des services agricoles de la wilaya de Biskra en 2017/2018. L'échantillon sélectionné est réparti sur les sept sites d'étude (tableau 04).

La taille de l'échantillon (n= 254 agriculteurs, surélevée à 259 agriculteurs) a été déterminée par la formule de Steven (2012). En considérant une prévalence P de 50 %, une marge d'erreur d'échantillonnage d de 5 %, l'écart réduit Z vaut 1,96 lorsque le seuil de confiance accepté est de 95%.

$$(n = \frac{N \times P(1-P)}{[N-1 \times (d^2 + Z^2)] + P(1-P)}) \dots\dots\dots(\text{Steven, 2012}).$$

Le nombre de producteurs à enquêter selon la formule de Steven (2012) par site et celui réellement enquêté sont renseignés sur le tableau (04).

**Tableau 04 :** Distribution des effectifs des céréaliculteurs enquêtés sur les sites d'étude

Zones d'étude	Sites d'étude	Nombre total d'enquêtés par site (N)	Nombre de producteurs à enquêter (n)	Nombre de producteurs enquêtés (n)	Pourcentage d'enquêtés (%)
Sidi Okba	Ain Naga	72	24	29	11,2
Zribet El Oued	El feidh	366	124	124	47,9
El Outaya	El Outaya	138	47	47	18,1
Ourellal	Ourellal	26	13	13	5,0
	Mlili	20	10	10	3,9
	Oumeche	48	9	9	3,5
Ouled Djellal	Doucen	80	27	27	10,4
<b>Total</b>		750	254	259	100,0

## I.2. Déroulement de l'enquête

L'enquête basée sur des prospections de terrain et par le biais d'un questionnaire (annexe 01) a été conduite auprès de l'échantillon de (259) céréaliculteurs et/ou agro-éleveurs qui ont accepté d'être interrogés et étaient favorables à la visite de leurs exploitations. La période de collecte des données s'étale sur la campagne agricole 2017/2018.



Pour plus de fiabilité, des entrevues ont été réalisées en collaboration avec des délégués communaux et des vendeurs de produits phytosanitaires. Leur contribution permet de confirmer ou infirmer certaines informations recueillies et de compléter les informations sur les produits phytosanitaires essentiellement. Des observations faites sur terrain au niveau des exploitations céréalières permettent aussi de compléter les données et d'en tirer les informations recherchées (figure 08).



**Figure 08** : Réalisation des enquêtes avec les céréaliculteurs des sites d'études

### **I.3. Traitements statistiques des données de l'enquête**

Une fois les enquêtes réalisées, les données collectées de natures quantitatives et qualitatives ont été codifiées en variables et modalités et saisies pour un traitement statistique par les logiciels Excel 2007 et IBM SPSS (Social Package for Social Sciences) version 20. L'analyse statistique descriptive basée sur les moyennes, écarts-types et les proportions est utilisée.

### **I.4. Identification et classification des matières actives recensées**

La détermination des matières actives, des familles chimiques et des classes toxicologiques a été établie en utilisant les noms commerciaux des pesticides recensés à l'aide de l'index des produits phytosanitaires à usage agricole (DPVCT, 2015, DPVCT, 2017), la classification de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS : WHO) (WHO, 2005) et la base de données des produits phytosanitaires de l'UIPAC (UIPAC, 2020).

## II. Résultats et discussions

### II.1. Situation socio-économique des agriculteurs et/ou agro-éleveurs enquêtés

Les résultats obtenus et présentés sur le tableau (05) montrent que la céréaliculture et/ou élevage des ruminants est une activité purement masculine. Pour l'ensemble des enquêtés, l'âge varie de 25 et 84 ans avec une moyenne de  $51,23 \pm 13,51$  ans. Un quart des enquêtés (25.9%) ont un âge compris entre 35 et 44 ans.

Considérant le niveau scolaire, (38,6%) des enquêtés n'ont reçu aucune instruction (analphabètes) et (61.4 %) sont instruits, dont (28,6 %) ont atteint le niveau primaire, (14.7 %) le niveau moyen, (10 %) le niveau secondaire, alors que seulement (8.1%) d'entre eux sont des universitaires. Ceci pourrait s'expliquer par le taux de pauvreté qui reste élevé ainsi que la rareté et l'éloignement des établissements scolaires.

En effet, plus de la moitié des enquêtés sont des céréaliculteurs (53,7%) et (46,3%) sont des agro éleveurs. L'agriculture et l'élevage demeurent les activités principales de la majorité des enquêtés (64,9%), tandis que (35,1%) des enquêtés ont une activité secondaire comme le commerce et le gardiennage, qu'ils exercent en parallèle avec l'agriculture et élevage. Ces résultats se rapprochent de ceux trouvés chez les maraîchers de la région de Biskra (Rahmoune et *al.*, 2018) et les céréaliculteurs d'Aïn Defla (Bouزيد et *al.*, 2020).

En ce qui concerne la résidence, les céréaliculteurs sont majoritairement de la région de Biskra (85,7 %) tandis que (14,3 %) viennent d'autres wilayas. Ce résultat a été aussi signalé chez les maraîchers de la région de Biskra (Bettiche, 2017). Selon Otmane et Kouzmine (2013), la grande mise en valeur agricole a également attiré de nombreux entrepreneurs Algériens du Nord issus de secteurs d'activité non agricoles (commerçants, fonctions libérales, retraités, etc.) à investir au Sahara algérien (Touat et Gourara) pour réaliser des bénéfices.

Cependant, la totalité des interviewés ont déclaré n'avoir reçu aucune formation en application de pesticides. Certains auteurs comme (ANOPACI, 1999, Belhadi et *al.*, 2016, Son et *al.*, 2017, Rahmoune et *al.*, 2018) ont constaté également que plusieurs agriculteurs dénoncent le manque d'informations et de formations sur les pesticides et leur utilisation. Ceci est un facteur qui aggrave la situation sanitaire des populations (Sougnabe et *al.*, 2009). En plus, les interviewés n'ont jamais bénéficié d'appui conseil émanant des agents de vulgarisation agricole dans le domaine de céréaliculture et de l'élevage. Selon Olina Bassala et *al.* (2015), les

groupes familiaux et les groupements d'intérêt commun sont des lieux de rencontre, où l'échange des expériences s'effectue sur les pratiques agricoles et le partage des réussites et des échecs connus par les uns et les autres.

**Tableau 05 :** Situation socio-économique des céréaliculteurs et/ou agro-éleveurs enquêtés.

Caractéristiques		Nombre d'enquêtés	Pourcentage des enquêtés (%)
Age	[25-34]	27	10,4
	[35-44]	67	25,9
	[45-54]	55	21,2
	[55-64]	55	21,2
	[65-74]	42	16,2
	[75-84[	13	5,0
Sexe	Mâle	259	100
Niveau scolaire	Analphabète	100	38,6
	Primaire	74	28,6
	Moyen	38	14,7
	Secondaire	26	10
	Universitaire	21	8,1
Résidence	Biskra	222	85,7
	Autre Wilaya	37	14,3
Activité de l'exploitant	Agriculteur	139	53,7
	Agro-Eleveur	120	46,3
Activité principale de l'exploitant ?	Oui	168	64,9
	Non	91	35,1
Accès au service de Vulgarisation	Oui	0	0
	Non	259	100
Formation sur l'application des pesticides	Oui	0	0
	Non	259	100
Ancienneté dans le domaine de la céréaliculture	[1-4]	25	9,7
	[5-20]	157	60,6
	[21-60]	77	29,7
Ancienneté dans le domaine de l'élevage	[4-10]	28	23,3
	[11-20]	42	35,0
	[21-60]	50	41,7

Afin de pallier ces entraves décrites ci-dessus, des formations cycliques et périodiques doivent être assurées non seulement par les sociétés de distribution, mais aussi la CAW (chambre d'agriculture), la DSA (direction des services agricoles) et la CCLS (coopérative des céréales et légumes secs) doivent contribuer dans ce créneau. Sans négliger les vendeurs d'intrants chimiques qui jouent un rôle clé auprès des agriculteurs par la circulation de l'information et de la réglementation ainsi que par la sensibilisation (Bettiche, 2017).

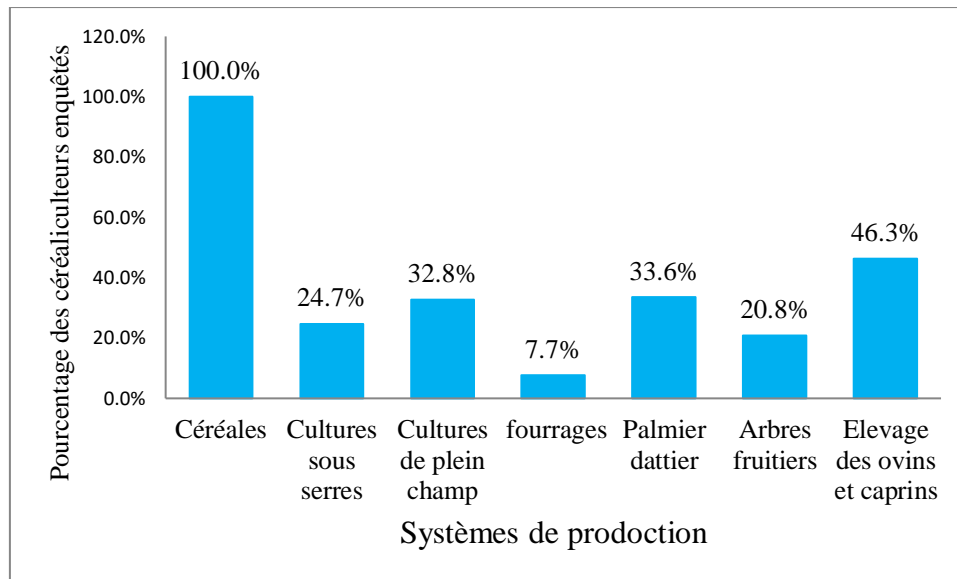


Quant à l'expérience dans le domaine de la céréaliculture, on constate que deux tiers des producteurs exercent cette activité depuis 5 à 20 ans. Une légère tendance au vieillissement de cette population est remarquée, avec environ un tiers (29,7 %) qui témoigne d'une ancienneté supérieure à 20 ans. Par ailleurs, une proportion de (41,7 %) d'agro-éleveurs pratiquant l'élevage des ruminants depuis plus de 20 ans (tableau 05). Le pourcentage d'ancienneté pourrait s'expliquer par la transmission des pratiques culturelles entre les membres du groupe d'agriculteurs de la même région ou de génération en génération et de père en fils. Ces résultats sont en accord avec ceux de (Djenane, 1997) pour les systèmes agropastoraux bovins dans la zone semi-aride de Sétif (Algérie).

## II.2. Identification des systèmes de production pratiqués au sein des exploitations céréalières

Dans une exploitation agricole, le système de production est la combinaison des moyens et d'activités de culture et/ou d'élevage, satisfaisant au mieux les objectifs de l'exploitation (Mazoyer et Roudart, 2002). Malgré que les exploitations objet de l'étude sont céréalières (100%), vue la spécificité des zones considérées, d'autres cultures telle que, les cultures maraichères de plein champ (32,8%) et sous serres (24,7%), le palmier dattier (33,6%), les arbres fruitiers (20,8%) et les fourrages (7,7%) sont cultivées en association.

Le caractère pastoral a permis à certaines exploitations agricoles de combiner leur système de production avec l'activité de l'élevage ovin et caprin (46.3%) (Figure 09). Les résultats enregistrés sont en accord avec ceux trouvés par (Lazarev 1989 ; Bencharif et *al.*,1994 ; Jouve et *al.*,1995 ; Abdelguerfi et Laouar, 2000 ; Djermoun, 2009 ; Bencherif, 2011 ; Benniou et *al.*, 2014 ; Hattab et Gaouar, 2016, Bencherif, 2018). Ces derniers attestent que la majorité des agriculteurs des régions Maghrébines, notamment les céréaliculteurs algériens associent l'agriculture et l'élevage. Selon Otmane et Kouzmine (2013), les agriculteurs des régions sahariennes cherchent des activités agricoles complémentaires à la production céréalière, comme les cultures de rente, les cultures fourragères et l'élevage, pour surmonter les contraintes diverses pesant sur l'agriculture saharienne. La recherche de rentabilité constitue le moteur principal de la motivation des agriculteurs à réorienter leurs productions.

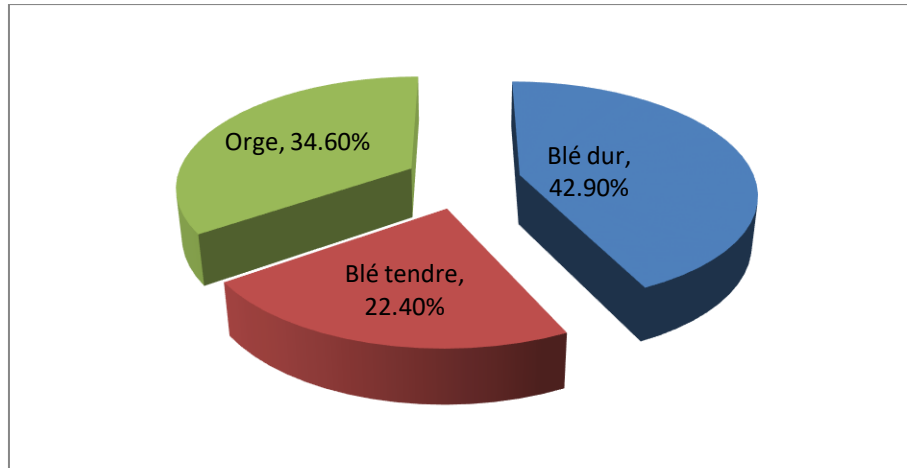


**Figure 09** : Systèmes de production pratiqués par les agriculteurs enquêtés

## II.3. Caractérisation de la pratique de céréaliculture dans la région de Biskra

### II.3.1. Principales cultures céréalières pratiquées

Les céréaliculteurs enquêtés penchent à la culture de blé dur comme une activité primordiale (42.90 %), vient par la suite la culture d'orge (34.60 %) et de blé tendre (22.40 %) (figure 10). Le blé dur est beaucoup mieux adapté au contexte agro-climatique méditerranéen que le blé tendre (Rastoin et Benabderrazik, 2014; Abis, 2015; Charmet et *al.*, 2017). En revanche Bekkis et *al.* (2022), atteste que dans tout le Maghreb la base de l'alimentation en céréales demeure le blé dur en étant un produit traditionnel ancré dans la tradition (avec la semoule) mais qui est de plus en plus concurrencé par le blé tendre (pain). Selon le même auteur, les enjeux auxquels fait face la filière de blé en Algérie s'expliquent par une incapacité croissante de satisfaire la demande interne en blé dur, une disparition totale de la production locale de blé tendre et un recours plus exagéré à l'option de l'importation de blés qui ne fait qu'alourdir la facture alimentaire. Alors qu'en France Aude et *al.* (2018), note que les principales espèces valorisées dans la filière des céréales sont le blé tendre, le maïs, l'orge, le blé dur et le triticale. Les autres céréales comme le sorgho, l'avoine, le riz, l'épeautre ou le petit épeautre représentent des volumes très faibles.



**Figure 10 :** Principales espèces de céréales cultivées par les agriculteurs enquêtés

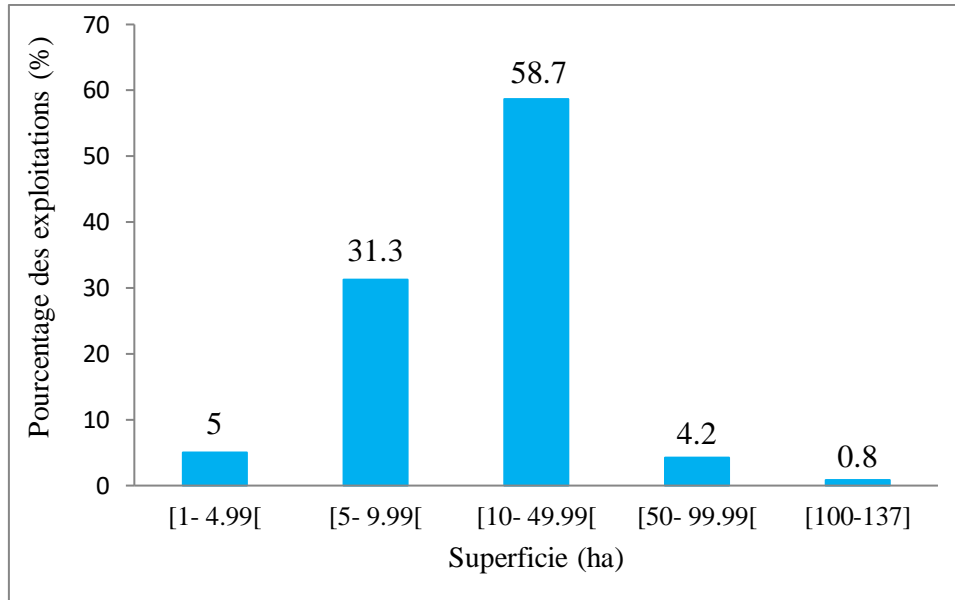
### II.3.2. Taille et statut juridique des exploitations

Les superficies exploitées en céréales varient de 01 à 137 ha, avec une moyenne de  $(14,83 \pm 14,86)$  ha). En effet, (58.7%) et (31.3%) des agriculteurs exploitent respectivement [10-49.99]ha et [5-99.99]ha, alors que les superficies de moins de 05 ha et de plus de 50 ha sont minoritaires (figure 11).

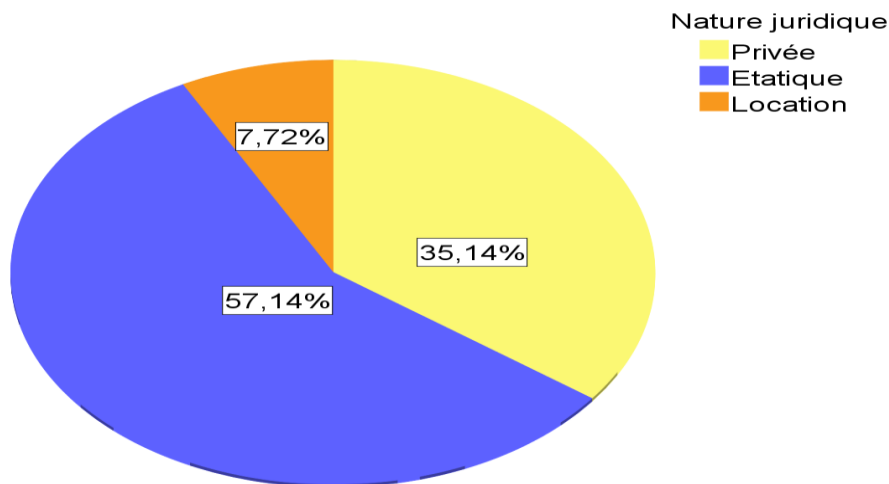
Cependant, plus de la moitié des enquêtés (57.2%) déclarent être concessionnaires de leurs terres (étatiques), (35,1%) sont propriétaires et (7.7%) sont locataires (figure 12).

Bien que les superficies des exploitations sont plus ou moins grandes, généralement une partie de ces surfaces sont exploitées de façon non réglementaire (Hiaza), ce qui diminue les chances d'obtention de subventions et de crédits bancaires alloués par l'État pour la totalité des surfaces exploitées. Otmane et Kouzmine (2013), ajoutent que la réévaluation du prix d'achat des céréales par l'État en 2008 (Les prix d'achat ont été fixés en juin 2008 à 4 500 DA le quintal pour le blé dur, 3 500 DA pour le blé tendre et 2 500 DA pour l'orge) a néanmoins induit une multiplication de la superficie céréalière au Sahara algérien confirmant ainsi l'aspect fluctuant de cette activité fortement corrélée à la variabilité des prix. En outre, Dans la région de Sétif (Algérie), (96.55%) du total des exploitations étudiées par Bendiab (2012) sont à propriétés privées, dont 59,77% pratiquent la céréaliculture. Dans l'ensemble, la céréaliculture maghrébine reste peu productive et très irrégulière du fait des contraintes structurelles majeures, l'aridité et la structure foncière (Jouve et *al.*, 1995). Celle-ci est considérée comme principal obstacle à l'innovation des céréaliculteurs à Aïn Defla (Algérie) et Tiaret (Algérie) (Bouزيد et *al.*, 2020). Selon Belaid (2016),

la politique de concessions de terres agricoles en Algérie a permis l'installation de nouveaux exploitants. Hattab et Gaouar (2016), signalent que le bon fonctionnement des projets de développement agricole en Algérie s'articule principalement sur la clarification de la nature juridique des exploitations.



**Figure 11 :** Superficies des exploitations céréalières dans la région d'étude

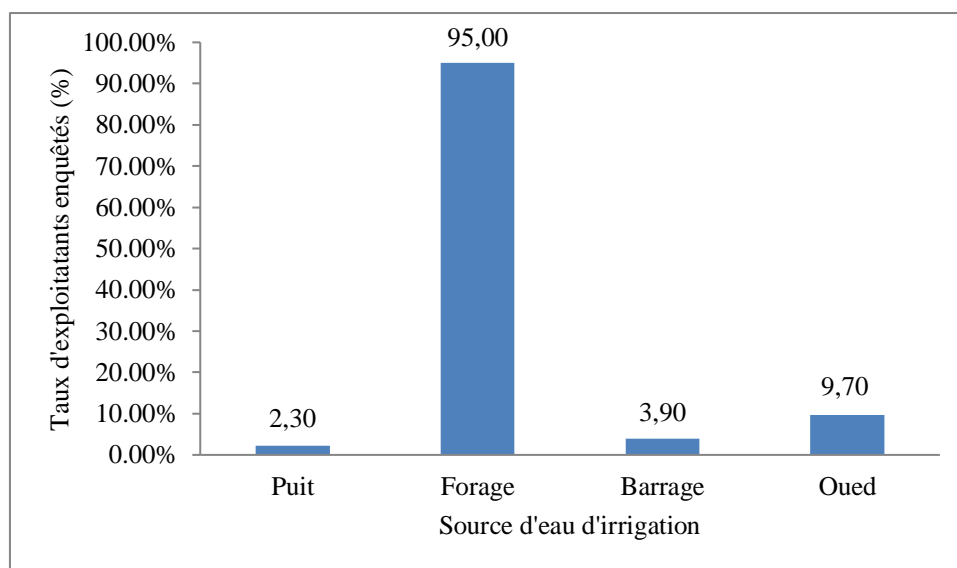


**Figure 12 :** Statut juridique des exploitations agricoles enquêtées

### II.3.3. Disposition de sources d'eaux d'irrigation

La diversité qui caractérise les exploitations céréalières s'explique par la disponibilité de l'eau d'irrigation qui constitue un véritable facteur limitant de la production agricole. La plupart des surfaces sont irriguées par les eaux de forages

(95%) (figure 13). Par ailleurs, les travaux de Bouammar (2010) ont révélé que (83%) des céréales cultivées dans la région de Biskra étaient irriguées par les crues d'Oueds et (17%) par les forages et les anciens puits, ce qui représente une nette amélioration en terme d'irrigation. Filali-Boubrahmi (1991) et Boulal et *al.* (2007), attestent que celle-ci constitue une solution pour assurer l'amélioration et la stabilité des rendements de céréales. Selon Bessaoud et *al.* (2019), les investissements dans la mobilisation des ressources en eau ont contribué à transformer la cartographie agricole de l'Algérie et la mise en valeur des terres a fait des régions sahariennes et steppiques d'importants bassins de production agricole.



**Figure 13 :** Répartition des sources d'eau d'irrigation des agriculteurs enquêtés.

#### II.3.4. Disposition de matériel agricole

Les résultats résumés dans le tableau 06 révèlent que les agriculteurs utilisent du matériel pour la préparation du sol (62,93%). Notamment charrue à disque, cover-crop et d'autres machines attelées au tracteur, le plus souvent loués. Selon Kheyar et *al.* (2010), le recours abusif aux outils à disques comme moyen de retournement et de brassage du sol, contribue à sa dégradation. La technique de semis direct résume les itinéraires techniques et le matériel agricole au niveau des exploitations. Cela permet de minimiser les couts de mécanisation, d'améliorer la fertilité du sol, d'économiser l'eau et de s'affranchir du labour (Belaid, 2016).

En effet, les enquêtés préfèrent irriguer leurs parcelles par la méthode traditionnelle (submersion) (62,93 %), alors que les systèmes d'irrigation économiseurs d'eau à savoir les pivots, Kits asperseurs et goutte à goutte sont moins

utilisés. En outre, Doumandji-Mitiche et *al.* (2014), notent que les pivots et les foggaras sont deux systèmes d'irrigation employés en céréaliculture dans la région d'Adrar (Algérie). Pour cette dernière et avec les données extraites à partir des images satellitaires Landsat8 et sentinel2 entre 2014 et 2018, Hamrelaine et *al.* (2021), constatent que le nombre de pivots emblavés par le maïs est passé de 45 en 2013/2014 à 135 pivots en 2017/2018 avec une augmentation de (300%) pour une superficie correspondante de 1075,34 à 3297,42 ha. D'une part, le pivot reste le matériel spécifique pour l'irrigation des céréales durant tout le cycle dans les zones sahariennes (Chadouli, 1991). D'autre part, la durabilité de l'agro système céréaliculture sous pivot au Sahara Algérien est conditionnée par sa gestion, l'amélioration de l'itinéraire technique et surtout de la conduite de l'irrigation, chose qui permettra le maintien de la salinité du sol à un faible niveau et par conséquent, l'augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau et du sol, chose qui amènera à une bonne production pour la population actuelle sans compromettre les besoins des générations futures (Benbrahim et *al.*, 2016).

De même, le semis est généralement pratiqué à la volée (66,41 %) par les céréaliculteurs enquêtés, ainsi que plus de la moitié (54,44 %) des agriculteurs pratiquent la fertilisation manuellement (à la volée). Pour l'épandage des pesticides, il est évident que (35,52%) des agriculteurs enquêtés utilisent des pulvérisateurs à rampe attelés d'un tracteur afin d'économiser le temps et l'effort pour couvrir les vastes étendus des champs cultivés, néanmoins une proportion importante (37,45%) d'agriculteurs préfèrent utiliser la pulvérisation manuelle à l'aide d'un pistolet attaché à un long tuyau d'arrosage et un moteur, car la culture atteignant des stades de développement avancés ne permet pas l'entrée du tracteur au champ, en plus la méconnaissance des techniques de réglage des pulvérisateurs, ajoutant à cela des raisons financières.

Cependant, la récolte est effectuée généralement à l'aide des moissonneuses batteuses (36,68 %) en cas de récolte des grains ou moissonneuses batteuses et faucheuses (41,70%) pour les producteurs des grains des céréales et grains concassés (Frik et Mermez). La faucheuse est un outil développé par les agriculteurs de la zone de Zribet El Oued (Biskra, Algérie) pour minimiser la main d'œuvre et gagner du temps.

Dans l'ensemble, les exploitations cérésières des régions Maghrébines sont mal équipées techniquement. Une stratégie d'intensification cérésière nécessite un

développement de la mécanisation par l'augmentation et l'amélioration du parc de matériel agricole existant (Jouve *et al.*, 1995).

**Tableau 06 :** Taux de mécanisation des exploitations céréalières

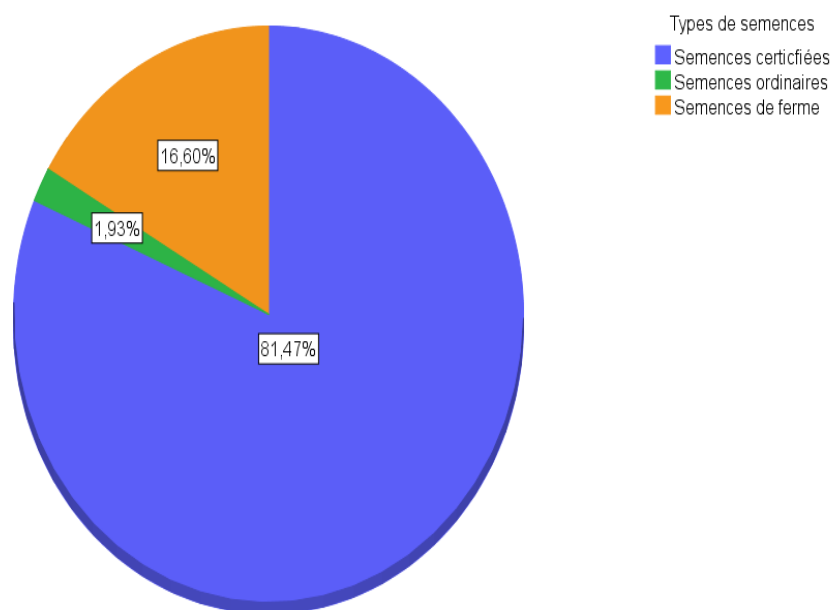
Opération	Matériels agricoles utilisés	Nombre d'exploitants enquêtés	Taux d'exploitants enquêtés (%)
<b>Travail du sol</b>	Charrue à disque et covercrop	96	37,07
	Charrue à disque, covercrop et autres	163	62,93
<b>Irrigation</b>	Goutte à goutte	5	1,93
	Kit d'aspersion	15	5,79
	Kit d'aspersion et goutte à goutte	15	5,79
	Pivot	21	8,11
	Pivot et goutte à goutte	1	0,39
	Pivot et submersion	2	0,77
	Submersion	163	62,93
	Submersion et goutte à goutte	10	3,86
	Submersion et Kit d'aspersion	25	9,65
<b>Semis</b>	Manuel (à la volée)	172	66,41
	Semoir	72	27,80
	A la volé et avec semoir	15	5,79
	Épandeurs d'engrais	64	24,71
<b>Fertilisation</b>	Manuelle	141	54,44
	Aucun	54	20,85
	<b>Traitements phytosanitaires</b>	Pulvérisateur à rampe	92
Pulvérisateur manuel		97	37,45
Pulvérisateur à rampe et pulvérisateur manuel		10	3,86
Aucun		60	23,17
<b>Récolte</b>	Manuelle	2	0,77
	Moissonneuse	95	36,68
	Faucheuse	32	12,36
	Manuelle et moissonneuse	8	3,09
	Manuelle et faucheuse	6	2,32
	Moissonneuse et faucheuse	108	41,70
	Manuelle, moissonneuse et faucheuse	8	3,09

En Algérie, en particulier à Tizi Ouzou, l'absence d'évolution positive, dans le choix des semences, de la mécanisation, de la fertilisation et de l'irrigation durant la période 2000-2006 ont constitué un frein à l'augmentation des rendements en blé dur (Chedded, 2015). De même à Aïn Defla et Tiaret (Algérie), la mécanisation a

commencé avant 2012, mais reste insuffisante en céréaliculture (Bouزيد et *al.*, 2020). Selon la FAO (2014), la mécanisation de l'agriculture a permis d'étendre les superficies cultivables et d'accroître les rendements, en améliorant essentiellement la précision des techniques culturales.

### II.3.5. Gestion des semences

Plus de trois quart (81.47 %) des céréaliculteurs enquêtés préfèrent utiliser des semences certifiées, néanmoins une proportion (16.60 %) d'agriculteurs ressement leurs propres semences de ferme. Alors que les semences ordinaires sont rarement utilisées (1.93%) (figure 14). Cependant, la majorité des céréaliculteurs enquêtés sont conscients quant à l'utilisation des semences certifiées. Mais il existe encore certains qui ressement une partie de leur récolte de grains. Belaid (2014), constate que malgré l'augmentation des capacités des CCLS, les causes de réensemencement de ses propres graines de ferme peuvent être nombreuses à savoir, l'indisponibilité des semences des CCLS, le retard de livraison, l'éloignement, le coût prohibitif du transport et la volonté de ressemer des variétés locales délaissées par les CCLS.



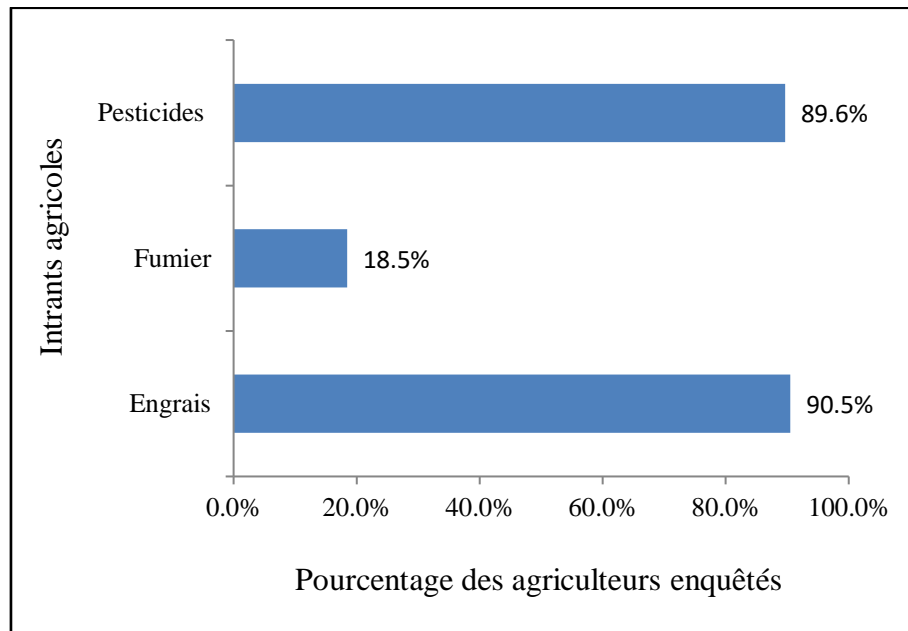
**Figure 14 :** Répartition des types de semences utilisées par les céréaliculteurs enquêtés

### II.3.6. Utilisation des intrants agricoles

D'après la figure 15, la majorité des exploitants donne une importance à l'utilisation des intrants agricoles notamment les engrais (90.5%) et les produits



phytosanitaires (89.6%) qui constituent des facteurs importants à l'amélioration de la production céréalière. L'apport du fumier est réalisé par certains agro-éleveurs (18.5%) de la région d'étude. En outre, l'achat des engrais et des produits phytosanitaires est tributaire des moyens financiers de l'agriculteur. A cet effet, ces agriculteurs utilisent de très faibles quantités d'engrais et de pesticides par rapport aux doses recommandées. Ces quantités insuffisantes n'assurent pas des rendements satisfaisants en cultures céréalières. Selon Otmane et Kouzmine (2013), les sols sahariens se caractérisent par leurs pauvretés en matière organique, une faible rétention en eau et un important lessivage causé par les fortes irrigations, ce qui nécessite l'épandage de quantités importantes de fertilisants. Ce résultat est similaire à celui constaté par (Bencherif, 2013 ; Bencherif, 2018) en céréaliculture steppique de l'Algérie. À Aïn Defla et Tiaret (Algérie), le niveau d'innovation dans les techniques agricoles conventionnelles est appréciable, parmi elles, l'introduction de nouveaux produits phytosanitaires, de désherbants et de fertilisants pour le blé dur, cela s'explique par le crédit Rfig (sans intérêt) et le crédit fournisseur qui permettent aux agriculteurs de financer les intrants et les équipements agricoles (Bouzid et *al.*, 2020).



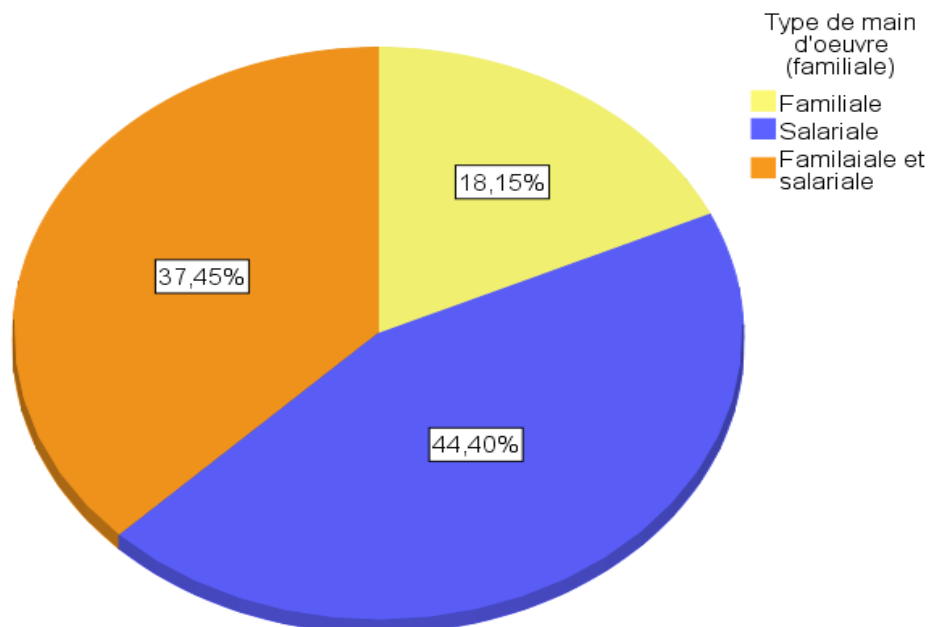
**Figure 15 :** Taux d'utilisation des intrants agricoles par les céréaliculteurs enquêtés

### II.3.7. Qualité de la main d'œuvre

L'activité agricole dans les exploitations céréalières de la région de Biskra est assurée par une main d'œuvre salariée (44.40 %). Elle constitue la première force de

travail durant les campagnes de labours, semailles, fertilisation, désherbage et récolte. Ces opérations se font d'une manière aléatoire sans tenir compte des itinéraires techniques adéquats pour les céréales du fait que les ouvriers ne sont pas formés. Un taux de (37.45 %) des exploitations demande l'aide d'une main d'œuvre familiale en addition à la main d'œuvre salariée. Cette forme fait intervenir les femmes pendant la période de production des grains concassés (Frik et Mermez). Une proportion de (18.15 %) d'agriculteurs enquêtés fait recours à la main d'œuvre familiale uniquement, dans le cas du manque des ouvriers ou d'argent (figure 16).

Selon Otmane et Kouzmine (2013), la présence des femmes est devenue courante dans les exploitations familiales, mais le travail des journalières rémunérées dans d'autres exploitations est rare en Algérie, à l'exception de la Kabylie. Hattab et Gaouar (2016), notent que dans la région d'El Gor (Telemcen-Algérie) les exploitations agricoles n'ont besoin de main d'œuvre salariée que pendant deux périodes. La période de préparation du sol-semailles et la période de moisson-battage. Selon les mêmes auteurs, la rareté et la cherté de la main d'œuvre salariée dans cette région sont devenues un problème en train de prendre une situation alarmante face à laquelle les agriculteurs trouvent beaucoup de difficultés à gérer leurs exploitations dans de bonnes conditions.



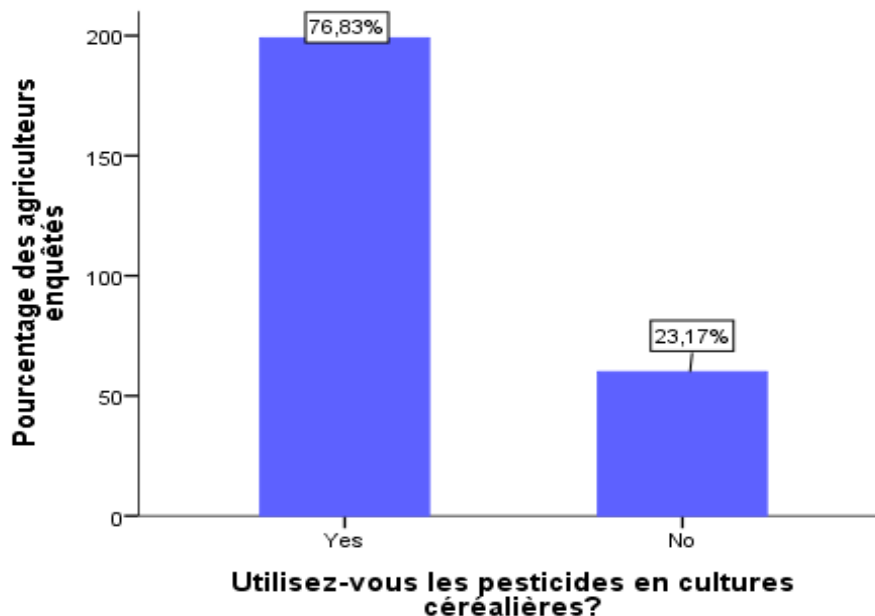
**Figure 16 :** Types de main d'œuvre employée dans les céréaliers enquêtés

## II.4. Caractérisation des pratiques phytosanitaires des exploitations céréalières

### II.4.1. Taux d'utilisation des pesticides par les céréaliculteurs

Les résultats de notre étude révèlent que, plus des trois quarts (76,83 %) des enquêtés accordent une importance à l'utilisation de produits phytosanitaires qui constituent un facteur important à l'amélioration des rendements. Par ailleurs ; environ (23,17 %) des céréaliculteurs considérés ne traitent pas leurs parcelles soit pour des raisons financières et/ou à cause de la nouveauté des parcelles exploitées (figure 17).

En contrepartie, les céréaliculteurs dans d'autres régions algériennes restent inconscients quant à l'importance de l'utilisation des pesticides, notamment à Sétif (Yakhelf *et al.*, 2008) et à Tlemcen (Hattab et Gaouar, 2016).



**Figure 17 :** Taux d'utilisation des pesticides par les céréaliculteurs enquêtés

### II.4.2. Types de pesticides utilisés en céréaliculture

Selon le tableau 07, les producteurs enquêtés procèdent en général au désherbage chimique. Les formulations herbicides sont les plus utilisées durant la campagne agricole 2017/2018 (88,9%), alors que les insecticides (18,6 %) et les fongicides (16,6%) ne sont utilisés que ponctuellement en cas d'attaques fongiques ou d'insectes.

**Tableau 07 :** Répartition des groupes chimiques des pesticides utilisés par les enquêtés

Groupe chimique	Nombre D'utilisateurs	Pourcentage par rapport au total des enquêtés (%)
Insecticide	37	18,6
Fongicide	33	16,6
Herbicide	177	88,9

Nous avons constaté que les contraintes majeures de la production céréalière dans la région de Biskra sont liées à l'infestation des parcelles par des mauvaises herbes. A cet effet, le désherbage demeure d'extrême importance dans la conduite de la culture (Chambre d'agriculture de l'Allier, 2018).

La gestion des mauvaises herbes dépend fortement de l'usage des herbicides, ces derniers sont les produits phytosanitaires dont l'emploi est le plus généralisé (Agreste, 2016, Hajjaj et *al.*, 2016). Cependant, le choix d'un herbicide doit tenir compte de la flore adventice problématique dominante (Hajjaj et *al.*, 2016). Tandis que l'utilisation des insecticides et fongicides est moins enregistrée dans la présente étude car, les bio agresseurs des cultures céréalières semblent avoir été moins actifs, notamment les maladies fongiques en raison du taux faible d'humidité qui caractérise les régions arides dont Biskra.

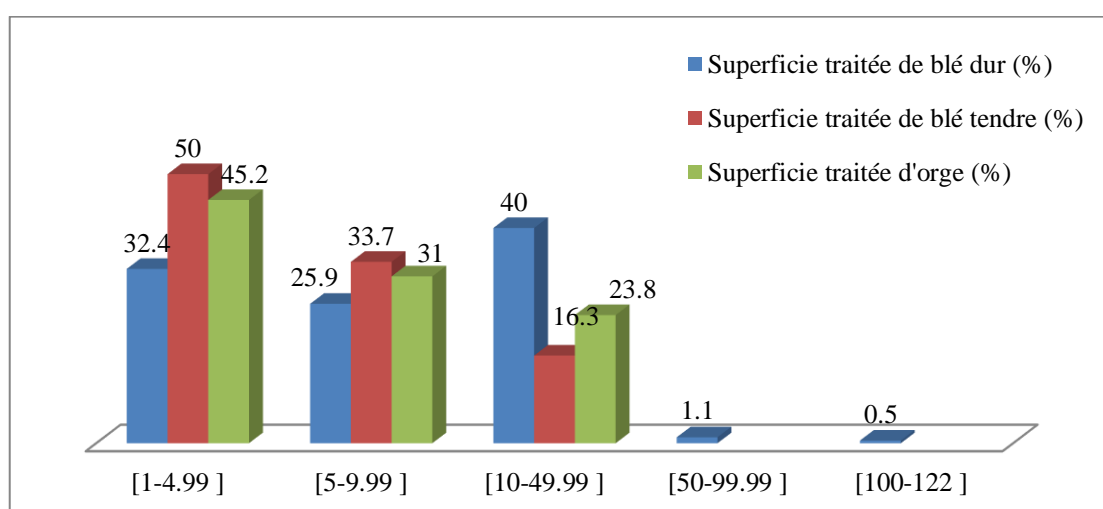
Les résultats enregistrés sont en accord avec ceux trouvés par l'étude de (Nabti, 2015) dans la région de Souk Ahras (Algérie). Cet auteur a montré que les agriculteurs utilisent des herbicides en cultures céréalières alors que l'emploi des insecticides et fongicides est quasiment absent ou rarement enregistré. Cependant, les travaux de (Bendif, 1994, Sayoud et *al.*, 1999, Benslimane et *al.*, 2011), avaient montré que la septoriose, la tache auréolée et la rouille brune ont été les principales maladies fongiques constatées au niveau des régions céréalières du pays (Algérie). Belaid (1996), a rapporté que les maladies des céréales ont une influence sur la stabilité du rendement des différentes variétés et sur la qualité des grains récoltés.

#### II.4.3. Superficies de céréales traitées

Les superficies traitées vis-à-vis les adventices, les insectes et les maladies fongiques varient de 02 à 122 ha avec une moyenne de  $(10,79 \pm 12,69)$  ha pour le blé dur. Elles varient de 01 à 20 ha avec une moyenne de  $(5,39 \pm 3,08)$  ha pour le blé

tendre. Alors que l'orge ne présente que des superficies traitées de 01 à 45 ha avec une moyenne de  $(10,79 \pm 12,69)$  ha). En effet, les superficies de moins de 05 ha respectivement de blé tendre (50%), orge (45.2%) et blé dur (32,4%) sont les plus traitées. Cependant, les superficies traitées à grande échelle de [10-49.99] [ha] s'observent dans les cultures de blé dur (40 %) (figure 18). Selon les statistiques de la DSA de Biskra (2018), la superficie céréalière dés herbée a connu une augmentation de 1480 ha (campagne 2017/2018) par rapport à la campagne précédente 2016/2017. Cela est dû à la tendance des agriculteurs de s'orienter vers les fournisseurs privés pour l'achat des désherbants. Ces derniers leur assurent l'application et le suivi sur le terrain, ainsi que l'achat de ces substances par facilité.

Karkour (2012), note que dans la région de Sétif la moyenne de la superficie dés herbée chimiquement, pour la période 2004-2009, était de 7154,7 ha ce qui représente près de (4,17%) de la superficie cultivée en céréales. Selon le même auteur, la non maîtrise des techniques de désherbage, l'utilisation des mauvaises herbes durant l'année de jachère en tant que fourrage, le prix élevé des herbicides et des pulvérisateurs sont les principales raisons pour lesquelles le désherbage chimique reste encore sous-employé. En outre, ACTA (2002) atteste qu'en Europe et en Amérique du Nord l'utilisation des herbicides atteint jusqu'à 80% de la quantité totale appliquée. Ceci s'explique par l'augmentation des surfaces cultivées en maïs. Agreste (2013a), déclare aussi que la sole en orge était protégée chimiquement à 99 % dans la Bourgogne (France) en 2011.



**Figure 18 :** Répartition des superficies de blé dur, blé tendre et d'orge traitées.

#### II.4.4. Identification des pesticides utilisés en céréaliculture

L'enquête a permis de recenser 25 préparations commerciales de produits phytosanitaires utilisées en cultures céréalières réparties en trois grandes familles, herbicides, fongicides et insecticides. Les céréaliculteurs ont recours pour le traitement des cultures par des produits de type herbicide avec 16 formulations. Ceci est sans doute dû au fait que les cultures céréalières dans la région de Biskra sont souvent attaquées par les adventices.

**Tableau 08 :** Identification des pesticides utilisés par les céréaliculteurs enquêtés

Type de pesticide	Nom commercial	Matières actives	Effectif	FC %	Concentration	Formulation	Doses d'utilisation	Déprédateurs	Cultures	D.A.R	N° d'homologation
Herbicide	TRAXOS	PINOXADEN	25		22,5 g/l			Adventices graminées annuelles	Céréales	60	08 46 156
		CLODINAF P PROPARGYL		12,6	22,5 g/l	EC	0,9 - 1,3 L/Ha				
		CLOQUINTOC ET MEXYL			6,25 g/l						
Herbicide	ZOOM	DICAMBA	28		65,90%		120 G /ha	Adventice dicotylédones	Blé/orge	60	R 12 52 031
		TRIASULFURO N		14,1	4,10%	WG					
Herbicide	HUSSAR EVOLUTION	FENOXAPROP P ETHYL	9		64 g/l		1 L/Ha	Adventices dicotylédones/ graminées	Céréales	90	08 46 123
		IODOSULFUR ON		4,5	8 g/l	EC					
		MEFENPYR DIETHYL			24g/l						

Suite de tableau 08 : Identification des pesticides utilisés par les céréaliculteurs enquêtés

Type de pesticide	Nom commercial	Matières actives	Effectif	FC %	Concentration	Formulation	Doses d'utilisation	Déprédateurs	Cultures	D.A.R	N° d'homologation
Herbicide	COSSACK OD	IODOSULFUR ON METHYL SODIUM	33	16,6	7,5 g/l	OD	1 L/Ha	Dicotylédones / graminées annuelles	Céréales	90	08 46 119
		MESOSULFUR ON METHYL			7,5 g/l						
		MEFENPYR DIETHYL			22,5 g/l						
Herbicide	TRAXOS ONE	PINOXADEN	17	8,5	30 g/l	EC	1 L/ha	Adventices graminées / Dicotylidones	Blé dur /blé tendre	60/75	16 05 17
		FLORASULAM			7,5 g/l						
		CLOQUINTOC ET MEXYL			7,5 g/l						
		CLODINAFOF PROPARGYL			30 g/l						
Herbicide	PALLAS 45 ODV	PYROXSULAM	17	8,5	45 g/l	OD	0,5 L/Ha	Adventices graminées / Dicotylidones	Blés	90	11 51 025
		CLOQUINTOC ET MEXYL			90 g/l						
Herbicide	MUSTANG 360 SE	FLORASULAM  2,4 D ESTER EHE	10	5	6,25 g/l 300 g/l	SL	0,6 L/Ha	Adventices dicotylédones	Blé	75	14 54 031



Suite de tableau 08 : Identification des pesticides utilisés par les céréaliculteurs enquêtés

Type de pesticide	Nom commercial	Matières actives	Effectif	FC %	Concentration	Formulation	Doses d'utilisation	Déprédateurs	Cultures	D.A.R	N° d'homologation
Herbicide	TOPIK 80 EC	CLODINAPOP PROPARGYL CLOQUINTOCET MEXYL	6	3	80 g/l	EC	0,75 à 0,9 l/ha	Adventices graminées	Céréales (Blé dur, blé tendre Seigle, Triticale)	75	R.08 46 187
Herbicide	BRUMBY 80 EC	CLODINAPOP PROPARGYL CLOQUINTOCET MEXYL	20	10,1	80 g/l	EC	0,75 L/Ha	Adventices Graminées	Blé dur /blé tendre	75	R 16 56 082
Herbicide	GRANSTAR 75 DF	TRIBENURON METHYL	20	10,1	750 g/l	DF	12 g/Ha	Adventices dicotylédones	Céréales	60	12 052 062
Herbicide	DAMINE 600	2,4 D ESTER	7	3,5	600 g/l	Liquide	1 L/ha	Adventices dicotylédones	Céréales		R 06 44 275
Herbicide	DESORMO NE	2,4 D ESTER BUTYLGLYCOL	25	12,6	600 g/l	EC	0,7-1 L/Ha	Dicotylédones	Céréales d'hiver		R 09 47 009
Herbicide	SANHORM ONE® 720	2,4 D	5	2,5	720 g/l	SL	0,5 - 1 L/Ha	Adventices Dicotylédones annelles	Blé dure et blé tendre		14 54 036
Herbicide	BASAGRAN	BENTAZONE	11	5,5	480 g/l	SL	2 - 4 L/Ha 2 - 3 L/Ha	Adventices dicotylédones	Céréales  Cultures Légumières/ Luzerne	14	R 16 56 137
Herbicide	GOAL 2 E	OXYFLUORFENE	2	1		EC	1,2 - 1,5 L/Ha	Adventices	Ail / Oignon		R 08 46 188

**Suite de tableau 08** : Identification des pesticides utilisés par les céréaliculteurs enquêtés

Type de pesticide	Nom commercial	Matières actives	Effectif	FC %	Concentration	Formulation	Doses d'utilisation	Déprédateurs	Cultures	D.A.R	N° homologation
Herbicide	OSCAR	TRIBENURON METHYL	2	1	75%	WP	11 g/Ha	Adventices annuelles	Céréales (blé-orge)	30	14 54 017
Fongicide	FALCON	SPIROXAMINE TEBUCONAZOLE TRIADIMENOL	13	6,5	250g/l 167 g/l 43 g/l	EC	0,8 L/Ha	Rouille/Septori ose / Fusariose / Oïdium	Céréales	30	15 55 269
Fongicide	TILT	PROPICONAZOLE	2	1	250 g/l	EC	0,5 L/ha	1/ Oïdium/ Rouille / septoriose 2/ Helminthospor iose /Oïdium / rhynchosporios e	1/ Blé 2/Orge	30	R 08 46 181
Fongicide	PINK	TRIFLOXYSTROBI NE	3	1,5	50%	WG	500 ml/ha	Rouille/fusario se/helminthosp oriose	Céréales	42	07 45 111
Fongicide	BUNAZOL 250	TEBUCONAZOLE	5	2,5	250 g/l	EW	1 L/Ha	Helminthospor iose / fusariose /oïdium/septori ose	Céréales	21	16 56 055
Fongicide	HORIZON 250 EW	TEBUCONAZOLE	12	9	1/250 g/l	EW	1 L/Ha	1/ Rouille jaune, brune et noire / fusariose des épis /septoriose des feuilles 2/Helminthosp oriose/rinchosp oriose/ oïdium	2/ orge Blé / 1	28	14 54 010

**Suite de tableau 08** : Identification des pesticides utilisés par les céréaliculteurs enquêtés

Type de pesticide	Nom commercial	Matières actives	Effectif	FC %	Concentration	Formulation	Doses d'utilisation	Déprédateurs	Cultures	D.A.R	N° d'homologation
Insecticide	DURSBAN	CHLORPYRIPHOS ETHYL	11	5,5	480 g/l	EC	0,5 L/ha	Lutte Anti Acridienne		14	16 56 035
Insecticide	ALPHACID E 50 EC	ALPHA CYPERMETHRIN	9	4,5	50 g/l	EC	30-50 ml/ha	Puceron /Noctuelles	Tomates/ Pomme de terre	10	R 12 52 004
Insecticide	DECIS 25 EC	DELTAMETHRINE	7	3,5	25g/l	EC	0,5 L/Ha	Punaise	Céréales	7	R12 52 011
Insecticide	Karateka	LAMBDA CYHALOTHRIN	9	4,5	50 g/l	EC	1) 0,175 L/Ha. 2 et 3) 0,25	Carpocapse/Cé ratite/Teigne	1-Arbre fruitiers 2-Agrumes 3-Olivier	14	16 56 019

FC : Fréquence de citation des produits utilisés dans la région de Biskra par rapport au total des producteurs de céréales enquêtés (%).

DF : Pâte granulée ; WP : Poudre mouillable ; EC : Concentré émulsifiable ; WG : granulés à disperser dans l'eau ; SL : concentrés solubles ; EW : émulsions aqueuses ; OD : dispersions huileuses.

Cette situation amène les producteurs à recourir aux herbicides dont les plus utilisés sont, Cossack (OD) (16,6%), Zoom (WG) (14,1%), Traxos (EC) (12,6%) et Desormone lourd (EC) (12,6%). En ce qui concerne les fongicides, le Falcon (EC) et Horizon (EW) ont été utilisés respectivement par (6,5%) et (6%) des producteurs, ainsi que le Dursban (EC) a été l'insecticide le plus choisi par (5,5%) des producteurs. Certains produits, notamment les formulations insecticides à base d'Alpha Cypermethrin et Lambda Cyhalothrin, dont l'usage est réservé à la culture de tomate et pomme de terre pour la première et aux arbres fruitiers, agrumes et oliviers pour la deuxième, ainsi que la formulation herbicide présentée par la matière active Oxyfluorfené recommandée en culture d'ail et d'oignon, sont utilisées aussi en cultures céréalieres par les agriculteurs de la région de Biskra (tableau 08).

En revanche, au Maroc le glyphosate, glufosanate-ammonium et paraquat sont les herbicides de pré-levée possible à appliquer sur blé tendre (Tanji, 2015). Ainsi au Cameroun, l'accroissement de l'utilisation des herbicides continu depuis 20 ans (paraquat, glyphosate, diuron, et atrazine) dans la rotation coton-céréales surtout depuis l'extension de la technique du semis direct sans labour qui consiste à traiter préalablement la parcelle avec des herbicides avant semis (Dugué et Guyotte, 1996).

#### **II.4.5. Identification des matières actives des pesticides utilisés sur les céréales**

Les herbicides, fongicides et insecticides utilisés par les céréaliculteurs considérés dans la présente étude sont formulés à base de 28 matières actives dont les plus fréquents sont, Cloquintocet Mexyl (42,2%), Clodinafop Propargyl (34,2%), les 2,4 D (23.6 %) ainsi que Mefenpyr Diethyl et Pinoxaden représentant chacune (21,1%). Elles appartiennent respectivement aux familles des Dérivées de la quinoline, Aryloxyphénox-propionates 'Fop', Acides phenoxy-carboxyliques, Sulfonylurées et Phenylpyrazoline 'den'. Cependant les Sulfonylurées sont aussi importantes en nombre dans la gamme de pesticides utilisés par les céréaliculteurs avec 6 matières actives (Iodosulfuron, Iodosulfuron Methyl Sodium, Mefenpyr Diethyl, Mesosulfuron Methyl, Triasulfuron et Tribenuron Methyl) (tableau 09).

Ces résultats sont en accord avec ceux de (Agreste, 2008 et Agreste, 2013 a) en Bourgogne (France) qui ont également trouvé que les sulfonylurées (iodosulfuron et mesosulfuron) restent les principaux désherbants sur blé. Elles ont prouvé leur efficacité est importante, même à faible dose, essentiellement sur les graminées. Le florasulam est employé en complément sur les dicotylédones. D'après les mêmes auteurs les clodinafop-propargyl 'fops' sont de moins en moins utilisés, car ils favorisent l'apparition de phénomènes de résistance.

De même, l'utilisation exclusive de 2,4-D en Algérie contre les dicotylédones a permis une extension de nombreux adventices résistants, en particulier les graminées fortement compétitives dans les cultures des céréales (Hamadache, 1995). Sa persistance d'action dans le sol peut atteindre 1 mois (Mebdoua, 2017). Il convient de mentionner que le Dicamba et le 2,4-D ont des applications étendues et qui se chevauchent dans le monde entier, à la fois individuellement et en mélange sur plusieurs cultures dont les céréales, le maïs, le sorgho et d'autres cultures d'importance commerciale (Ruiz de Arcaute et *al.*, 2018).

**Tableau 09 :** Identification des matières actives des pesticides utilisés par les céréaliculteurs enquêtés

Famille chimique	Matière active	Nombre d'utilisateurs	Pourcentage par rapport au total d'enquêtés (%)	Classes toxicologiques OMS
Acide benzoïque	Dicamba	28	14,1	II
Acides phenoxy-carboxyliques	2,4-D	5	2,5	II
	2,4-D-Ester	7	3,5	II
	2,4-D-Ester-Butylglycol	25	12,6	II
	2,4-D-Ester-Ehe	10	5,0	II
Aryloxyphénoxy-propionates 'Fop'	Clodinafop-Propargyl	68	34,2	NL
	Fenoxaprop-P-Ethyl	9	4,5	O
Benzothiadiazinone	Bentazone	11	5,5	II
Dérivées de la quinolinine	Cloquintocet-Mexyl	84	42,2	NL
Diphényle-éthers	Oxyfluorène	2	1,0	U
Organophosphorés	Chlorpyrifos-Ethyl	11	5,5	II
Oximino acétates	Trifloxystrobine	3	1,5	U
Phenylpyrazoline 'Den'	Pinoxaden	42	21,1	NL
Pyréthriinoïdes, Pyréthrinés	Alpha-Cyperméthrin	9	4,5	II
	Deltaméthrine	7	3,5	II
	Lambda-Cyhalothrin	9	4,5	II
Spiroketal-amines	Spiroxamine	13	6,5	II
Sulfonylurées	Iodosulfuron	9	4,5	NL
	Iodosulfuron-Méthyl-Sodium	33	16,6	NL
	Mefenpyr-Diethyl	42	21,1	NL
	Mesosulfuron-Méthyl	33	16,6	NL
	Triasulfuron	28	14,1	U
	Tribenuron-Méthyl	22	11,1	U
Triazoles	Propiconazole	2	1,0	II
	Tebuconazole	30	15,1	II
	Triadimenol	13	6,5	II
Triazolopyrimidines	Florasulam	27	13,6	U
	Pyroxulam	17	8,5	NL

En effet, le bromoxynil, diclofop-méthyl, le flamprop-isopropyl, MCPA (antigraminé) ont été les herbicides les plus employés pendant une vingtaine d'années sur les céréales des hautes plaines (Fenni, 2003). En plus, Hajjaj et *al.* (2016) ont déclaré dans la région de Chaouia (Maroc) que les formulations à base de (Mesosulfuron Sodium, Iodosulfuron Sodium, Mefenpyr Diethyl) et (Pyroxulam, Cloquintocet Mexyl) sont recommandées dans le contrôle du brome dans le blé tendre en semis direct.

En ce qui concerne la toxicologie des matières actives recensées, en se basant sur la classification de l'Organisation mondiale de la santé (OMS : WHO) (WHO, 2005) et la base de données des produits phytosanitaires de l'UIPAC (UIPAC, 2020).

Il en ressort que la classe II (Modérément dangereux) est majoritairement représentée par 14 matières actives. Elle est secondée par la classe U (Ne semble pas présenter de danger dans les conditions normales d'utilisation) avec 05 matières actives. Alors que la classe O (Obsolète comme pesticide, non classé) est très marginale avec une seule matière active. Par ailleurs, 08 matières actives d'entre elles sont non classées NL (Non Listé) (Tableau 09).

#### **II.4.6. Doses appliquées et délais avant récolte (DAR) des pesticides utilisés**

Le délai avant récolte (DAR) est une notion connue par seulement (54,77 %) des céréaliculteurs enquêtés, mais elle n'est pas respectée par (43,12%) d'entre eux. Ceux-ci ignorent en général ce délai et arrêtent leur traitement non pas en fonction des recommandations propres à chaque produit phytosanitaire, mais plutôt en fonction de la présence ou l'absence de nuisibles dans leur parcelles (Tableau 10). Aude et *al.* (2018), atteste que ce paradoxe signifie que les agriculteurs sont conscients de leur situation d'exposition mais la majorité d'entre eux négligent ce risque. Alors que Kpan et *al.* (2019) a prouvé que même si l'agriculteur est conscient des dangers chroniques potentiels des pesticides, son intérêt immédiat est le gain économique. Le non-respect du DAR a été également constaté par d'autres auteurs sur différentes cultures (Doumbia et Kwadjo, 2009, Sougnabe et *al.*, 2009, Ahouangninou et *al.*, 2011, Kanda et *al.*, 2013, Son et *al.*, 2017, Rahmoune et *al.*, 2018).

Ce phénomène augmente notamment le risque de contamination des produits agricoles par les résidus de pesticides (Saliou et *al.*, 2012, Son et *al.*, 2017) car les matières actives et les adjuvants ne trouvent pas suffisamment de temps pour se dégrader entièrement (Kpan et *al.*, 2019). Selon le même auteur, le non-respect du DAR par des maraîchers pourrait expliquer le fait que (93,33 %) des échantillons de laitue étaient non conformes aux normes du Codex ou de l'UE en termes de taux de résidus de pesticides avec un dépassement des LMRs.

Cependant, plus des deux tiers (61,81%) des céréaliculteurs enquêtés n'emploient jamais les doses réglementaires des produits phytosanitaires, (16,58 %) les utilisent occasionnellement. Les agriculteurs qui se conforment aux doses

réglementaires sont minoritaires (21,61%) en raison de la difficulté de lecture des modalités d'utilisation et la difficulté de réalisation de dosages précis (Tableau 10).

**Tableau 10 :** Comportement des céréaliculteurs vis-à-vis des DAR et des doses d'application de pesticides recommandées.

Question	Réponse	Nombre d'enquêtés	Pourcentage des enquêtés (%)
Connaissez-vous les DAR ?	Oui	109	54,77
	Non	90	45,23
<b>Total</b>		199	100,00
Respectez-vous les DAR ?	Oui	62	56,88
	Non	47	43,12
<b>Total</b>		109	100,00
Utilisez-vous la dose d'application de pesticides recommandée ?	Toujours	43	21,61
	Jamais	123	61,81
	Parfois	33	16,58
<b>Total</b>		199	100,00

Ce constat a été également fait par (Moussaoui et *al.*, 2001; Wade, 2003, Cissé et *al.*, 2003, Akogbeto et *al.*, 2005, Rahmoune et *al.*, 2018). La difficulté de lecture des modalités d'utilisation et la réalisation des dosages précis s'expliquent par le faible niveau d'instruction et le manque de formation en matière d'usage des pesticides des céréaliers interviewés. Tandis que les informations écrites sur les emballages, le plus souvent en langues étrangères (français, anglais) (Sa'ed et *al.*, 2010) et les pictogrammes aux normes internationales sont mal compris (Tourneux, 1993, Wade, 2003, FAO, 2011). La majorité des agriculteurs ne donne pas de l'importance aux petits dessins explicatifs pour le dosage des produits illustrés sur les étiquettes (Nabti, 2015). L'étude de Kpan et *al.* (2019) réalisée sur un échantillon renfermant seulement (17,11%) d'agriculteurs scolarisés a montré que le non-respect des bonnes pratiques agricoles pourrait s'expliquer par le faible taux de scolarisation et le manque de formation qualifiante. Mais dans l'ensemble, quel que soit le niveau d'instruction, le comportement des agriculteurs reste le même à savoir le non-respect des consignes de sécurité et des bonnes pratiques phytosanitaires (FAO, 2011).

L'utilisation de pictogrammes simples permet la compréhension de tous, y compris les personnes analphabètes ou ne parlant pas la même langue (Batsch, 2011).



#### II.4.7. Périodes d'application des traitements phytosanitaires par les céréaliculteurs

La période de désherbage s'étale du mois de décembre jusqu'au mois de mars, tandis que les traitements fongicides débutent à partir du mois de février jusqu'au mois d'avril. Par contre, les traitements insecticides s'appliquent uniquement en mois de février et un seul cas a été observé au cours du mois de mars.

On note que durant les mois de janvier et février, les interventions phytosanitaires sont plus importantes. Notamment le désherbage réalisé par (106 céréaliculteurs) en mois de janvier et les traitements herbicides, fongicides et insecticides effectués respectivement par (43, 26 et 35 céréaliculteurs) en mois de février (figure 19).

Nos résultats révèlent que la période d'application des traitements phytosanitaires en céréaliculture se situe entre le mois de décembre et le mois d'avril et coïncide avec le stade tallage jusqu'au stade épiaison selon les cycles des cultures et les zones en enregistrant que le désherbage chimique est le plus appliqué. Mais (DPVCT, 2017) rapporte que la plupart des herbicides sont appliqués en stade 2-3 feuilles au fin tallage, ils sont donc déconseillés en stade épiaison. D'autres produits sont toxiques pour les organismes aquatiques et les abeilles, donc il faut éviter les traitements en période de floraison.

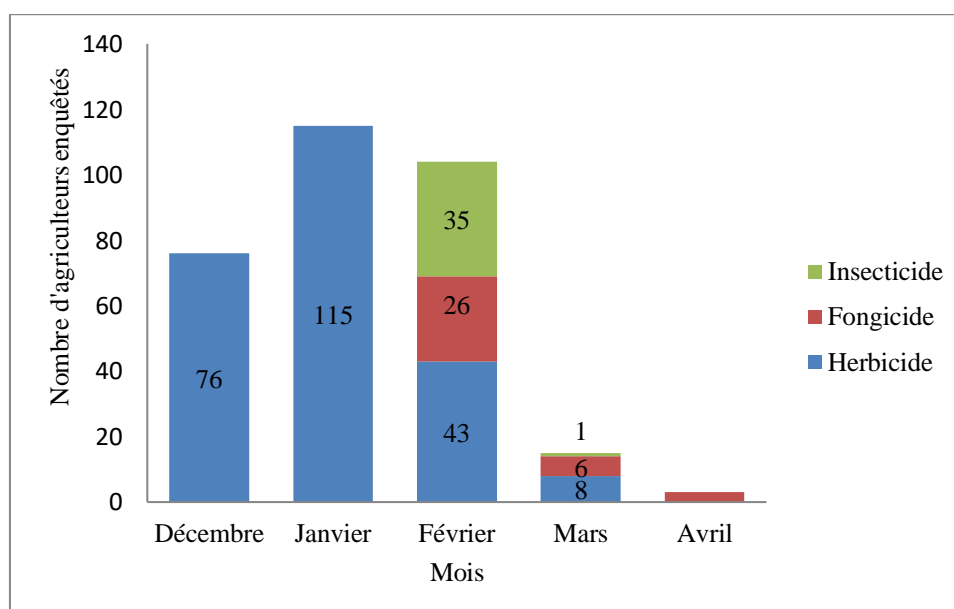


Figure 19 : Périodes de traitements phytosanitaires appliqués par les céréaliculteurs.

**Conclusion**

L'ensemble des résultats de l'enquête montrent que, le système céréales-cultures maraichères et/ou phoeniculture- élevage des petits ruminants est le plus pratiqué dans la région d'étude. En effet, la majorité des céréaliculteurs protègent leurs cultures contre les différents nuisibles, notamment les mauvaises herbes. Cependant, une gamme importante de matières actives a été recensée, dont la moitié de celles-ci sont classées dans la catégorie (II) modérément dangereuses selon l'OMS. Cependant, notre étude confirme une utilisation incontrôlée des pesticides. A savoir, le non-respect des DAR et son ignorance, les mauvais dosages de pesticides et le non-respect des périodes de traitement.

Le manque d'encadrement ne permet pas aux producteurs de céréales, dont la majorité est analphabète ou de faible niveau d'instruction, d'utiliser de façon raisonnée les produits phytosanitaires.

# **Troisième chapitre :**

Evaluation de la pression  
phytosanitaire des  
exploitations céréalières

## Introduction

L'objectif de ce troisième chapitre est d'évaluer la pression d'usage des produits phytosanitaires dans les exploitations céréalières sur les différents sites d'étude, en utilisant l'Indicateur de Fréquence des Traitements (IFT) et l'Indice de Pression Phytosanitaire (IPP).

## I. Méthodologie de travail

### I.1. Présentation des indices IFT et IPP

L'Indice de Fréquence de Traitements (IFT) est un indicateur synthétique d'intensité et de suivi de l'utilisation des produits phytosanitaires par les agriculteurs (Bruneta et *al.*, 2008). Il a été développé au milieu des années 1980 au Danemark, pour répondre au fait que le recours croissant à des produits utilisés à faible grammage n'était pas reflété par les statistiques danoises portant sur les quantités totales de substances actives vendues (Boussier, 2015).

L'unité élémentaire de l'IFT est le traitement, c'est-à-dire l'application d'un produit pendant un passage. Il est utilisé pour accompagner les agriculteurs dans leur changement de pratiques et visualiser les progrès accomplis (Plan Ecophyto, 2014) afin d'objectiver l'évolution des pratiques vers une réduction ou gestion optimisée de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (Boussier, 2015 ; MAA, 2018).

#### I.1.1. Méthode de calcul de l'IFT<sub>Traitement</sub>

L'IFT<sub>Traitement</sub> se calcule différemment, selon le type de traitement réalisé ou le type de produit utilisé pendant la campagne culturale. L'IFT du traitement au champ est obtenu en divisant la dose réellement appliquée par la dose de référence pour le produit considéré multipliée par le pourcentage de surface traitée (INRA et AgroParisTech, 2010 ; MAA, 2018 ; Agreste, 2018 ; Agreste, 2019 ; Noé, 2021).

$$\text{IFT}_{\text{Traitement champ}} = (DA/DR) \times \text{PST}, \text{ équation 1}$$

avec : DA : dose appliquée, DR : dose de référence, PST : proportion de surface traitée

#### I.1.2. Principes généraux de calcul de l'IFT

- Si l'unité spatiale d'intérêt n'est pas traitée sur la totalité de sa surface, on tient également compte de la proportion de surface traitée, c'est-à-dire du ratio de la surface traitée sur la surface totale de l'unité spatiale (MAA, 2018).

- Pour les grandes cultures, l'ensemble des traitements réalisés au champ, y compris les traitements obligatoires, sont pris en compte, excepté les traitements, rodenticides, répulsifs, taupicides et dévitalisation des souches (MAA, 2018).
- Chaque application est considérée comme un traitement, y compris dans le cas où un produit doit être utilisé en doses fractionnées. Un mélange de deux produits appliqués lors d'un même passage compte en revanche pour deux traitements (MAA, 2018).
- En l'absence de dose de référence, dans le cas par exemple d'un produit sans dose, l'IFT du traitement compte pour 1 (MAA, 2018).
- Lors du calcul de l'IFT<sub>Traitement champ</sub>, il est important de veiller à ce que les doses appliquées et les doses de référence soient exprimées dans la même unité. Il en est de même pour la surface traitée et la surface de l'unité spatiale. Les doses de référence sont le plus souvent exprimées en litre (l) ou kilogramme (kg) par hectare pour les grandes cultures (MAA, 2018).

- Afin d'exprimer la dose appliquée dans la même unité que la dose de référence, il peut être nécessaire de tenir compte du volume de bouillie réellement appliqué par hectare, à l'aide de la formule suivante :

Dose du produit kg/hl x Volume de bouillie hl/ha = Dose du produit kg/ha, équation 2

Conversion d'une dose exprimée en volume de bouillie en une dose exprimée à l'hectare » (MAA, 2018).

- Selon MAA (2018), on distingue deux types de doses de référence :
  - ✓ Les doses de référence définies à la cible : ces doses sont définies pour chaque produit, culture, cible ou fonction visée par le traitement. Elles correspondent à la dose homologuée du produit. Lorsque plusieurs doses homologuées sont définies pour un même produit sur une même culture et avec une même cible ou fonction, alors la dose de référence correspond à la plus grande dose homologuée ;
  - ✓ Les doses de référence définies à la culture : ces doses sont définies pour chaque produit et culture. Elles correspondent à la plus petite des doses de référence définies à la cible pour le produit et la culture considérés.
- Si le type de traitement réalisé ainsi que le produit phytopharmaceutique ou les substances actives utilisées pour le traitement des semences sont généralement connus de l'exploitant, les doses appliquées ne le sont pas toujours. En conséquence, pour ce type de traitement, l'IFT est par défaut fixé à 1 (MAA, 2018).

✓ Dans le cas où la parcelle n'est pas intégralement semée avec des semences traitées ou qu'un mélange de semences traitées/non traitées a été réalisé avant le semis, on tient également compte de la proportion de surface ou de semences effectivement traitées. Par exemple :

- Si 75 % de la parcelle a été semée avec des semences traitées, le reste de la parcelle ayant été semée avec des semences non traitées, l'IFT<sub>Traitement</sub> de semences s'élève à 0,75 (= 1 x 75/100) ;

- Si un mélange 50 % de semences traitées 50 % de semences non traitées a été réalisé, l'IFT<sub>Traitement</sub> de semences s'élève à 0,5 (= 1 x 50/100) (MAA, 2018).

- Les produits phytopharmaceutiques de biocontrôle sont pris en compte dans le calcul de l'IFT (MAA, 2018).

- Les traitements réalisés par l'exploitant sur les produits récoltés de la parcelle ne sont pas pris en compte dans le calcul de l'IFT (MAA, 2018).

- Quel que soit le type de culture, les traitements réalisés pendant la période d'inter-culture (entre la récolte du précédent et la mise en culture) sont pris en compte (MAA, 2018).

- Les IFT ne comprennent pas les adjuvants qui peuvent être utilisés avec les produits phytopharmaceutiques. Les adjuvants (huiles et autres) sont utilisés pour améliorer l'action d'un produit phytopharmaceutique (Agreste, 2019).

### I.1.3. Méthode de calcul de l'IFT<sub>Unité spatiale</sub> (parcelle)

L'indicateur IFT<sub>parcelle</sub> ou L'IFT<sub>Unité spatiale</sub>, déjà utilisé en grandes cultures (INRA et AgroParisTech, 2010) correspond à la somme des IFT<sub>Traitement</sub>, qu'il s'agisse de traitements au champ ou de traitements de semences, réalisés sur cette unité spatiale pendant une période donnée. Il peut être segmenté par catégorie d'usages (herbicides, hors herbicides). En l'absence de traitement, l'IFT<sub>Unité spatiale</sub> est égale à 0 (MAA, 2018 ; Agreste, 2019).

$$\text{IFT}_{\text{Unité spatiale}} = \sum_t (\text{DA}_t / \text{DR}_t) \times \text{PST}_t, \text{ équation 3a}$$

avec : t : les traitements au champ réalisés pendant la période donnée, DA : dose appliquée, DR : dose de référence, PST : proportion de surface traitée

$$\text{IFT}_{\text{Unité spatiale}} = \sum_t (\text{DA}_t / \text{DR}_t) \times \text{PST}_t + \sum_{ts} (1 \times \text{PST}_{ts}), \text{ équation 3b}$$

avec : t : les traitements au champ réalisés pendant la période donnée, DA : dose appliquée, DR : dose de référence, PST : proportion de surface traitée, ts : les traitements de semence réalisés pendant la période donnée

#### I.1.4. Notion d'agrégation spatiale

Quel que soit le niveau d'agrégation, le principe est le même. L'IFT correspond à une moyenne pondérée des IFT Unité spatiale.

$$\text{IFT}_{\text{Exploitation}} = \frac{\sum_{\text{Parcelles de l'exploitation}} (\text{IFT}_{\text{Parcelle}} \times \text{Surface}_{\text{Parcelle}})}{\sum_{\text{Parcelles de l'exploitation}} \text{Surface}_{\text{Parcelle}}}, \text{ équation 4}$$

#### I.1.5. Distinction IFT Herbicides / Hors Herbicides

L'IFT peut être calculé globalement (IFT<sub>total</sub>) ou pour une catégorie particulière de produits phytosanitaires. Il peut être intéressant de distinguer IFT herbicides et IFT hors herbicides (pour les autres produits) (Bruneta et al., 2008 ; Plan Ecophyto. 2014).

$$\text{IFT}_{\text{Herbicides}} = \frac{\sum_{\text{Parcelles}} (\text{IFT}_{\text{Herbicides}})_{\text{Parcelle}} \times \text{Surface}_{\text{Parcelle}}}{\sum_{\text{Parcelles}} \text{Surface}_{\text{Parcelle}}}, \text{ équation 5}$$

$$\text{IFT}_{\text{Hors Herbicides}} = \frac{\sum_{\text{Parcelles}} (\text{IFT}_{\text{Hors Herbicides}})_{\text{Parcelle}} \times \text{Surface}_{\text{Parcelle}}}{\sum_{\text{Parcelles}} \text{Surface}_{\text{Parcelle}}}, \text{ équation 6}$$

#### I.1.6. Méthode de calcul de l'Indice de pression phytosanitaire (IPP)

Selon Boussier (2015), l'indice de pression phytosanitaire (IPP) se calcule de la manière suivante :

$$\text{IPP} = \frac{\text{IFT}(\text{culture 1}) * \text{SAU}(\text{culture 1}) + \text{IFT}(\text{culture 2}) * \text{SAU}(\text{culture 2}) + \dots + \text{IFT}(\text{culture n}) * \text{SAU}(\text{culture n})}{\text{surface globale}}$$

**Tableau 14** : Catégories de pression phytosanitaire (Boussier, 2015)

Pression phytosanitaire	IPP
Faible	< 0,7
Modérée	[0,7 ; 1,4[
Forte	[1,4 ; 2,1[
Très forte	> 2,1

## II. Résultats et discussion

### II.1. Indicateur de Fréquence des Traitements phytosanitaires (IFT)

#### II.1.1. Calcul de l'IFT<sub>parcelles</sub> des sites d'étude par culture céréalière



Les IFT herbicides augmentent pour le blé dur et l'orge, alors que les IFT fongicides sont en baisse pour le blé dur et l'orge. Cependant, les IFT insecticides sont stables pour le blé dur et l'orge (Agreste, 2013 b).

**Tableau 15** : IFT<sub>Parcelle</sub> calculés pour chaque culture céréalière dans les sites d'étude.

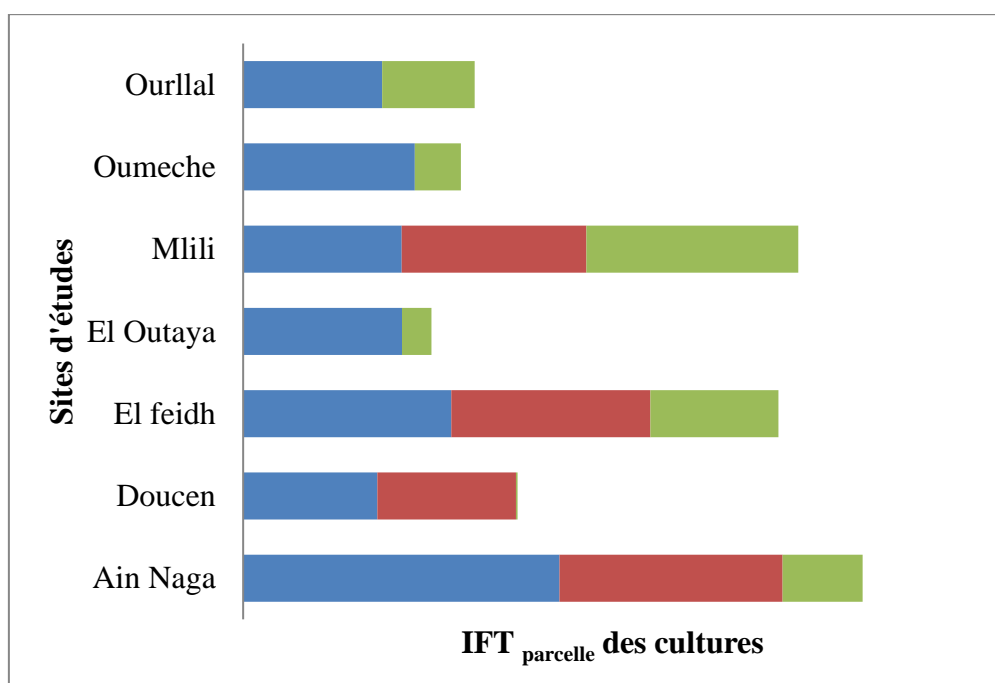
Sites d'étude	Culture	Blé dur	Blé tendre	Orge
<b>Ain Naga</b>	Surface (ha)			
	IFT Parcelle total			
	Dont IFT Herbicides			
	Dont IFT Hors Herbicides			
	Dont IFT Fongicides			
	Dont IFT Insecticides			
<b>Doucen</b>	Surface (ha)			
	IFT Parcelle total			
	Dont IFT Herbicides			
	Dont IFT Hors Herbicides			
	Dont IFT Fongicides			
	Dont IFT Insecticides			
<b>El feidh</b>	Surface (ha)			
	IFT Parcelle total			
	Dont IFT Herbicides			
	Dont IFT Hors Herbicides			
	Dont IFT Fongicides			
	Dont IFT Insecticides			
<b>El Outaya</b>	Surface (ha)			
	IFT Parcelle total			
	Dont IFT Herbicides			
	Dont IFT Hors Herbicides			
	Dont IFT Fongicides			
	Dont IFT Insecticides			
<b>Mili</b>	Surface (ha)			
	IFT Parcelle total			
	Dont IFT Herbicides			
	Dont IFT Hors Herbicides			
	Dont IFT Fongicides			
	Dont IFT Insecticides			
<b>Oumeche</b>	Surface (ha)			
	IFT Parcelle total			
	Dont IFT Herbicides			
	Dont IFT Hors Herbicides			
	Dont IFT Fongicides			
	Dont IFT Insecticides			
<b>Ourellal</b>	Surface (ha)			
	IFT Parcelle total			

Dont IFT Herbicides
Dont IFT Hors Herbicides
Dont IFT Fongicides
Dont IFT Insecticides
Dont IFT Traitement de semences

En effet, Agreste (2018) rapporte que les semences certifiées permettent de produire d'avantage que les semences de ferme (79 qx/ha contre 70 qx/ha). En contrepartie, l'IFT est plus élevé pour les semences certifiées comparant aux semences fermières.

### II.1.2. Calcul des différents types d'IFT<sub>parcelle</sub> par site d'étude

Les enquêtes annuelles de suivi d'évolution de l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) moyen sur blé tendre pour la période 1995-2006, réalisées par l'ONIGC dans cinq départements du grand Bassin Parisien à savoir, la Marne, l'Eure-et-Loir, la Somme, la Seine-et-Marne et l'Yonne, montrent que les céréaliers adaptent leur stratégie de protection selon l'année et la région. Sur l'ensemble de ces cinq départements, l'IFT global est en moyenne de 4,9, il varie selon le département (de 4,1 dans l'Yonne à 5,4 dans la Somme). Le niveau de l'IFT herbicide s'en ressent plus faible dès lors qu'il y a eu destruction mécanique (2,16 contre 2,51) (Agreste, 2018).



**Figure 25** : Intensité d'utilisation de pesticides sur cultures céréalières par sites d'étude.

## II.2. Calcul de l'IPP des sites d'étude

Le soufre bénéficie déjà depuis très longtemps d'une autorisation de mise sur le marché sur blé pour lutter contre l'oïdium et, depuis 2019, contre la septoriose. En peu de temps, il s'est imposé comme la solution de biocontrôle la plus utilisée sur blé tendre. Il permet donc d'économiser en théorie 0,5 IFT en généralisant son usage au premier traitement (Arvalis et Terres Inovia, 2021).

Retarder le semis reste par ailleurs un levier efficace pour réduire le développement d'adventices à la levée automnale et donc limiter le recours aux herbicides utilisés en semis plus précoce, au début de l'hiver. Ainsi, plus le semis est tardif, plus l'IFT herbicide est faible sans que le labour ait un effet. La densité de semis étant plus importante en semis tardifs, le blé, plus concurrentiel, participe au moindre développement des adventices et au faible niveau d'IFT. De plus, les interventions mécaniques plus tardives détruisent les adventices levées à l'automne.

L'utilisation d'une variété barbue protège également des attaques des pucerons à l'épiaison. Plus elle est semée tard, plus l'IFT Insecticide diminue. Il s'élève à 0,15 en semis précoce avec variété barbue, trois fois moins élevé qu'avec une variété non barbue (Agreste, 2010 ; Agreste, 2018).

**Tableau 16** : Indice de pression de traitements phytosanitaires (IPP) par site d'étude

Surface cultivée Blé dur	Surface cultivée Blé tendre	Surface cultivée Orge	Désignation du niveau de Pression
217,00	23,50	101,00	Très Forte
109,00	2,00	55,00	Modérée
871,00	543,50	417,25	Forte
272,00	0,00	63,00	Forte
191,00	5,00	68,00	Forte
101,00	0,00	10,00	Forte
305,00	0,00	4,00	Forte

## Conclusion

L'emploi de l'indicateur de fréquence des traitements (IFT) et de l'indice de pression phytosanitaire (IPP) montre que l'IFT <sub>Parcelle</sub> total (IFT herbicides et IFT hors herbicides) est plus important dans les différents sites d'étude.

# **Quatrième chapitre :**

Evaluation de l'exposition  
aux pesticides des ovins dans  
les exploitations céréalières  
des sites d'étude

## **Introduction**

L'une des méthodes précises utilisées pour surveiller l'exposition des animaux aux pesticides est la détermination de l'activité cholinestérasique (ChE) dans le sang (acétylcholinestérase, AChE ; butyrylcholinestérase, BChE). Ces dernières sont des biomarqueurs des effets toxiques systémiques des pesticides (Jalady et Dorandeu, 2013).

### **I. Méthodologie de travail**

#### **I.2. Echantillonnage des ovins des exploitations sélectionnées**

Les ovins ayant servi aux prélèvements sanguins s'agit de mâles de race Ouled Djellel (race dominante dans cette région), les sujets choisis sont cliniquement indemnes de toutes maladies bactériennes, parasitaires et virales, âgées de 08 à 12 mois, destinés à l'abattage. La détermination approximative de l'âge est faite sur base de l'examen de la dentition.

Ces ovins sont issus d'un mode d'élevage semi-extensif. Ils sont élevés dans les exploitations de leurs propriétaires et profitent des pâturages offerts par les parcours de la région pendant la bonne saison et ils s'abreuvent au forage de l'exploitation. Cependant, le recours à la complémentation alimentaire est assuré presque durant toute l'année, composée principalement par l'orge, le son et la paille produits au niveau de l'exploitation et/ou achetés, car les aliments produits dans l'exploitation ne couvrent pas les besoins alimentaires du cheptel durant toute l'année. Ajoutant à cela, le pâturage du troupeau sur les chaumes des céréales de l'exploitation et sur celles des voisins après la moisson des céréales. Sachant que les aliments produits dans ces exploitations sont traités par les pesticides.

#### **I.3. Dosage de l'activité Butyrylcholinestérasique des ovins sélectionnés**

La méthodologie appliquée est divisée en deux étapes essentielles, la première sur le terrain (prélèvements sanguins) (figure 28) la deuxième au laboratoire (centrifugation du sang et dosage l'activité de Butyrylcholinestérase) (figure 29).

##### **I.3.1. Prélèvements sanguins des ovins sélectionnés**



Figure 28 : Prélèvements sanguins des ovins

### I.3.2. Dosage de l'activité de Butyrylcholinestérase au laboratoire

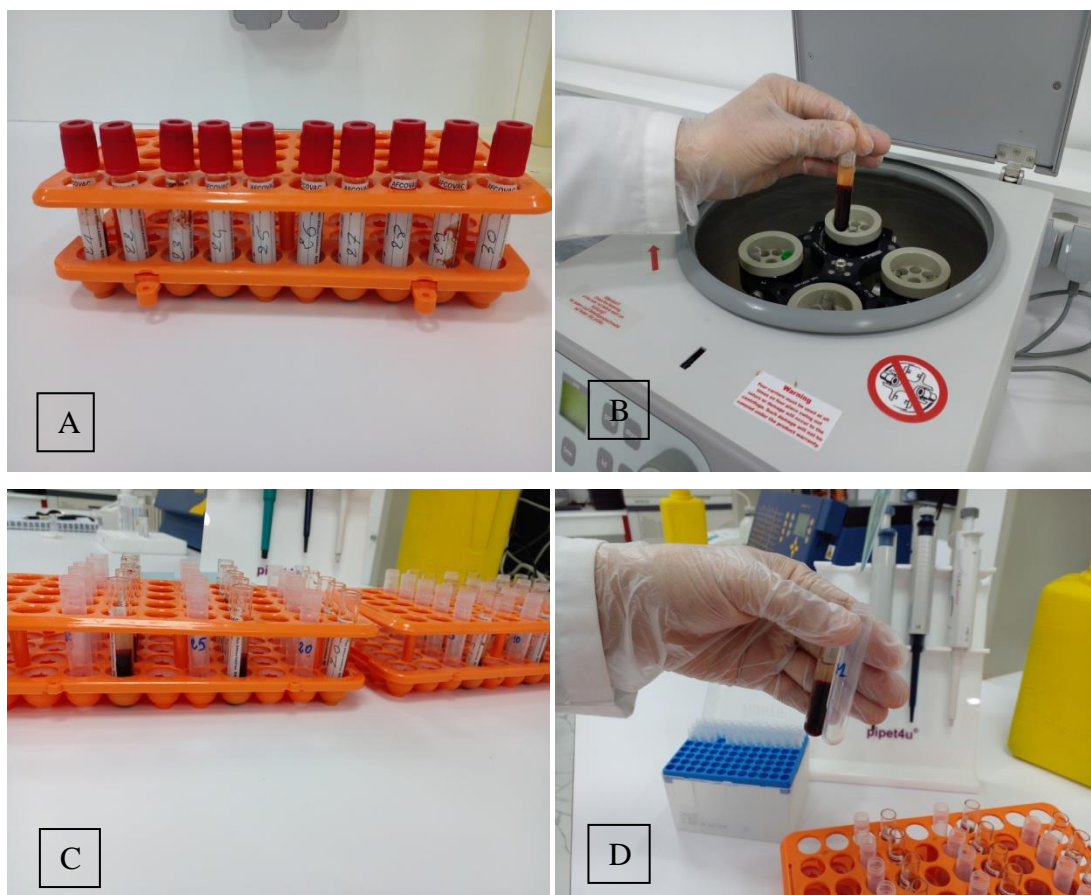


Figure 29 : Etapes de centrifugation des prélèvements de sang des ovins (A, B, C, D).

La BChE sérique est synthétisé dans le foie et sécrété dans le plasma (Chatonnet et Lockridge, 1989). La plupart des techniques de détermination des

activités cholinestérasiques sont basées, soit sur la mesure de l'acétylcholine restant après action de l'enzyme, soit sur la mesure de l'acide acétique libéré au cours de l'hydrolyse enzymatique d'une quantité connue de substrat (Hestrin, 1949).

Le dosage de cette enzyme plasmique s'est fait au niveau du laboratoire Cerba en France, à l'aide de la méthode colorimétrique décrite par Ellman et *al.*, (1961), mesurant la cinétique d'hydrolyse à l'aide d'un substrat défini, la butyrylthiocholine, pour la cholinestérase sérique (très stable à température ambiante) par spectrophotométrie. (<https://www.labcerba.com/files/live/sites/Cerba/files/documents/FR/0153F.pdf>.)

**I.4. Calcul du taux d'inhibition de la butyrylcholinestérase**

Selon Mohammed et *al.* (2007) et Mehdi et Mirnes (2019), il est possible de calculer le taux d'inhibition de butyrylcholinestérase par les pesticides auxquels ils sont exposés à l'aide de l'équation suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = \frac{(\text{activité moyenne (témoin)} - \text{activité moyenne (exposé)})}{\text{activité moyenne (témoin)}}$$

**I.5. Analyses statistiques des résultats de dosage de Butyrylcholinestérase**

Pour un meilleur traitement analytique et descriptif des résultats enregistrés, l'étude statistique est effectuée essentiellement au moyen des logiciels Excel Stat 2016 et Microsoft office Excel 2007.

**II. Résultats et discussions**

**II.1. Calcul des taux d'inhibition de l'activité de Butyrylcholinestérase chez les ovins exposés aux pesticides**

**Tableau 18** : Taux d'inhibition de l'activité de Butyrylcholinestérase chez les ovins en fonction de la pression phytosanitaire du site.

Niveau de pression phytosanitaire	Activité moyenne de Butyrylcholinestérase	Taux d'inhibition



**II.2. Corrélation entre la pression phytosanitaire (IPP) et le taux d'inhibition de Butyrylcholinestérase**

La relation entre la pression phytosanitaire (IPP) et le taux d'inhibition de l'activité de Butyrylcholinestérase chez les ovins est révélée à travers le test de corrélation de Pearson. Les résultats sont mentionnés sur le tableau 19.

**Tableau 19** : Test de corrélation de Pearson entre la pression phytosanitaire (IPP) et le taux d'inhibition de l'activité de Butyrylcholinestérase chez les ovins

<b>Variables</b>	<b>IPP</b>	<b>Taux d'inhibition de BChE</b>

**II.3. Variation des taux d'inhibition de l'activité Butyrylcholinestérasique chez les ovins**

Les résultats relatifs à la variation des taux d'inhibition de l'activité de Butyrylcholinestérase chez les ovins dans les sites à différents niveaux de pression phytosanitaire sont résumés dans le tableau 20 ci-dessous.

**Tableau 20** : Variation des Taux d'inhibition de l'activité de Butyrylcholinestérase en fonction des niveaux de pression phytosanitaire.

<b>Niveau de pression phytosanitaire</b>	<b>Taux d'inhibition de Butyrylcholinestérase</b>

**II.4. Evaluation du risque d'exposition des ovins aux pesticides**

**Tableau 21** : Report de l'activité de Butyrylcholinestérase moyenne (UI/l) chez les ovins dans les trois niveaux de pression phytosanitaire à la norme.

<b>Sites (Niveau de pression phytosanitaire)</b>	<b>L'activité moyenne de Butyrylcholinestérase</b>	<b>p-value</b>



Selon Frédéric Baud et Thabet (2013), la sensibilité de l'AChE et de la BChE sanguines à l'effet inhibiteur des pesticides varie cependant selon les produits. Certains d'entre eux inhibant préférentiellement l'AChE, d'autres surtout la BChE.

Pour les êtres humains, l'activité cholinestérasique est significativement plus basse chez les travailleurs de CCLS ( $51 \pm 12,85 \mu\text{g/ml/h}$ ) par rapport aux témoins ( $63,33 \pm 17,27 \mu\text{g/ml/h}$ ). Cette diminution s'est avérée significativement associée à l'exposition aux OPS ( $P=0,005$ ) (Mehdi et Mirnes, 2019). L'activité BChE augmente en cas d'élévation du métabolisme de base, d'hyperthyroïdie, d'hémolyse, syndrome néphrotique et diabète. Elle diminue aussi en cas d'infection, d'allergie, de cancer, de dénutrition, de collagénose, d'infarctus du myocarde, de brûlures étendues, d'hépatopathie, d'atteinte rénale sévère, d'épilepsie, de maladie chronique débilitante et avec certains médicaments (Kohli et *al.*, 2007). Cependant, les ChE plasmatiques sont remplacées plus lentement chez les animaux souffrant de troubles hépatiques (Tourte, 1972).

### **Conclusion**

Les résultats de l'évaluation du risque d'exposition déterminée par l'activité cholinestérasique des ovins, ont révélé un effet inhibiteur de cette activité en fonction de l'intensité de pression phytosanitaire.

# **Conclusion générale**

### Conclusion générale

Au terme de ce travail, l'étude des pratiques phytosanitaires en céréaliculture et l'évaluation du risque d'exposition aux pesticides des ruminants nourris à base de céréales et sous-produits traités dans la région de Biskra,

Tout d'abord, les résultats de l'ensemble d'enquêtes montrent que la diversification en systèmes de production au niveau des exploitations céralières de cette région s'explique par l'extension de leurs surfaces agricoles et la disponibilité de l'eau d'irrigation, où le système céréale-cultures maraichères et/ou phoeniciculture-élevage des petits ruminants est le plus pratiqué. Malgré l'extension des superficies irriguées, beaucoup d'efforts administratifs et techniques restent à déployer pour rendre la céréaliculture plus rentable. A cet effet, la régularisation du statut juridique de la plupart des exploitations céralières est une étape très importante et ce par l'incitation des agriculteurs à l'intégration dans la politique de concessions des terres agricoles créée par l'État, afin d'obtenir des subventions et crédits bancaires notamment, le crédit R'fig et le crédit fournisseur. Ces derniers permettent aux agriculteurs de moderniser leurs techniques culturales par l'acquisition de nouveau matériel agricole et l'approvisionnement en différents intrants nécessaires pour les cultures céralières ainsi que les semences certifiées.

D'autres efforts restent à déployer en matière de vulgarisation par les conseillers agricoles pour inciter les agriculteurs à l'application stricte de l'itinéraire technique de conduite des cultures céralières pour rendre la céréaliculture intensive et rentable dans la région, afin d'atteindre l'objectif souhaité qui est le seuil de rendement permettant d'atteindre l'autosuffisance alimentaire pour l'homme et les animaux d'élevage.

Les résultats de l'enquête des pratiques phytosanitaire révèlent que, la majorité des producteurs de céréales protègent leurs cultures contre les différents nuisibles, les mauvaises herbes en l'occurrence, l'aridité du milieu ne favorisant pas le développement des insectes et surtout des maladies fongiques. A cet effet, une gamme importante de pesticides classés en 14 familles chimiques, a été enregistrée. Nous avons recensé 28 matières actives dont les plus fréquemment utilisées sont, Cloquintocet Mexyl, Clodinafop Propargyl, les 2,4 D, Mefenpyr Diethyl et Pinoxaden, appartenant respectivement aux familles des dérivées de la quinoline, Aryloxyphénoxy-propionates (Fop), Acides phénoxy-carboxyliques, Sulfonylurées et Phenylpyrazoline (den). Cependant les Sulfonylurées étaient prépondérantes en

nombre de matières actives (Iodosulfuron, Iodosulfuron Methyl Sodium, Mefenpyr Diethyl, Mesosulfuron Methyl, Triasulfuron Et Tribenuron Methyl). D'après la classification de l'Organisation mondiale de la santé OMS, la moitié de ces matières actives (14 m.a.) sont classées dans la catégorie (II) dangerosité modérée.

Notre étude confirme une utilisation incontrôlée des pesticides, pendant la campagne agricole 2017/2018. A savoir, le non-respect des DAR et son ignorance dans le milieu agricole, les mauvais dosages de pesticides, le non-respect des stades phénologiques des céréales lors de l'application des traitements phytosanitaires qui s'étalent du stade tallage jusqu'au stade épiaison sur une durée de 5 mois (de décembre à avril) en fonction des cycles des cultures et des zones bien qu'il soit déconseillé de traiter durant la période d'épiaison et surtout de floraison.

Le manque d'encadrement ne permet pas aux producteurs de céréales, dont la majorité est analphabète ou de faible niveau d'instruction, d'utiliser de façon raisonnée les produits phytosanitaires. Ces pratiques peuvent contribuer à la baisse des rendements de céréales et peuvent aussi engendrer une pollution environnementale qui a des conséquences sur la santé humaine et animale non ciblés, à cause des phénomènes de bioaccumulation et bioamplification au sommet de la chaîne alimentaire. Pour cela, la maîtrise des pratiques phytosanitaires passe impérativement par la formation, sensibilisation et suivi des céréaliculteurs afin d'assurer la durabilité de l'agriculture et par conséquent, la protection de la santé humaine, animale et de l'environnement.

### **Perspectives d'avenir et suggestions**

- À l'issue de cette étude menée dans une région aride de l'Algérie, Biskra, la corporation des différents acteurs, à savoir, les agriculteurs, éleveurs, chercheurs, instituts techniques et les politiques est nécessaire pour promouvoir une stratégie visant à exploiter durablement et d'une façon raisonnable et saine toutes les ressources naturelles et agricoles.
- L'utilisation des pesticides nécessite un suivi et un contrôle rigoureux, et rend urgent des formations cycliques au profit des agriculteurs dans ce domaine.
- Elaborer des projets à base des enquêtes annuelles de suivi d'évolution de l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) en Algérie pour contrôler l'utilisation des produits phytosanitaires, afin d'obtenir des bons rendements en matière de céréales et préserver la santé humaine, animale et l'environnement.

- Vue le manque d'informations et d'études sur l'activité cholinestérasique chez les ovins en Algérie, notre étude va ouvrir la porte à d'autres études de recherches au cours des prochaines années, afin de déterminer la valeur de référence spécifique de cette activité enzymatique chez les ovins d'une part, et de faire des études *in vitro* pour mieux connaître le taux d'inhibition réel de l'activité cholinestérasique engendrée par les pesticides d'autre part. En plus, connaître la réponse d'influence de ces derniers sur cette activité enzymatique et leur conséquence sur le comportement de l'animal.
- Proposition d'études sur l'évaluation du risque d'exposition des ruminants abreuvés par des eaux de forages pouvant être contaminées.
- Il est nécessaire de mesurer les taux de résidus de pesticides dans l'aliment de bétail.

# **Références bibliographiques**

### Références bibliographiques

1. A.N.A.T., 2003, Schéma directeur des ressources en eau, Wilaya de Biskra, Dossier agro pédologique, Agence Nationale d'Aménagement du territoire, 114 p.
2. Abbab, A., Bedrani, S., Bourbouze, A. et Chiche, J. 1995, Les politiques agricoles et la dynamique des systèmes agropastoraux au Maghreb, CIHEAM, Options Médit. Série B, 14: 27.
3. Abdelguerfi, A., Laouar, M., 2000, Les ressources génétiques des blés en Algérie. Passé, présent et avenir, Symposium blé 2000 : enjeux et stratégies, 133-145.
4. Abiolay, F.A., et Cisse P., 1990, Mesure des cholinestérases chez *Tilapia nilotica* avant et après une campagne agricole au Sénégal, Rev. Elev. Med. Veto pays trop., 43 (4) : 515 - 518.
5. Abis, S., 2015, Géopolitique du blé : Un produit vital pour la sécurité mondiale, Paris : Éditions IRIS.
6. ACTA., 2002, Recueil des effets non intentionnels des produits phytosanitaires, 8<sup>ème</sup> édition, Paris, 492 p.
7. Agreste, 2008, Traitements phytosanitaires sur céréales et colza en 2006 : la Bourgogne dans la moyenne haute, (Bourgogne, France: Agreste).
8. Agreste, 2010, Grandes cultures. Les dossiers n° 8 - Juillet 2010 :13-52.
9. Agreste, 2013 a, Les traitements phytosanitaires sur grandes cultures en 2011: La Bourgogne dans la moyenne, (Bourgogne, France: Agreste), n° 155 - Novembre 2013. 6 p.
10. Agreste, 2013 b, Les indicateurs de fréquence de traitement (IFT) en 2011. Les dossiers n° 18 - Novembre 2013 : 5-9.
11. Agreste, 2016, Enquête pratiques phytosanitaires en grandes cultures 2014, Grandes cultures : moins de traitements qu'au niveau national mais peu d'évolution entre 2011 et 2014, (Auvergne-Rhône-Alpes, France : Agreste Analyses).
12. Agreste, 2018, Pratiques culturales Blé tendre 2014, Analyses et résultats, Centre-Val de Loire, n° 2018- AR03. 15 p.
13. Agreste, 2019, Pratiques culturales en grandes cultures 2017, IFT et nombre de traitements, Agreste Chiffres et Données n° 2019-3. 27 p. [www.agreste.agriculture.gouv.fr](http://www.agreste.agriculture.gouv.fr).
14. Ahouangninou, C., Fayomi, B.E. et Martin, T., 2011, Évaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires des producteurs

- maraîchers dans la commune rurale de Tori-Bossito (Sud-Bénin), Cahiers Agricultures 20 (3), 216–222. DOI:10.1684/agr.2011.0485.
15. Aidoud, A., 1996, La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes, Sécheresse, 7, 187-93.
  16. Ait-Kaki, Y., 1993, Contribution à l'étude des mécanismes morpho physiologiques de tolérance au stress hydrique sur 05 variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.), Mémoire de Magistère, Université d'Annaba, Algérie.
  17. Ait-Slimane-Ait-Kaki, S., 2008, Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie, Thèse de Doctorat, Université d'Annaba, Algérie, 170 p.
  18. Akogbeto, M.C., Djouaka, R., Noukpo, H., 2005, Utilisation des insecticides agricoles au Bénin, Bulletin de la Société de Pathologie Exotique 98, 400-5.
  19. Albanis T. A., Hela D. G., Sakellarides T. M., Konstantinou I. K., 1998, Monitoring of pesticide residues and their metabolites in surface and underground waters of Imathia (N. Greece) by means of solid-phase extraction disks and gas chromatography, Journal of Chromatography A 823 : 59-71.
  20. Ano, E. J., Tahiri, A., Diby, Y. K. S., Siapo, Y. M., 2018, Évaluation des pratiques phytosanitaires paysannes dans les cacaoyères : Cas du département d'Abengourou (Est, Côte d'Ivoire), Journal of Animal and Plant Sciences 38 (1) : 6159-6174. Disponible en ligne sur <http://www.m.elewa.org/JAPS> (Publication date 31/10/2018).
  21. ANOPACI, 1999, Le maraîchage : un secteur où beaucoup reste à faire, Le Professionnel Agricole 4 : 8-11.
  22. APS, 2016, Les produits alimentaires de base augmentent en février, Algérien Presse Service, [www.aps.dz/economie](http://www.aps.dz/economie).
  23. Arvalis et Terres Inovia, 2021, Blé, orge et colza les résultats détaillés des essais variétés 2020. 3-54. [https://www.terresinovia.fr/documents/20126/2221301/ATII\\_juin21\\_sud.pdf/c753797a-5854-a10f-3911-5197fc2b5703?t=1623136029644](https://www.terresinovia.fr/documents/20126/2221301/ATII_juin21_sud.pdf/c753797a-5854-a10f-3911-5197fc2b5703?t=1623136029644).
  24. Attademo, A.M., Lajmanovich, R.C., Peltzer, P.M. et al. 2021, Effects of the emulsifiable herbicide Dicamba on amphibian tadpoles: an underestimated toxicity risk?. Environ Sci Pollut Res 28 : 31962–31974. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13000-x>.



25. Aude, B., Chardigny, J. M., Chardot, Th., Charmet, G., Debaeke, P. and al., 2018, Diversité des agricultures – le cas des filières céréales, oléagineux et légumineuses à graines. *Innovations Agronomiques*, 68 : 39-77.
26. Austin L., Berry W.K., 1953, Two selective inhibitors of cholinesterase, *Biochem. J.* 54: 695–700.
27. Barrette, É., 2006, Pesticides et eau souterraine : Prévenir la contamination en milieu agricole, Direction des politiques en milieu terrestre, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec.
28. Bartels, C.F., Xie, W., Miller-Lindholm, A.K., Schopfer, L.M., Lockridge, O., 2000, Determination of the DNA sequences of acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase from cat and demonstration of the existence of both in cat plasma, *Biochem. Pharmacol*, 60: 479–487.
29. Batsch, D., 2011, L'impact des pesticides sur la santé humaine, Thèse Doctorat (Université Henri Poincaré : Nancy 1 : France).
30. Beasley, V.R., 1991, 2,4-D toxicosis I: A pilot study of 2,4 dichlorophenoxyacetic acid- and dicamba- induced myotonia in experimental dogs. *Vet Hum. Toxicol*, 33(5): 435-440.
31. Bedrani, S., 1999, Situation de l'agriculture, de l'alimentation et de l'économie algérienne. CIHEAM. Paris.
32. Bédrani, S., 2002, Développements politiques et agro alimentaires dans la région méditerranéenne : Rapport annuel du CIHEAM par pays : Algérie, 40 p.
33. Bekkis, S, Benmehaia, M.A, Kaci, A. 2022, Les enjeux de la dépendance de la filière de blé en Algérie : Analyse par asymétries de réponses de l'offre dans la chaîne de valeur. *New Medit* n° 1: 142-147. DOI: 10.30682/nm2201h.
34. Belaid, D., 1996, Aspects de la céréaliculture Algérienne, in : Office des publications universitaires (Ed), (Ben-Aknoun : Alger), 206 p.
35. Belaid, D., 2014, Les céréales en Algérie, Produire des céréales pour 45 millions d'habitants Tome 1, Partie production de semences, Chapitre 3 : Nouveaux équipements des CCLS : 35-46. [ELivreCéréalicultureSemiArideT1.pdf](#) Document Adobe Acrobat [1'001.5 KB].
36. Belaid, D., 2016, Conduite des céréales sous pivot en Algérie, Collection Brochures Agricoles, 26 p.

37. Belhadi, A., Mehenni, M., Reguieg, L. and Yakhlef, H., 2016, Pratiques phytosanitaires des serristes maraichers de trois localités de l'est des Ziban et leur impact potentiel sur la sante humaine et l'environnement. *Revue Agriculture* 1 : 9-16.
38. Ben Oujji, N., 2012, Développement de biocapteurs enzymatiques associés à des polymères à empreinte moléculaire (MIPs) pour la détection sélective et sensible des organophosphorés utilisés en oléiculture, Thèse de Doctorat, Université Ibn Zohr d'Agadir, Maroc et Université Via Domitia de Perpignan, France, 162 p.
39. Benbrahim, F., Benslama, M., Kemassi, A., Darem, S., Hamel, I., Chikhi, F., Halilat, M.T., 2016, Evaluation de la durabilité de la céréaliculture sous pivot par l'étude de la salinisation du sol dans la région d'Ouargla, *Ciencia e Técnica Vitivícola*, 31 (5) : 107-123.
40. Bencharif, A., Chaulet, C., Chehat, F., Kaci, M., Sahli, Z., 1994, Le blé, la semoule et le pain : la filière algérienne des blés depuis 1962, enjeux et perspectives, ENIAL Alger, Université de Blida, Algérie, *CIHEAM-IAM*. Montpellier.
41. Bencherif, S., 2011, L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne. Évolution et possibilités de développement, *Agriculture, économie et politique*, AgroParisTech., 2011, Français. NNT : 2011AGPT0017. pastel-00586977v2.
42. Bencherif, S., 2013, L'élevage agropastoral de la steppe algérienne dans la tourmente : enquêtes et perspectives de développement. *De Boeck Supérieur « Mondes en développement »*, 1 n°161, pp : 93-106. DOI 10.3917/med.161.0093.
43. Bencherif, S., 2018, Origines et transformations récentes de l'élevage pastoral de la steppe algérienne, *Revue internationale des études du développement*, 4 N° 236: 55-79, DOI 10.3917/ried.236.0055.
44. Bendiab, N., 2012, Analyse de la conduite d'élevage bovin laitier dans la région de Sétif, Mémoire de Magister, Université de Sétif, Algérie, 122 p.
45. Bendif, N., 1994, La situation actuelle des maladies des céréales en Algérie. I.T.G.C. (Algérie), *Revue Céréaliculture* 27 : 9-12.
46. Benidir, M., Ghozlane, F., Yakhlef, H., 2008, La sédentarisation et le développement durable de l'élevage ovin dans la steppe algérienne, In Colloque international « Développement durable des productions animales : enjeux,

- évaluation et perspectives », Alger, 20-21 avril.  
[http://www.ensa.dz/IMG/pdf/actes\\_du\\_colloque\\_3-SE8.pdf](http://www.ensa.dz/IMG/pdf/actes_du_colloque_3-SE8.pdf).
47. Benkhaled, A., Bouziane, M.T., Achour, B., 2008, Detecting trends in annual discharge and precipitation in the chott Melghir basin in southeastern. Algeria, Larhyss Journal, 7: 103-119.
  48. Benniou, R., Aubry, Ch., Abbes, K., 2014, Analyse des itinéraires techniques dans les exploitations agricoles céréalières en milieu semi-aride de l'est algérien. Revue Agriculture, 08 : 26 – 37.
  49. Benslimane, H., Lamari, L., Benbelkacem, A., Sayoud, R. and Bouznad, Z., 2011, Distribution of races of *Pyrenophoratrifici-repentis* in Algeria and identification of a new virulence type, International Journal of Phytopathologia Mediterranea, 50 (2):203-211.  
 DOI: [https://doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-8746](https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-8746).
  50. Bensouiah, R., 2004, Pasteurs et agropasteurs de la steppe algérienne : enquête sur la région de Djebel Amour. Strates Matériaux pour la recherche en sciences sociales (11) : 13 p.
  51. Berger, J., Valdez, S., Puschner, B., Leutenegger, C.M., Gardner, I.A., Madigan, J.E., 2008, Effects of oral tetrachlorvinphos flycontrol (Equitrol ®) administration in horses: physiological and behavioural findings, Vet Res Commun, 32(1):75–92.
  52. Berrada, H., Fernández, M., Ruiz, M.J., Moltó, J.C, Mañes, J., Font, G., 2010, Surveillance of pesticide residues in fruits from Valencia during twenty months (2004/05), Food Contr, 21(1):36–44.
  53. Bessaoud, O., Pellissier, J.P., Rolland, J.P., Khechimi, W., 2019, Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie, *CIHEAM-IAMM*, 82 p.
  54. Bettiche, F., 2017, Usages des produits phytosanitaires dans les cultures sous serres des Ziban (Algérie) et évaluation des conséquences environnementales possibles, Thèse Doctorat (Université de Biskra : Algérie), 244 p.
  55. Bir A, Yakhlef H , Ghozlane F, Madani T et Marie M, 2011, Durabilité des systèmes agropastoraux bovins dans le contexte semi aride des hautes plaines sétifiennes (Algérie). Livestock Research for Rural Development, 23(247), <http://www.lrrd.org/lrrd23/12/bir23247.htm>.
  56. Blong, R.M., Bedows E, Lockridge O., 1997, Tetramerization domain of human butyrylcholinesterase is at the C-terminus, Biochem. J., 327: 747-57.

57. Bouammar, B., 2010, Le développement agricole dans les régions sahariennes. Etude de cas de la région d'Ouargla et de la région de Biskra (2006-2008), Thèse de doctorat, Université d'Ouargla, Algérie, 293 p.
58. Boubekour, A., Benyoucef, M.T., 2014, Fonctionnement d'élevages des petits ruminants dans l'oasis de Tillouline, sud ouest algérien, In : Chentouf, M. (ed.), López-Francos, A. (ed.), Bengoumi, M., (ed.), Gabiña, D., (ed.). Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations. Zaragoza : CIHEAM / INRAM / FAO, 2014: 397-401 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 108).
59. Boudjeltia, F., 1997, Essai de prévision de la valeur alimentaire du sous produit de la transformation de la tomate industrielle par des équations d'INRA, Thèse Ing Agro INES Chlef, 74 p.
60. Boughrara, A. et Lacaze, B., 2009, Etude préliminaire des images Landsat et Alsat pour le suivi des mutations agraires des Ziban (extrême Nord-est du Sahara algérien) de 1973 à 2007, Journées d'animations scientifiques, 9, Alger, 6 p.
61. Boulal, H., Zaghouane O., EL Mourid, M., Rezgui, S., 2007, Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie), TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.
62. Boulberhane, D., 1996, Utilisation des sous produits agro-industriels et des sous produits de culture dans l'alimentation des animaux en Algérie, ITEBO Blida, 10 p.
63. Bourbouze, A., 2000, Pastoralisme au Maghreb : la révolution silencieuse, Fourrages, 161: 3–21.
64. Bourbouze, A., 2006, Sécheresse, 17 (1-2) : 31-39.
65. Boussier, J., 2015, Évaluation des pressions agricoles dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau : contribution au développement d'une méthodologie dans les conditions spécifiques de l'île de la Réunion, Projet Pres' Agri'DOM. Ingéniorat d'AgroParisTech : 87.
66. Bouzid, A., Boudedja, K., Cheriet, F., Bouchetara, M., Mellal, A., 2020, Facteurs influençant l'adoption de l'innovation en agriculture en Algérie. Cas de deux cultures stratégiques : le blé dur et la pomme de terre, Cahiers Agricultures, 29 (15), 10 p.
67. Bouzida, S., Ghozlane, F., Allane, M., Yakhlef, H., Abdelguerfi, A., 2010, « Impact du chargement et de la diversification fourragère sur la production des

- vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou (Algérie) », *Rev. Fourrages*, 204 : 269-275.
68. Bruneta, N., Guicharda, L., Omonb, B., Pingault, N., Pleyberd, E., Seiler, A., 2008, L'indicateur de fréquence de traitements (IFT) : un indicateur pour une utilisation durable des pesticides, *Courrier de l'environnement de l'INRA* n°56, Décembre : 132-141.
69. Carravieri, A. Et Scheifler, R., 2012, Effets des substances chimiques sur les Chiroptères : état des connaissances, Rapport bibliographique, Laboratoire Chrono-Environnement et Université de Franche-Comté / CNRS, Juin 2012.
70. CGC., 2019, Céréales alimentaires. Commission Grandes cultures – Orge Brassicole - Plan de développement stratégique 2019 – 2028, Services opérationnels du collège des producteurs, Ed : Grandes Cultures, 113 p. [https://filagri.be/wp-content/uploads/sites/2/2019/10/CdP\\_Plan-de-developpement\\_2018\\_cereales\\_alimentaires\\_juillet2019.pdf](https://filagri.be/wp-content/uploads/sites/2/2019/10/CdP_Plan-de-developpement_2018_cereales_alimentaires_juillet2019.pdf).
71. Chabi, H., Derouiche, M., Kafi, M., Khilassi, E., 1992, Estimation du taux d'utilisation du potentiel de production des terres à blé dur dans le Nord de la wilaya de Sétif, Thèse d'ingénieur, INA, El Harrach, Algérie, 317 p.
72. Chadouli, A., 1991, Irrigation des céréales : situation et perspectives, *Médit.* 3 : 27-29.
73. Chambre d'agriculture de l'Allier, 2018, Préconisations désherbage céréales 2017/2018, Guide annuel à vos cultures, (Allier, France : Chambre d'agriculture de l'Allier, Service Agronomie Élevage Environnement). Disponible en ligne sur : <https://extranet-allier.chambres-agriculture.fr/publications/toutes-les-publications/la-publication-en-detail/actualites/methodes-alternatives-1/>.
74. Chambre régionale d'agriculture d'Occitanie et DRAAF Occitanie, 2020, les groupes 30 000 en Occitanie, Synthèse des indicateurs de suivi 2019 : 1-36.
75. Charmet, G., Abécassis, J., Bonny, S., Fardet, A., Forget, F., Lullien-Pellerin, V., 2017, Agriculture et alimentation durables : Trois en jeux dans la filière céréales, Versailles: Quae.
76. Chartier, N., Tresch, P., Munier-Jolain, N., Mischler, P., 2015, Utilisation des Produits Phytosanitaires dans les systèmes de Polyculture-élevage et de Grandes Cultures : analyse des données du réseau DEPHY ECOPHYTO, *Renc. Rech. Ruminants*, 22 : 57-60.

77. Chatonnet A., Lockridge O., 1989, Comparision of butyrylcholinesterase and acetylcholinesterase, *Biochem. J.*, 260: 625-634.
78. Chebbah, M., 2007, Litho stratigraphie, Sédimentologie et Modèles de Bassins des dépôts néogènes de la région de Biskra, de part et d'autre de l'Accident Sud Atlasique (Zibans, Algérie), Thèse de Doctorat en géologie, 411 p.
79. Chedded, M.A., 2015, Analyse de l'impact des investissements agricoles réalisés dans le cadre du Plan National de Développement Agricole (PNDA) sur l'évolution des techniques de productions laitières, céréalières et oléicoles en Algérie : étude de cas dans la wilaya de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, Université d'Avignon, France, 153 p.
80. Chehat, F., 2006, Les politiques céréalières en Algérie. In : Hervieu, B. (dir.). *Agri.Med, Agriculture, pêche, alimentation et développement rural durable dans la région méditerranée, Rapport annuel 2006, Paris, CIHEAM.* 87-116. [pdfhttp://ciheam.org/images/CIHEAM/PDFs/Publications/Mediterra/Anciens/rapport\\_2006.pdf](http://ciheam.org/images/CIHEAM/PDFs/Publications/Mediterra/Anciens/rapport_2006.pdf).
81. Chehat, F., 2007, Analyse macroéconomique des filières, la filière blés en Algérie. *Projet PAMLIM « Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation »* Alger, 7-9 avril 2007.
82. Chehma, A., Longo, H.F., 2001, « Valorisation des sous-produits du palmier dattier en vue de leur utilisation en alimentation du bétail », *Rev. Energ. Ren. : Production Et Valorisation – Biomasse* : 59-64.
83. Chuang, F.R., Jang S.W., Lin J.L., Chern M.S., Chen J.B. et Hsu K.T., 1996, QTc Prolongation Indicates a Poor Prognosis in Patients with Organophosphate Poisoning, *Am. J. Emerg. Med.*, 14: 451- 453.
84. Cietap., 2003, Guides produits phytosanitaires, réglementation et bonnes pratiques. *Phytoma-la défense des végétaux*, 560 :13-42.
85. Cissé I., Tandian, A. A., Fall, S.T. and Diop, E. S., 2003, Usage incontrôlé des pesticides en agriculture périurbaine : cas de la zone des Niayes au Sénégal, *Cahiers Agricultures*, 12 (3) : 181-186.
86. Cissé, I., Fall, S.T., Akinbamijo, O., Diop Y., Adediran, S. A., 2001, L'utilisation des pesticides et leurs incidences sur la contamination des nappes phréatiques et les risques sur la santé des populations dans la zone des Niayes au Sénégal, *CRDI (Ottawa, Canada)*, 98 p.

87. Couturier et Doublet, S., 2022, Les céréales dans l'alimentation animale, SOLAGRO – Note d'information, Avril 2022, 9 p.
88. D.G.F., 2006, Direction des forêts, Données sur la région de Biskra, Ben Aknoun, 177 p.
89. Darvesh, S, Hopkins, DA, Geula, C., 2003, Neurobiology of butyrylcholinesterase, *Nat. Rev. Neurosci.*, 4 (2):131–138.
90. Das, U.N., 2012, Acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase as markers of low-grade systemic inflammation, Letter to editor. *Annals of hepatology*, 11 (3) : 409-411.
91. Dave, K.R., Syal, A.R., Katyare, S.S., 2000, Tissue cholinesterases. A comparative study of their kinetic properties. *Z. Naturforsch.* 55c: 100-108.
92. Debernard, J.F., Meyer, Ch., Faye, B., Karembe, H., Poivey, J.P., Deletang, F., Hivorel, P., Benkirane, A., Berrada, J., Mohammedi, D., Gharzouani, S., 2004, Guide de l'élevage du mouton méditerranéen et tropical, Ed: CEVA santé animale, 145 p.
93. Deviller, J., Farret, R., Girardin, P., Rivière, J.L. et Soulas, G., 2005, Indicateurs pour l'évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides, Paris, Ed : Lavoisier, 278 p.
94. Diop, A.B., 1992, Mesure de l'activité cholinestérasique chez les animaux domestiques au Sénégal, Thèse de Docteur vétérinaire, 87 p.
95. Djenane, A.M., 1997, L'exploitation agricole familiale comme modèle de restructuration du secteur public en Algérie : cas du Sétifois, *CIHEAM-Options Méditerranéennes*, 12: 251-268.
96. Djermoun, A., 2009, La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques, *Revue Nature et Technologie*, 01 :45- 53. [www.univ-chlef.dz/RevueNatec/art\\_01\\_05.pdf](http://www.univ-chlef.dz/RevueNatec/art_01_05.pdf).
97. Djermoun, A., 2018, Le développement de la filière céréalière en Algérie : une forte dépendance des blés, *Revue Des économies nord Africaines*, 14 (18) : 19-26.
98. Dognon, S.R., 2018, Evaluation de l'impact des antibiotiques et des pesticides utilisés en élevage et en agriculture sur la qualité sanitaire de la viande bovine consommée au nord-est du Bénin, Thèse de Docteur en Normes et Contrôle de Qualité des Denrées Alimentaires (UAC) et Docteur en Sciences Vétérinaires (U. Liège), 235 p.



99. Domingues, I., Oliveira, R., Musso, C.M., Cardoso, M., Soares, AMVM, Loureiro, S., 2013, Prochloraz effect on biomarkers activity in Zebrafish early life stages and adults, *Environ.Toxicol.*, 28 (3):155-163.
100. Dorko, F., Danko, J., Flešárová, S., Boroš, E., Sobeková, A., 2011, Effect of pesticide bendiocarbamate on distribution of acetylcholine- and butyrylcholine-positive nerves in rabbit's thymus. *Eur. J. Histochem.*, 55(4) :206–209.
101. Douh, M., 2012, Caractérisation des paramètres zootechniques de l'élevage ovin en zones steppiques : Cas de la wilaya de Tébessa, Thèse Magister, Centre Universitaire d'El-Taref (Algérie), 129 p.
102. Doumandji-Mitiche, B., Doumandji, S.E., Chebli, A., Abdouali, R., Kourim, M.A., Sid- Amar, A., et Doumandji, S., 2014, Biodiversité orthoptérologique dans quelques stations du Sahara Algérien (Biskra, Adrar, Djanet Et Tamanrasset), Présenté à la Dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier, AFPP, 22 - 23 Octobre, 8 p.
103. Doumbia, M. et Kwadjo, K.E., 2009, Pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides par les maraîchers en Côte d'Ivoire : Cas de la ville d'Abidjan et deux de ses banlieues (Dabou et Anyama). *Journal of Applied Biosciences*, 18 : 992-1002.
104. DPVCT., 2015, Index des produits phytosanitaires à usage agricole, in : Ministère de l'agriculture et du développement rural, Direction de la Protection des Végétaux et Contrôles Techniques (Ed), (Alger), 216 p. Site web : <https://www.fichier-pdf.fr/2016/10/17/index-produits-phyto-2015-1/>.
105. DPVCT., 2017, Index des produits phytosanitaires à usage agricole, in : Ministère de l'agriculture et du développement rural, Direction de la Protection des Végétaux et Contrôles Techniques (Ed), (Alger), 230 p. site web : <https://fr.scribd.com/document/431668555/Index-Produits-Phyto-2017-2-1>.
106. DSA., 2018, Direction Des Services Agricoles, listes nominatives des céréaliculteurs, (Biskra, Algérie : Direction Des Services Agricoles).
107. DSA., 2021, Direction Des Services Agricoles, Rapport annuelle des activités Agricoles, (Biskra, Algérie : Direction Des Services Agricoles).
108. Dubost, D. et Larbi, Y., 1998, Mutations agricoles dans les oasis algériennes, l'exemple des Ziban, *Sécheresse*, 9 : 103-110.
109. Dugué, P., Guyotte, K., 1996, Semis direct et désherbage chimique en zone cotonnière au Cameroun, *Agriculture et développement*, 011 : 01-09.



110. El Bouyahiaoui, R., 2017, Caractéristiques morphogénétiques et performances zootechniques de la race ovine «TAZEGZAWT » endémique de la Kabylie, Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach – Alger, 174 p.
111. Ellman, G. L., Courtney, K., Andres, V. et Featherstone, R. M., 1961, A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity, *Biochem. Pharmacol.*, 7: 88- 95.
112. FAO et ONSSA., 2015, Etude sur le suivi de l'effet des pesticides sur la santé humaine et l'environnement, Rapport final. Disponible sur l'URL : [UNEP-FAO-RC-SHPF-Morocco-Report20151127.Fr%20\(4\).pdf](http://www.unep.org/fr/press/2015/11/27/FAO-ONSSA-report-pesticides-2015-11-27).
113. FAO., 2011, Enquêtes sur les intoxications liées à l'utilisation des pesticides dangereux dans la région centrale au Togo, (Togo: Direction de L'Environnement).
114. FAO., 2014, Mécanisation agricole home, [10/08/2021], <http://www.fao.org/agriculture/crops/plan-thematique-du-site/theme/spi/mecanisation-agricole/mecanisation-agricole-home/fr/>.
115. Faraldi, J.B., 2019, Anticipation de dangers par l'analyse nécropsique de rapaces dans le cadre du projet eutopéen de protection du gypaète barb, Thèse de Docteur Vétérinaire, Université Claude-Bernard - Lyon I, 194 p.
116. Fauvelle, V., 2012, Evaluation de la contamination en pesticides des tributaires du Bassin d'Arcachon et développement d'un échantillonneur passif spécifique des herbicides anioniques, Thèse de Doctorat de l'université de Bordeaux 1, 257 p.
117. Feliachi, K., 2000, Programme de développement de la céréaliculture en Algérie, ITGC, El- Harrach : Actes du premier Symposium International sur la filière Blé 2000 : Enjeux et Stratégies, Alger, 7-9 février 2000 : 21-27.
118. Fenni, M., 2003, Etude des mauvaises herbes des céréales d'hiver des hautes plaines constantinoises Ecologie, Dynamique, Phénologie et Biologie des Bromes. Thèse Doctorat. (Université de Sétif: Algérie).
119. Filali-Boubrahmi, A.W., 1991, Irrigation de complément des céréales : une méthode d'analyse, cas de la région de Meknes, Maroc, *Médit.*, 1 (2) : 24-29.
120. Frédéric Baud, P.H. and Thabet, H., 2013, Intoxication aigue, Collection de la SRLF Références en réanimation, Ed. springer. Vol. 364, Paris New York Tunis Tokyo.
121. Gazić, I., Bosak, A., Šinko, G., Vinković, V., Kovarik, Z., 2006, Preparative HPLC separation of bambuterol enantiomers and stereoselective inhibition of human cholinesterases. *Anal. Bioanal. Chem.*, 385: 1513–1519.

122. Ghelem-Djender, Z., Kasad, K., Bouziri, S., Boukhobza, N., Oumedjekane, K., Mahieddine, D., Ait Ghezali, A. et Taibi, R., 2019, Les grandes cultures en chiffres (ITGC : Institut Technique Des Grandes Cultures), 17 p. <file:///C:/Users/MICRO/Downloads/Documents/les-grandes-cultures-en-chiffre2019.pdf>.
123. Ghimouz, T., 1978, « Analyse de quelques aspects de l'élevage ovin en Algérie », Mémoire de docteur vétérinaire, I.S.V. Constantine, 34 pp.
124. Giacobini, E., 2006, Cholinesterases in human brain: The effect of cholinesterase inhibitors on Alzheimer's disease and related disorders, In The Brain Cholinergic System, CRC Press: Boca Raton, FL, USA: 235–264.
125. Glusczak, L., Miron, D.d.S., Crestani, M., Braga da Fonseca, M., Pedron, F.d.A., Duarte, M.F., Vieira, V.L.P., 2006, Effect of glyphosate herbicide on acetylcholinesterase activity and metabolic and hematological parameters in piava (*Leporinus obtusidens*), *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 65 (2): 237-241, <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2005.07.017>.
126. Gougo, A. K., 2016, Etude de la vulnérabilité à la pollution agricole de l'aquifère alluvial de Karfiguéla (Banfora, Burkina Faso), Mémoire de Master en ingénierie de l'eau et de l'environnement option : Eau et Assainissement. 2iE, WBI, APEFE, 51 p.
127. Gousskov, 1964, Notice explicative de la carte géologique au 1/200 000. Biskra, Serv. Géol. De l'Algérie. Alger, 13 p.
128. Hadbaoui, I., 2013, Les parcours steppiques dans la région de M'Sila: quelle gestion pour quel devenir ?, Thèse Magister, Université d'Ouargla (Algérie), 139 p.
129. Hadbaoui, I., Senoussi, A., Huguenin, J., 2020, Les modalités d'alimentation des troupeaux ovins en steppe algérienne, région de M'Sila : pratiques et tendances. *Cah. Agric.*, 29: 28.
130. Hajjaj, B., Bouhache, M., Mrabet, R., Taleb, A. and Douaïk, A., 2016, Efficacité de quelques herbicides des céréales dans une culture de blé tender conduit en semis direct. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires* 4 (3) : 48-56.
131. Hamadache, A., 1995, Les mauvaises herbes des grandes cultures (biologie, écologie, moyens de lutte), in: ITGC (Ed), (Alger), 40 p.

132. Hamrelaine, M., Mekliche, A., Laaboudi, A., 2021, Cartographie de superficies irriguées et l'estimation de rendement de la culture du maïs par l'imagerie satellitaire en utilisant l'indice de végétation dans les zones arides, *Algerian J. Env. Sc. Technology*, 7(1): 1739-1749.
133. Harel, M., Kryger, G., Rosenberry, T. L., Mallender, W. D., Lewis, T., Fletcher, R. J., Guss, J. M., Silman, I., et Sussman, J. L., 2000, Three-dimensional structures of *Drosophila melanogaster* acetylcholinesterase and of its complexes with two potent inhibitors. *Protein Science*, 9(6): 1063-1072. DOI: 10.1110/ps.9.6.1063.
134. Harold, M., Tabo, R., 2015, Les cultures céréalières : riz, maïs, millet, sorgho et blé, Document de référence, Centre international de conférence Abdou Diouf, Dakar, Sénégal. Un plan d'action pour la transformation de l'agriculture africaine, 38 p.
135. Hattab, M. and Gaouar, A., 2016, Évaluation des moyens de production céréalière dans la région d'El Gor – wilaya de Tlemcen. *Revue Agriculture* 11, 37–43.
136. Hervieu, B., Capone, R. et Abis, S., 2006, The challenge posed by the cereals sector in the Mediterranean. *Ciheam analytical note*, 9: 14.
137. Hestrin, S., 1949, The reaction of acetylcholine and other carboxylic acid derivatives with hydroxylamine, and its analytical application. *J. biol. Chem.*, 180 (1): 249-261.
138. Hoffman, D.J., Rattner, B.A., Scheunert, I. et Korte, F., 2001, Environmental Contaminants. In Shore R.F. & Rattner B.A. (eds). *Ecotoxicology of Wild Mammals* John Wiley and Sons, Chichester, United Kingdom: 1-48.
139. INRAA., 2006, Gestion participative de la lutte biologique contre les ravageurs du palmier dattier dans les oasis Algériennes, Unité I.N.R.A de Biskra, 53 p.
140. INRA et AgroParisTech, 2010, Caractérisation des pratiques de protection des cultures. Méthodologie de diagnostic et propositions visant à améliorer l'impact environnemental des systèmes de culture et d'élevage, Rapport scientifique final, Novembre 2010.
141. Jalady A. M., Dorandeu F., 2013, Intérêt du dosage des cholinestérasés dans le cadre des intoxications aux organophosphorés, *Revue annales françaises d'anesthésie et de réanimation*, 32 (12) : 856-862. Doi : 10.1016/j.annfar.2013.08.018.

- 142.** Jbilo O., Bartels C.F., Chatonnet A., Toutant J.P., Lockridge O., 1994, Tissue distribution of human acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase messenger RNA, *Toxicon*, 32 : 1445–1457.
- 143.** Jope, R.S., Walter-Ryan, W.G., Alarcon, R.D., Lally, K.M., 1985, Cholinergic processes in blood samples from patients with major psychiatric disorders, *Biol Psychiatry*, 20: 1258-66.
- 144.** Jouve, A.M., Kheffache, Y., Belghazi, S., 1995, La filière des céréales dans les pays du Maghreb : constante des enjeux, évolution des politiques, CIHEAM, Montpellier : 169 -192.
- 145.** Kadi, H. et Achour, H., 1998, L'alfa en Algérie. Syntaxonomie, relation milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenirs, Thèse de Doctorat, Université. Sci. Technol. H. Boumediene, 267 p.
- 146.** Kadi, S.A., Hassini, F., Lounas, N., Mouhous, A., 2014, Caractérisation de l'élevage caprin dans la région montagneuse de Kabylie en Algérie. In: Chentouf, M. (ed.), López-Francos, A. (ed.), Bengoumi, M. (ed.), Gabiña, D. (ed.). Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations. Zaragoza : CIHEAM/INRAM / FAO, 2014, Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 108: 451-456. <http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=00007666>.
- 147.** Kadi, S.A., Mouhous, A., Brabez, F., 2015, Analyse préliminaire des pratiques de production des élevages ovins en zone de montagne de Tizi-Ouzou (Algérie) : cas de l'alimentation, *Livestock Research for Rural Development*, hal-01742654.
- 148.** Kanda, M., Djaneye-Boundjou, G., Wala, K., Gnandi, K., Batawila, K., Sanni, A. et al., 2013, Application des pesticides en agriculture maraîchère au Togo, *Vertigo la revue électronique en sciences de l'environnement*, 13 (1) : 1–17.
- 149.** Kanoun, A., Kanoun M., Yakhlef H., Cherfaoui M.A., 2007, Pastoralisme en Algérie : Systèmes d'élevage et stratégies d'adaptation des éleveurs ovins, *Renc. Rech. Ruminants*, 14:181-184.
- 150.** Kanoun, M., Huguenin, J., Meguellati-Kanoun, A., 2016, Savoir-faire des agropasteurs ovins de Djelfa (Algérie) en milieux steppiques en matière d'engraissement des produits d'élevages ovins, In : Napoléone M. (ed.), Ben Salem H. (ed.), Boutonnet J.P. (ed.), López-Francos A. (ed.), Gabiña D. (ed.), The value chains of Mediterranean sheep and goat products. Organisation of the industry, marketing strategies, feeding and production systems, Zaragoza : CIHEAM, 2016 :

- 223-230 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens, N° 115). <http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=00007279>.
- 151.** Kanoun, M., Meguellati-Kanoun, A. et Huguenin, J., 2013, Les éleveurs de Djelfa (Algérie) face à la sécheresse et aux incertitudes sur les ressources pastorales. Réactions et pratiques adaptatives, Technology creation and transfer in small ruminants : roles of research, development services and farmer associations, Options Méditerranéennes, A, N° 108 : 421- 425. <http://om.ciheam.org/om/pdf/a108/a108.pdf>.
- 152.** Kaplay, SS., 1976, Acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase of developing human brain, Biol. Neonate, 28: 65-73.
- 153.** Karanth S., Pope C., 2003, In vitro inhibition of blood cholinesterase activities from horse, cow, and rat by tetrachlorvinphos, Int. J. Toxicol., 22 : 429–433.
- 154.** Karanth, S., Liu, J., Olivier, Jr K., Pope, C., 2004, Interactive toxicity of the organophosphorus insecticides chlorpyrifos and methyl parathion in adult rats, Toxicol. Appl. Pharmacol., 196: 183–190.
- 155.** Karkour, L., 2012, La dynamique des mauvaises herbes sous l’effet des pratiques culturelles dans la zone des plaines intérieures, Mémoire de magister, Université de Sétif, 159 p.
- 156.** Kellil, H., 2010, Contribution à l’étude du complexe entomologique des céréales dans la région des hautes plaines de l’Est algérien, Mémoire de Magister, Université de Batna, Algérie, 188 p.
- 157.** Kellou, R., 2008, Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d’exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pole de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des coopératives sud céréales, Groupe coopératif Occitan et Aude coop, Serie « Master of Science » n° 93, CIHEAM – IAMM, 160 p.
- 158.** Kelly W.R. 1971, Diagnostic clinique vétérinaire. Librairie Maloine S.A. Éditeur, France. 364 p.
- 159.** Kerboua, M., Feliachi, K., Abdelfettah, M., Ouakli, K., Selhab, F., Boudjakdji, A., Takoucht, A., Benani, Z., Zemour, A., Belhadj, N., Rahmani, M., Khecha, A., Haba, A. et Ghenim, H., 2003, Rapport national sur les ressources génétiques animales en Algérie. Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural, Commission nationale AnGr., pp : 46.

160. Khaldi, A. et Dahane, A., 2011, Elevage et processus de désertification de la steppe algérienne. *Revue d'Ecologie et Environnement*, 7: 70-79. <http://fsnv.univ-tiaret.dz/ELEVAGE%20ET%20PROCESSUS%20DE%20DESERTIFICATION%20DE%20LA%20STEPPE%20ALGERIENNE.pdf>.
161. Khechai, S., 2001, Contribution à l'étude du comportement hydro physiques des sols des périmètres de l'I.T.D.A.S., plaine de l'Outaya, Thèse Magister, Université de Batna.
162. Khelifi, Y., 1999, Les productions ovines et caprines dans les zones steppiques algériennes. *CIHEAM-IAMZ, série A*, 38: 245-247.
163. Kheayar, M.O., Bouguerra, Y., Nourani, A., 2010, Etude des possibilités d'introduction du semis direct en zones steppiques, Conférence, Séminaire Internationale sur la Préservation et la Mise en valeur de l'Ecosystème Steppique, January 2010, 9 p. DOI: [10.13140/2.1.2894.1120](https://doi.org/10.13140/2.1.2894.1120).
164. Kohli, N., et *al.*, 2007, Nanostructured biosensor for measuring neuropathy target esterase activity, *Analytical chemistry*, 79 (14): 5196-5203.
165. Kolesárová, V., Šinko, G., Šiviková, K et Dianovský, J., 2013, In vitro inhibition of blood cholinesterase activities from cattle by triazole fungicides, *Caryologia*, 66:4, 346-350, DOI: 10.1080/00087114.2013.855390.
166. Kousba, A.A., Poet, T.S. et Timchalk, C., 2003, Characterization of the in vitro kinetic interaction of chlorpyrifos-oxon with rat salivary cholinesterase: a potential biomonitoring matrix, *Toxicol.*, 188: 219–232.
167. Kpan, K., Lazare, B. Y., Chantal, A. D., Roland, K. N., Sory, K. T. et Ardjouma, D., 2019, Pratiques phytosanitaires en agriculture périurbaine et contamination des denrées par les pesticides : cas des maraîchers de Port-Bouët (Abidjan), *Journal of Animal and Plant Sciences*, 41 (1): 6847-6863. <https://doi.org/10.35759/JAnmPlSci.v41-1.1>.
168. Kwasnieski, O., 2010, Etude théorique de la réactivation de l'AChE inhibée par le tabun, Chimie théorique et/ou physique, Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 163 p.
169. LABAC., 2013, <http://www.labtestsonline.fr/tests/cholinest-rase.html?tab=2>.
170. Lauwers, R., 1999, *Chrome. Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles*, Masson Eds.

171. Lazarev, G., 1989, Le potentiel céréalier des pays du Maghreb et l'ajustement à la demande, Communication au séminaire, Les Politiques Céréalières du Maghreb et de l'Égypte, INRA/CIHEAM-IAM, Montpellier, mai 1989.
172. Le Bars, M., Sidibe, F., Mandart, E., Fabre, J., Le Grusse, P. et Diakite, CH., 2020, Évaluation des risques liés à l'utilisation de pesticides en culture cotonnière au Mali, Cahiers Agricultures, 29, 4.
173. Le Houérou, H.N., 1985, La régénération des steppes algériennes, Rapport de mission de consultation et d'évaluation, Ministère de l'agriculture, Alger.
174. Le Houerou, H.N., 1995, Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'Algérie, diversité biologique, développement durable et désertification, In: CIHEAM (Ed) Options Méditerranéennes Série B: Etudes et Recherches (Montpellier: France), 396 p.
175. Le Houerou, H.N., 2005, Problèmes écologiques du développement de l'élevage en région sèche, Science et changements planétaires/Sécheresse, 16 (2) : 89-96.
176. Lester, G. Sultanos, 1994, Mammalian toxicology of organophosphorus pesticides, Journal of Toxicology and Environmental Health, 43(3): 271-289, DOI : 10.1080/15287399409531921.
177. Li, B., Stribley, J.A., Ticu, A., Xie, W., Schopfer, L.M., Hammond, P., Brimijoin, S., Hinrichs, S.H., Lockridge, O., 2000, Abundant tissue butyrylcholinesterase and its possible function in the acetylcholinesterase knockout mouse, J. Neurochem., 75 (3), 1320–1331.
178. Lotti, M., 2001, Clinical toxicology of anticholinesterase agents in humans, In: Krieger R, editor. Handbook of pesticide toxicology, 2: 1043–1086, USA Academic Press.
179. MAA., 2018, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. Indicateur de Fréquence de Traitements Phytopharmaceutiques (IFT), Guide méthodologique, Version 3, Avril 2018, 61 p.
180. Maamri, Kh., 2011, Stabilité du critère de la discrimination du carbone isotopique en relation avec le poids spécifique de la feuille drapeau chez quelques variétés de blé dur cultivées en milieu semi aride, Mémoire de Magister, Université de Sétif, Algérie. 76 p.
181. MADR., 2010, Documents de la Direction des Enquêtes et Statistiques Agricoles (DESA). <http://www.minader.cm/>.



- 182.** MADRP., 2016, Données statistiques, Ministère de l'agriculture et développement Rural et de la pêche : Algérie.
- 183.** Marouane, B., 2014, Transfert des nitrates et des pesticides dans les sols de la région du Gharb- Etude à l'échelle de la parcelle, Thèse Doctorat, Université Mohammed V, Rabat : Maroc, 134p.
- 184.** Marrs, T.C., 2007, Toxicology of organophosphate nerve agents, In: T.C. Marrs, R.L. Maynard, F.R. Siddell (Eds.), Chemical Warfare Agents Toxicology and Treatment, John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, England, 191 p.
- 185.** Maumené, C. et Bousquet N., 2009, Protection fongicide du blé tendre Où en sont les pratiques ? Perspectives agricoles - N°361 - Novembre 2009. [https://www.perspectives-agricoles.com/file/galleryelement/pj/d0/2d/b8/b3/361\\_2278600653925853586.pdf](https://www.perspectives-agricoles.com/file/galleryelement/pj/d0/2d/b8/b3/361_2278600653925853586.pdf).
- 186.** Mayberry C., Mawson P et Maloney S.K., 2015, Plasma cholinesterase activity of rats, western grey kangaroos, alpacas, sheep, cattle, and horses, Journal of Pharmacological and Toxicological Methods, 72: 26-28.
- 187.** Mazoyer, M., Roudart, L., 2002, Histoire des agricultures du monde, du néolithique à la crise contemporaine, 2<sup>ème</sup> édition, Paris, Seuil, 670 p.
- 188.** Mebdoua, S., 2017, Recherche des résidus de pesticides dans quelques cultures stratégiques en Algérie, Thèse de Doctorat, École Nationale Supérieure Agronomique, Algérie, 143 p.
- 189.** Medouni, Y, Khader, M et Omrane, B., 2004, Etude du système d'élevage et du mode d'exploitation des parcours collectifs. Cas de la zone d'Ain Oussera (région de Djelfa), Algérie. Option Méditerranéennes, Série A, 61 : 279-288. <http://om.ciheam.org/om/pdf/a61/04600115.pdf>.
- 190.** Mégarbane, B., 2013, Mesure de l'activité des cholinestérases pour intoxication par un composé organophosphoré ; Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation, 32 : 825–826.
- 191.** Mehdi, R., Mirnes, I., 2019, Evaluation de l'exposition chronique aux organophosphorés chez les travailleurs de la CCLS Tlemcen : dosage de l'activité cholinestérasique comme indicateur biologique, Mémoire de Docteur en Pharmacie, Université de Tlemcen, 80 p.
- 192.** Miron, D.d.S., Crestani, M., Shettinger, M.R., Morsch, V.M., Baldisserotto, B., Tierno, M.A., Moraes, G., Vieira Vania, L.P., 2005, Effects of the herbicides clomazone, quinclorac, and metsulfuron methyl on acetylcholinesterase activity in



- the silver catfish (*Rhamdia quelen*) (Heptapteridae), *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 61(3): 398-403.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2004.12.019>.
- 193.** Mohammed, F.K., Al-Zubaidy, M.H.I. et Alias, A.S., 2007, Electronic determination of erythrocyte, plasma and whole blood cholinesterase activities in sheep, goats and cattle and their in vitro inhibition by anticholinesterase insecticides, *Journal of Pharmacology and toxicology*, 2 (2): 131-141.
- 194.** Mouhous, A., 2007, Alimentation des troupeaux des zones steppiques. Cas de la zone de Hadj Mechri (région de Laghouat), Algérie, *Livestock Research for Rural Development*, Volume 19, Article 20.  
<http://www.lrrd.org/lrrd19/2/mouh19020.htm>.
- 195.** Mouhous, A., Kadi, S.A., Brabez, F., 2015, Stratégies d'adaptation des éleveurs caprins en zone montagneuse de Tizi-Ouzou (Algérie), *European Scientific Journal*, 11(2) :328-344.
- 196.** Moulai, A., 2008, Suivi de la stratégie méditerranéenne pour le développement durable. Développement agricole et rural. Etude nationale Algérie, 1, Plan bleu, Centre d'Activité Régionales, Sophia Antipolis, 44 p.
- 197.** Moussaoui, K. M., Boussahe, R., Tchoulak, Y., Haouchine, O., Benmami, M., Dalachi, A.N., 2001, Utilisation, évaluation et impacts des pesticides en Algérie, Ecole Nationale Polytechnique, [www.recy.net/actualites/colloques/adeq/20010605-pesticides.ppt](http://www.recy.net/actualites/colloques/adeq/20010605-pesticides.ppt).
- 198.** N'guessan, B. R., Amani, Y. C. et Toure, A., 2016, Exploitation agricole a l'ère des herbicides dans le canton Zabouo (ISSIA) : vers une agriculture durable?, *Agronomie Africaine*, 28 (3) : 11-19.
- 199.** Nabti, D., 2015, Impact des produits phytosanitaires utilisés dans les vergers sur les abeilles Algériennes et le miel, Thèse Doctorat, Université d'Annaba : Algérie, 183 p.
- 200.** Nachon, F.I., Nicolet, Y., Masson, P., 2005, Butyrylcholinesterase: 3D structure, catalytic mechanisms, *Ann. Pharm. Fr.*, 63 : 194-206.
- 201.** Nedjraoui, D., 2003, Profil fourrager Algérie, 30 p.  
<http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Counprof/PDF%20files/Algeria-French.pdf>.
- 202.** Nedjraoui, D. et Bédrani, S., 2008, La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de luttes. *la revue électronique en sciences de l'environnement*, 8 (1). <https://doi.org/10.4000/vertigo.5375>.

- 203.** Nedjraoui, D ., 2002, Les ressources pastorales en Algérie, Document FAO, [www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/Algeria/Algerie.htm](http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/Algeria/Algerie.htm).
- 204.** Noé, 2021, 14 indicateurs de biodiversité agricole pour les filières agro-alimentaires. Filières végétales 2021. Noé : Association de protection de la nature, Indicateur de pression l'utilisation des produits phytosanitaires, Fiche N°4 : 42-50. [https://noe.org/media/missions/indicateurs\\_biodiversite-agricole-fiches-completes.pdf](https://noe.org/media/missions/indicateurs_biodiversite-agricole-fiches-completes.pdf).
- 205.** O'Shea, T. et Johnston, J.J., 2009, Environmental contaminants and bats: investigating exposure and effects, In Kuntz T.H. & Parsons S. (eds) Ecological and behavioral methods for the study of bats, Johns Hopkins University Press, Baltimore: 500-528.
- 206.** Olina Bassala, J.P., Dugue, P., Granie, A.M. et Vunyangah, M., 2015, Pratiques agricoles et perceptions paysannes de l'usage des herbicides dans les champs familiaux au nord-Cameroun, International Journal of Advanced Studies and Research in Africa, 6 (1 et 2) : 94-107.
- 207.** Otmane, T., Kouzmine, Y., 2013, « Bilan spatialisé de la mise en valeur agricole au Sahara algérien », Cybergeog: European Journal of Geography [En ligne], Espace, Société, Territoire, document 632, mis en ligne le 19 février 2013, consulté le 10 août 2022. URL: <http://journals.openedition.org/cybergeog/25732>, DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeog.25732>.
- 208.** Ould Baba, Sy. M., 2005, Recharge et paléo recharge du système aquifère du Sahara Septentrional, Thèse de Doctorat, Université de Tunis El Manar, Tunisie, 271 p.
- 209.** Pesticide Action Network, 2005, Etude d'impact socio-économique, sanitaire et environnemental de l'utilisation des POPs à Davié au Nord de Lomé (région Maritime), Togo, Rapport d'étude, Lomé, IPEP, PAN Togo, 37 p.
- 210.** Pistl, J., Kovalkovičová, N., Holovská, V., Legáth, J., Mikula, I., 2003, Détermination du potentiel immunotoxique des pesticides sur l'activité fonctionnelle des leucocytes de mouton in vitro, Toxicology, 188(1):73-81.
- 211.** Plan Ecophyto, 2014, L'indice de Fréquence de Traitement - Grandes Cultures - Polyculture Elevage, 4 p. [https://ecophytopic.fr/sites/default/files/Plaqueette\\_IFT\\_GC\[1\].pdf](https://ecophytopic.fr/sites/default/files/Plaqueette_IFT_GC[1].pdf).

- 212.** Plaza, P. I., E. Martínez-López, et Lambertucci S. A., 2019, The Perfect Threat: Pesticides and Vultures, *Science of the Total Environment*, 687: 1207-18. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.160>.
- 213.** Pohanka, M., 2011, Cholinesterases, a target of pharmacology and toxicology. *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ Palacky Olomouc Czech Repub*, 155: 219–29. DOI: 10.5507/bp.2011.036.
- 214.** Polizo Poulou Z.S., 2010: Haematological tests in sheep health management. *Small Ruminant Res.*, 92: 88-91.
- 215.** Poulier, G., 2014, Etude de l'échantillonnage intégratif passif pour l'évaluation réglementaire de la qualité des milieux aquatiques: application à la contamination en pesticides et en éléments trace métalliques des bassins versants du Trec et de l'Auvezère, Thèse Doctorat ,Université de Limoges: France.
- 216.** Prado, M.A., Reis, R.A., Prado, V.F., De Mello, M.C., Gomez, M.Y., De Mello, F.G., 2002, Regulation of acetylcholine synthesis and storage, *Neurochem. Int.*, 41: 291 299.
- 217.** Prody, C.A., Zevin-Sonkin, D., Gnatt, A., Goldberg, O., Soreq, H., 1987, Isolation and characterization of full-length cDNA clones coding for cholinesterase from fetal human tissues, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 84: 3555-3559.
- 218.** Quinn, D.M., 1987, Acetylcholinesterase: enzyme structure, reaction dynamics, and virtual transition-states, *Chem. Rev.*, 87: 955–979.
- 219.** Rahmoune, H., Mimeche, F., Guimeur, K. et Cherif, K., 2018, Utilisation des pesticides et perception des risques chez les agriculteurs de la région de Biskra (Sud Est d'Algérie), *International Journal of Environmental Studies*, 12 p. <https://doi.org/10.1080/00207233.2018.1534400>.
- 220.** Naik, R.S., Belinskaya, T., Vinayaka, C.R., Ashima, S., 2020, Monoclonal antibodies to fetal bovine serum acetylcholinesterase distinguish between acetylcholinesterases from ruminant and non-ruminant species, *Chemico-Biological Interactions*, 330, 109225. 9 p.
- 221.** Ramdani, N., Tahri, N. et Belhadi, A., 2009, Pratiques phytosanitaires chez les serristes maraichers des localités de Tolga et de Sidi-Obka (Wilaya de Biskra), *Journal Algérien des Régions Arides*, 08 : 73-80.
- 222.** Rastoin, J.L. et Benabderrazik, E. H., 2014, Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb. Pour un co-développement de filières territorialisées, Chapitre 1 Algérie, In : IPEMED, Institut de prospective économique du monde méditerranéen (Ed),

- (100 Boulevard du Montparnasse, Paris, France), 30p. Site web :[http://www.ipemed.coop/adminIpemed/media/fich\\_article/1404979543\\_IPEME%20-%20C%3%A9r%20C%3%A9ales%20et%20o%20l%20C%3%A9oprot%20C%3%A9agineux%20a%20u%20Maghreb.pdf](http://www.ipemed.coop/adminIpemed/media/fich_article/1404979543_IPEME%20-%20C%3%A9r%20C%3%A9ales%20et%20o%20l%20C%3%A9oprot%20C%3%A9agineux%20a%20u%20Maghreb.pdf).
- 223.** Reiner, E., Sinko, G., Skrinjarić-Spoljar, M., Simeon-Rudolf, V., 2000, Comparison of protocols for measuring activities of human blood cholinesterases by the Ellman method, *Arh. Hig. Rada. Toksikol.*, 51: 13–18.
- 224.** Rene, S., 1991, Problèmes généraux de l'utilisation des sous-produits agro-industriels en alimentation animale dans la région méditerranéenne, *Option Méditerranéennes –Série séminaires*, 16 : 75-79.
- 225.** Rosenberry, T.L., Brazzolotto, X., MacDonald, I.R., Wandhammer, M., Trovaslet-Leroy, M., Darvesh, S., Nachon, F., 2017, Comparison of the binding of reversible inhibitors to human butyrylcholinesterase and acetylcholinesterase: A crystallographic, kinetic and calorimetric study, *Molecules*, 22, 2098.
- 226.** Ruiz de Arcaute, C., Soloneski, S., Larramendy, M.L., 2018, Synergism of mixtures of dicamba and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid herbicide formulations on the neotropical fish *Cnesterodon decemmaculatus* (Pisces, Poeciliidae), *Environmental Pollution*, 236: 33-39, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.049>.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749117324570>).
- 227.** Sa'ed, H.Z., Sawalha, A.F., Sweileh, W.M., Awang, R., Al-Khalil, S.I., Al-Jabi, S.W., and Bsharat, N.M., 2010, Knowledge and practices of pesticide use among farm workers in the West Bank, Palestine: Safety implications, *Environmental Health and Preventive Medicine* 15 (4): 252–261. DOI: 10.1007/s12199-010-0136-3.
- 228.** Sadoud, M., 2017, Faiblesses exogènes de la compétitivité de la filière viande bovine algérienne, *Viandes & Produits Carnés*, 33 : 4-5. [https://viandesetproduitscarnes.fr/phocadownload/vpc\\_vol\\_33/3345\\_sadoud\\_competitivite\\_filiere\\_viande\\_bovine\\_algerienne.pdf](https://viandesetproduitscarnes.fr/phocadownload/vpc_vol_33/3345_sadoud_competitivite_filiere_viande_bovine_algerienne.pdf).
- 229.** Salbego, J., Preto, A., Gioda, CR et al., 2010, La formulation d'herbicides avec du glyphosate affecte la croissance, l'activité de l'acétylcholinestérase et les paramètres métaboliques et hématologiques chez *Piava* (*Leporinus*

- obtusidens ), Arch. Environ. Contam. Toxicol., 58 : 740–745.  
<https://doi.org/10.1007/s00244-009-9464-y>.
- 230.** Saliou, N., Traore, S., Mamadou, B. T. et Manga, A., 2012, Contamination des produits agricoles et de la nappe phréatique par les pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal, *Revue des Sciences et de la Technologie, Synthèse*, 25 : 119-130.
- 231.** Savini, L., Gaeta A, Fattorusso C, Catalanotti B, Campiani G, Chiasserini L, Pellerano C, Ettore Novellino, McKissic D, Saxena A, 2003, Specific targeting of acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase recognition sites. Rational design of novel, selective, and highly potent cholinesterase inhibitors, *J. Med. Chem.*, 46 : 1-4.
- 232.** Sayoud, R., Ezzahiri, B. et Bouznad, Z., 1999, Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb, Guide Pratique. Projet Maghrébin sur la Surveillance des Maladies et le Développement de Germoplasme Résistant des Céréales et des Légumineuses Alimentaires. PNUD RAB/91/007 Maroc-Algérie in : Tunisie. Trames (Ed), (Algérie). 64 p. ISBN : 9961-881-00-1.
- 233.** Sedrati, N., 2011, Origines et caractéristiques physico-chimiques des eaux de la Wilaya de Biskra-Sud Est Algérien, Thèse de doctorat, Université d'Annaba, Algérie, 252 p.
- 234.** Selmi, R., 2000, Fin du mythe de l'autosuffisance alimentaire et place aux avantages comparatifs, *Revue Afrique Agriculture*, 280 : 30-32.
- 235.** Seyed, J.Gh-S.k, Mirvaghefi ,A., Farahmand, H., Kosari, A.A, 2013, Effect of a glyphosate-based herbicide in *Cyprinus carpio*: Assessment of acetylcholinesterase activity, hematological responses and serum biochemical parameters, *Ecotoxicology and environmental Safety*, 98 :135-141, <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.09.011>.
- 236.** Son, D., Somda, I., Legreve, A. et Schiffers, B., 2017, Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *Cahiers Agricultures*, 26 (2), 6 p. DOI : 10.1051/cagri/2017010.
- 237.** Sougnabe, S.P., Yandia, A., Acheleke, J., Brevault, T., Vaissayre, M., Ngartoubam, L.T., 2009, Pratiques phytosanitaires paysannes dans les savanes d'Afrique centrale. Présenté à l'Actes du colloque, Savanes africaines en développement : innover pour durer, Garoua, Cameroun, Prasac, N'Djaména, Tchad, Cirad, Montpellier, France, cédérom, 20-23 avril.

- 238.** Steven, K. Th., 2012, Simpling, In : Thirdedition, John Wiley & Sons, Inc. (Ed), (Canada: Simon Fraser University Press) :59-60. DOI:10.1002/9781118162934.
- 239.** Tanji, A., 2015, Guide de lutte contre les mauvaises herbes dans l'agriculture de conservation au Maroc, INRA- Maroc, Rabat, 169 p.
- 240.** Tecles, F., Cerón, J. J., 2001, Determination of whole blood cholinesterase in different animal species using specific substrates, *Research in Veterinary Science*, 70: 233–238, doi:10.1053/rvsc.2001.0465.
- 241.** Tecles, F., Martinez, Subiela, S., Bernal, L.J., Ceron, J.J., 2000, Use of whole blood for spectrophotometric determination of cholinesterase activity in dogs, *Vet. J.* 160: 242–249.
- 242.** Terre-net factory et ISAGRI., 2022, Livre blanc, Quels leviers pour réduire les IFT sur mon exploitation ?, 14 p. <https://www.terre-net.fr/produits-phytos/article/206002/les-ift-dans-le-viseur>. 27 décembre 2022 à 05 :02.
- 243.** Tissier, C., Morvan, C., Bocquene, G., Grossel, H., James, A. et Marchand, M., 2005, Les substances prioritaires de la directive cadre sur l'eau (DCE), Fiches de synthèse, Rapport IFREMER. [https://ccem.ifremer.fr/content/download/31783/436902/file/RAPPORT\\_FICHES3\\_3\\_SUBSTANCES.pdf](https://ccem.ifremer.fr/content/download/31783/436902/file/RAPPORT_FICHES3_3_SUBSTANCES.pdf).
- 244.** Tourneux, H., 1993, La perception des pictogrammes phytosanitaires par les paysans du Nord- Cameroun, *Coton Fibres Trop*, 48 : 41-56.
- 245.** Tourte, C. 1972, Insecticides et Environnement résidus et toxicité écosystèmes. Situation actuelle et perspective d'avenir de contre les insectes, agents et vecteurs de maladies ; Thèse : Méd. : Paris V, 140 p.
- 246.** Viera Kolesárová, Goran Šinko, Katarína Šiviková & Ján Dianovský, 2013, In vitro inhibition of blood cholinesterase activities from cattle by triazole fungicides, *Caryologia*, 66 (4) : 346-350. DOI : 10.1080/00087114.2013.855390.
- 247.** Wade, C. S., 2003, L'utilisation des pesticides en agriculture préurbaine et son impact sur l'environnement, Thèse Doctorat, Université de Dakar : sénégal, 51 p.
- 248.** WHO (World Health Organization), 2005, The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification: 2004. Disponible sur [http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides\\_hazard\\_rev\\_3.pdf](http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard_rev_3.pdf). 10 June 2018.

- 249.** Wilson, B.W., Robert, I.K., William, C.K., 2001, Cholinesterases, in: Handbook of Pesticide Toxicology, second ed., Academic Pr., San Diego: 967–985.
- 250.** Yabrir, B., Laoun, A., Chenouf, N.S. et Mati, A., 2015, Caractéristiques des élevages ovins de la steppe centrale de l'Algérie en relation avec l'aridité du milieu : cas de la wilaya de Djelfa, *Livestock Research for Rural Development*, 27(10), 23 p.
- 251.** Yagoubi, Y., 2018, Effets de l'ingestion des feuilles distillées du romarin sous différentes formes sur la croissance, le profil métabolique et les qualités des carcasses et de la viande des agneaux de race Barbarine, Thèse de doctorat, Institut National Agronomique de Tunisie, 92 p.
- 252.** Yakhelf, H., Far, Z., Ghozlane, F., Madani, T. et Marie, M., 2008, Evaluation de la durabilité des systèmes agropastoraux bovins dans le contexte de la zone semi-aride de Sétif (Algérie), *New Méditerranéen*, 4 : 36-39.
- 253.** Yakhlef, H. et Taherti, M., 1999, Diversité des pratiques d'alimentation des ovins et adaptation des éleveurs aux contraintes. Le cas de la région semi-aride de Chlef (Algérie), *Annales de l'institut National Agronomique*, 20 (1 et 2): 83-92.
- 254.** Yeary, R.A., 1984, Oral intubation of dogs with combinations of fertilizer, herbicide, and insecticide chemicals commonly used on lawns, *Am. J. V.et Res.*, 45(2): 288-90.
- 255.** Zaidi, F., Hassissene, N., Boubekour, N., Bouaiche, A., Bouabdellah, A., Grongnet, J F., Bellal, M., M Et Youtou, A., 2007, Etude in vitro de facteurs limitant la valeur nutritive du grignon d'olive : effets des matières grasses et des métabolites secondaires. *Livestock Research for Rural Development*, 20 (3). in [http://www.irrd.org].
- 256.** Ziani, K., 2016, Etude des caractéristiques des carcasses et de la qualité microbiologiques et physicochimiques des viandes ovines de la race « Hamra », Thèse de doctorat, 159 p.
- 257.** Zouyed, I., 2005, Engraissement des ovins, Caractéristiques des carcasses et modèles de classification, Thèse de Magister, Université de Constantine, Algérie, 102 p.

### Site web

1. <https://www.lab-cerba.com/files/live/sites/Cerba/files/documents/FR/0153F.pdf>.
2. UIPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), 2020. Disponible sur : <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/search.htm>. 10 June 2018.





# **Annexes**

Annexe 01

**République Algérienne démocratique et populaire**  
**Université Mohamed Khider Biskra**  
**Faculté de sciences exactes et sciences de la nature et de la vie-**  
**Département des sciences agronomiques**

**Pratiques phytosanitaires et évaluation du risque d'exposition aux pesticides des ruminants nourrit à base de céréales et sous-produits traitées dans la région de Biskra.**

Dans le cadre de l'obtention du diplôme de Doctorat  
Doctorante : Mme GUEHILIZ Naoual  
Année universitaire 2017/2018

**Questionnaire**

**Questionnaire N°** : .....

Date de visite de l'exploitation : ...../...../.....

N° de téléphone de l'exploitant : .....

**1- Identification de l'exploitant**

- Nom et Prénom : .....

- Age : ..... ans.

- Sexe : Mâle , Femelle

- Autochtone (résidence): Oui  , Non

- Niveau d'étude : Primaire , Moyen , Secondaire , Universitaire , Alphabétisé

- Activité : Agriculteur  , Eleveur  , Agro-éleveur

- Est-ce que c'est l'activité principale de l'exploitant ? Oui  , non

- Si non, quelle est votre activité principale ?.....

**2- Identification de l'exploitation**

- Commune : .....

- Lieu dit : .....

- Nature juridique : Privée  , Etatique , Location

- Superficie totale :.....ha.

- Quelles sont les différentes cultures pratiquées dans l'exploitation ?

- Culture 1 : .....
- Culture 2 : .....
- Culture 3 : .....
- Culture 4 : .....
- Culture 5 : .....
- Main d'œuvre : Familial  , salaria  , Familiale et salaria
- Sexe de Main d'œuvre : Mâle  , Femelle

**3- Pratique de céréaliculture**

- Ancienneté dans le domaine de la céréaliculture (Exploitant) .....ans
- Préparation du sol
  - Outil : Charrue à disque  , Charrue à soc  , Cover crop  , autres
- Irrigation des céréales
  - Source d'eau : Puits  , Barrage  , Forage  , Oued
  - Outil d'irrigation : Pivot  , Submersion  , Kit d'aspersion  , goutte à goutte
- Semis

Espèce		Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Variété					
Source d'achat des semences	CCLS (oui, non)				
	Privé (oui, non)				
Type de semences	Certifiée (oui, non)				
	Ordinaire (oui, non)				
	Semence de ferme (oui, non)				
Mode de semis	A la volé (oui, non)				
	Semoir (oui, non)				
Date de semis					
Superficie cultivée (ha)					
Dose de semis (q/ha)					

- Fertilisation
  - Utilisez-vous des engrais chimiques ? Oui  , non
  - Si oui, citer les différents engrais utilisés : .....
  - Utilisez-vous des engrais organiques ? Oui  , non
  - Matériel utilisé en épandage d'engrais : Epandeur  , Manuel

## - Récolte

Espèce	Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine
Date de récolte				
Matériels de récolte				
Superficie récolté totale (ha)				
Superficie récolté grains (ha)				
Superficie récolté grains concassés (ha)				
Production obtenue totale (qx)				
Production obtenue grains entiers (qx)				
Production obtenue grains concassés (qx)				
Rendement (qx/ha)				
Paille (Bottes)				

## - Chaumes des céréales :

- Pratiquez- vous du pâturage dans les chaumes des céréales ? Oui  , Non

Si oui, par le bétail de qui ? L'exploitant  , loueur  .

- Période de pâturage : de mois de.....jusqu'au mois de.....

- Pratiquez-vous le pâturage dans les parcours naturels ? .....

- Pâturage dans les restes de récolte d'autres cultures : Oui  , non

**4- Pratiques phytosanitaire en céréaliculture**

- Utilisez-vous les pesticides en céréales ? Oui  , non

- Avez-vous fait des formations en application des pesticides ? Oui  , non

- Types de pesticides utilisés sur les céréales

- Herbicides : Oui  , non

- Fongicides : Oui  , non

- Insecticides : Oui  , non

- Superficies traitées des céréales : blé dur ..... ha, blé tendre..... ha, orge.....ha.

- Citer les pesticides utilisés en céréales avec leurs doses appliqués:

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. ...., dose :..... | 4. ...., dose :..... |
| 2. .... dose :.....  | 5. ...., dose :..... |
| 3. .... dose :.....  | 6. ...., dose :..... |

- Connaissez-vous le délai avant récolte (DAR) ? Oui  , non
- Respectez-vous le délai avant récolte (DAR) ? Oui  , non
- Matériel utilisé en traitements phytosanitaires : Pulvérisateur à rampe  manuel
- Quelle sont les périodes d'application de traitements phytosanitaires ?
  - Le mois de : .....

**5- Pratique d'élevage des petits ruminants**

- Pratiquez-vous l'élevage des petits ruminants ? Oui  , non
- Ancienneté dans le domaine d'élevage (Exploitant) .....ans.
- Quel est le système d'élevage pratiqué ? Transhumance  , sédentaires
- Effectif

Elevage	Ovins	Caprins
Nombre de têtes		

- Conduite alimentaire des petits ruminants

Aliments			Ovins	Caprins
Origine des aliments	Foin	Acheté		
		Produit		
		Acheté et produit		
	Paille	Acheté		
		Produit		
		Acheté et produit		
	Concentré	Acheté		
		Produit		
		Acheté et produit		
Composition du Concentré	Grain de céréale			
	Sous-produit de grains			
	Tourteaux			
	Autre sous-produit			

-Ressources d'abreuvement des ovins

- Puits,  forage,  , des oueds,  , citernes d'eau

# **Liste de productions scientifiques**

## Liste de productions scientifiques

### Articles

1. Naoual Guehiliz, Hassina Hafida Boukhalifa & Kahramen Deghnouche (2023): Survey of Some Agronomic Practices of Cereal Production in Arid Region (Biskra-Algeria), Egyptian Journal of Agronomy, Vol. 45, No. 1, DOI: 10.21608/AGRO.2023.159764.1335
2. Naoual Guehiliz, Hassina Hafida Boukhalifa & Kahramen Deghnouche (2022): Pratiques phytosanitaires des céréaliculteurs en région aride: cas de Biskra, sud-est de l'Algérie, International Journal of Environmental Studies, DOI: 10.1080/00207233.2022.2132713

### Communications internationales

1. Boukhalifa, H. H., **Guehiliz, N.**, Deghnouche, K., (2019, 21-24 Mai). Risques d'exposition des agriculteurs aux pesticides à Biskra – Algérie. 49<sup>e</sup> congrès du Groupe Français de recherche sur les Pesticides (GFP), Montpellier, France.
2. Boukhalifa, H. H., **Guehiliz, N.**, Deghnouche, K., (2019, 20-24 May). Risk assessment related to phytosanitary practices of farmers in Zribet el Oued and Sidi Okba, Biskra- Algeria. 14th IUPAC International Congress of Crop Protection Chemistry (IUPAC), Ghent, Belgium.
3. Boukhalifa, H.H., **Guehiliz, N.**, Deghnouche, K., (2019, 4-6 Février). Analyse du risque lié aux pratiques phytosanitaires des agriculteurs de Zribet el oued et Sidi Okba, Biskra-Algérie. Premier colloque international sur la lutte biologique et intégrée en Algérie (CILBIA1), Batna, Algérie.
4. **Guehiliz, N.**, Boukhalifa, H.H., Deghnouche, K., (2018, 9-10 Décembre). Usage des pesticides en céréaliculture dans les communes rurales de zribet el oued et sidi okba (région de Biskra. Algérie). Deuxième Colloque International Agro Sem, la connaissance la valorisation et la gestion durable des ressources naturelles, Biskra, Algérie.
5. **Guehiliz, N.**, Boukhalifa, H.H., Deghnouche, K., (2018, 16-17 Octobre). Impact des pratiques phytosanitaires sur la transmission des résidus des pesticides utilisés dans les cultures de plein champs aux animaux d'élevage, être humain et environnement (cas de la région de Biskra, Algérie). Premier

séminaire International sur l'Agroalimentaire (SIA 2018), Guelma, Algérie.

### Communications nationales

1. **Guehiliz, N.** Boukhalfa, H.H., Deghnouche, K. (2022, 26 décembre). Détermination des principaux ravageurs de la production céréalière dans les zones agropastorales de la région de Biskra. Séminaire national sur l'agropastoralisme « SNAP-1), centre de recherche en agropastoralisme-CRAPast, Djelfa, Algérie.
2. **Guehiliz, N.**, Boukhalfa, H.H., Deghnouche, K., (2019, 12 Novembre). Caractérisation de la conduite phytosanitaire en céréaliculture dans la wilaya de Biskra. Deuxième édition du Symposium National : Protection des Végétaux en Zones Arides, Biskra, Algérie.

### Projets de recherche

- **Projet PRFU**

Code	Période	Intitulé
D04N01UN0701 20180004	01/10/2020 31/12/2021	Optimisation des traitements phytosanitaires et protection de l'environnement en zone aride.





## Survey of Some Agronomic Practices of Cereal Production in Arid Region (Biskra-Algeria)

Guehiliz Naoual<sup>(1)#</sup>, Boukhalifa Hassina Hafida<sup>(1)</sup>, Deghnouche Kahramen<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Laboratory Promotion of Innovation in Agriculture in Arid Regions, University of Biskra, Biskra, Algeria; <sup>(2)</sup>Laboratory the Diversity of Ecosystems and Dynamics of Agricultural Production Systems in Drylands, University of Biskra, Biskra, Algeria.



CrossMark

CEREALS remain the main crop practiced in farms of some rural provinces of Biskra, south-eastern Algeria. The present study aims to analyze agricultural practices in cereal growing and to provide solutions to the constraints encountered. For this purpose, a transversal survey was carried out within 259 farms where irrigated cereals are grown, generally using borehole water, associated to other crops and livestock. Results showed that despite the availability of irrigation water, the production means in this region remain insufficient to promote the improvement of cereal yields. The extension of land in a non-regulatory way in cereal cultivation is an obstacle for farmers to obtain subsidies and bank loans allocated by the State. Also, mechanization is very underdeveloped and farming operations are largely performed manually. In addition, flood irrigation remains very widely used and seeds used are farm-saved ones, especially in small holdings. The low doses of fertilizers and applied phytosanitary products negatively affect yields. The availability of unskilled salaried and family labor reduces the overall efficiency of technical itineraries. To fight against these constraints, farmers must first be encouraged to regularize the land situation of plots exploited in a non-regulatory manner in order to be able to benefit from State subsidies and bank loans. However, the success of this sector imperatively depends on the respect of the technical itinerary, the introduction of agricultural mechanization and its intensification. This can contribute to strengthening the country's food security in terms of cereals.

**Keywords:** Agricultural practices, Arid region, Biskra, Cereals, Yields.

### Introduction

Cereals hold the first place in the occupation agricultural land, because they serve as staple foods for a large proportion of the world's population, especially in Africa (Harold & Tabo, 2015). They constitute with their derivatives the backbone of the Algerian food system (Kellou, 2008), of which durum wheat is the most consumed cereal (Jouve et al., 1995) with 200 to 219kg/capita/year (Hervieu et al., 2006; Boulal et al., 2007; Chehat, 2007). Wheat is of great importance for food security (Harold & Tabo, 2015). However, cereal production growth remains low relative to population

growth (Djermoun, 2018), which resulted in Algeria becoming cereal importer (Moulaï, 2008).

In order to meet growing grain needs, it is essential to improve national production by intensifying cereal crops (Mebdoua, 2017). It should be noted that more than half of Algeria's usable agricultural area (UAA) is devoted to field crops, mainly grain farming. Cereal growing is essentially rain-fed in the semi-arid areas of the high Tellian plains, sub-arid areas of the High-Trays, and the humid and sub-humid areas of the coastal and sub-littoral regions (Feliachi, 2000; Chehat, 2006;

#Corresponding author email: [naoual.guehiliz@univ-biskra.dz](mailto:naoual.guehiliz@univ-biskra.dz)

Received 01/09/2022; Accepted 26/01/2023

DOI: 10.21608/AGRO.2023.159764.1335

©2023 National Information and Documentation Center (NIDOC)

Djermoun, 2009; Rastoin & Benabderrazik, 2014; Bessaoud et al., 2019). Conversely, in the Saharan zones it is irrigated according to a traditional or intensive production system (Feliachi, 2000; Djermoun, 2009). In these regions, the state has invested considerably in equipping large grain farms with pivots under the agricultural land development law of 1983 (Otmame & Kouzmine, 2013).

Despite the efforts made, cereal yields in Algeria remain very low, insufficient and above all very uncertain (Chadouli, 1991; Kellil, 2010), reaching only 7 to 15 quintals per hectare depending on the year (1 quintal is 100kg) (Selmi, 2000; Bessaoud et al., 2019). This is explained by the influence of bad pedoclimatic conditions and by the insufficient mastery of cultivation techniques (Chabi et al., 1992), where much of this production system is subject to the practices of traditional agricultural, unable to overcome the irregularities of the climate (Ait-Slimane-Ait-Kaki, 2008). While the current agricultural policy aims to modernize the strategic sectors in order to increase production, particularly of durum wheat, substitute national production to imports and increase the amounts of exports (Bouzid et al., 2020).

Cereal growing occupies an important place in the region of Biskra (Algeria), it comes in second place after date palm cultivation (*Phoenix dactylifera*), with a total sown area estimated at 29,464ha (2017/2018 agricultural campaign). Moreover, despite the importance allocated to it, namely the extension of irrigated areas, yields are still lower than expected.

In this context, a survey is needed to assess the means deployed by cereal-producing farms to propose a strategy to fight against the various development constraints of this sector to reach an acceptable yield threshold.

## **Materials and Methods**

As part of this work, a survey was conducted among farms located in potentially cereal-growing areas of the agropastoral region of Biskra located in southeastern Algeria (Fig. 1).

This region is characterized by heterogeneous, poor and shallow soils. Indeed, saline, gypsum and limestone accumulations

are present in the south. Alluvial soils and fertile clay soils are found in the east. However, in the north the soils are poorly developed and not very fertile. The northwest plain is characterized by clay-sodium soils. (Khechai, 2001; Sedrati, 2011, Masmoudi, 2012).

These investigations were conducted during the 2017/2018 agricultural season, extending over 12 months: from June 2017 to June 2018.

A stratified random sampling of cereal farmers was used, covering seven sites, namely El Fiedh, Ain Naga, Mlili, Ourlal, Oumeche, El outaya and Doucen. Survey receipt was processed on the nominal lists of cereal farmers obtained from the agricultural services directorate of the wilaya of Biskra (DSA, 2018).

The sample size (n= 254 farmers, increased to 259 farmers) was determined by Steven's formula (2012). Considering a prevalence P of 50%, a margin of sampling error d of 5%, the reduced variance Z is 1.96 when the accepted confidence level is 95%.

The total number (N= 750) of cereal farmers registered was obtained from the agricultural services directorate of the wilaya of Biskra in 2017/2018.

$$n = \frac{N \times P(1-P)}{[N-1 \times (d^2 + Z^2)] + P(1-P)} \text{ (Steven, 2012).}$$

The number of producers to be surveyed according to the formula of Steven (2012) per site and that actually surveyed are recorded on the Table 1.

The questionnaire is intended for the head of the farm, who deals with management and above all with decision-making in terms of investment in order to assess the means of cereal production in this region. In particular, production systems, kind of cereals prevailed, irrigation sources, size and legal status of farms, availability of agricultural equipment, Kinds of seed used and use of agricultural inputs and labor employed.

The data collected was processed, coded and entered for descriptive statistical processing using Excel 2007 and IBM SPSS (Social Package for Social Sciences) version 20.

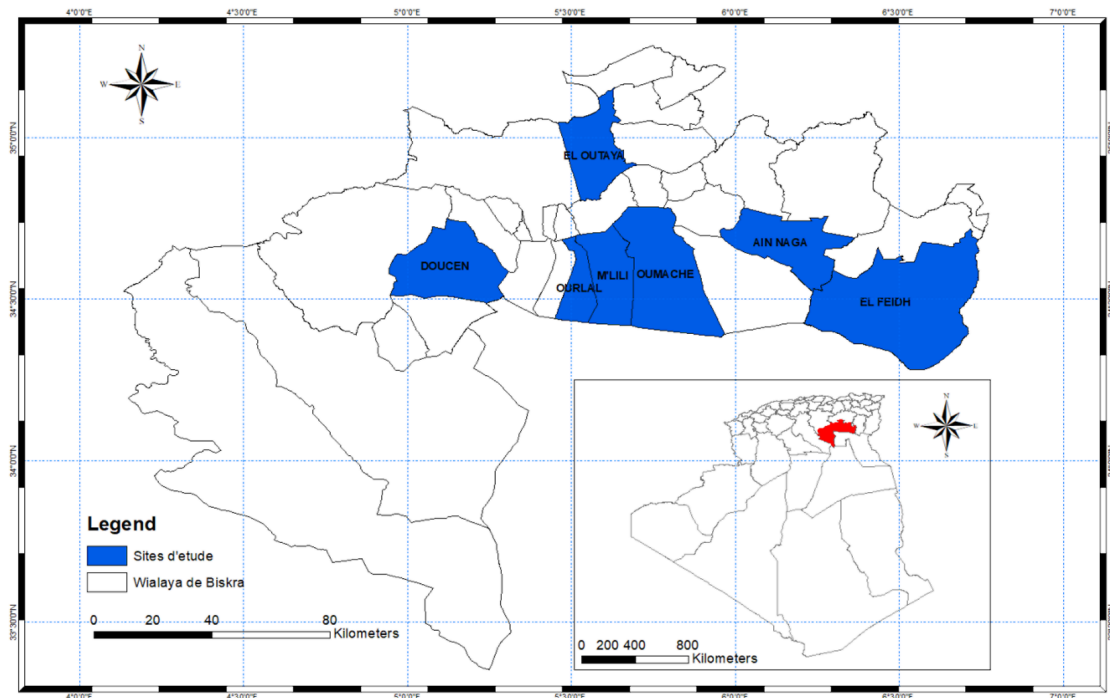


Fig. 1. Location of the study sites

TABLE 1. Distribution of cereal farmers surveyed in the study site

Sites	Total number of grain farmers per site (N)	Number of grain farmers to investigate (n)	Number of grain farmers investigated (n)	Percentage of grain farmers investigated (%)
Ain Naga	72	24	29	11,2
El feïdh	366	124	124	47,9
El Outaya	138	47	47	18,1
Ourlal	26	13	13	5,0
Mlili	20	10	10	3,9
Oumeche	48	9	9	3,5
Doucen	80	27	27	10,4
Total	750	254	259	100,0

## Results and Discussion

### Production system

Although the farms studied are cereal (100%), given the specificity of the areas considered, other crops such as open field market gardening (32.8%) and greenhouse market gardening (24.7%), date palms (33.6%), fruit trees (20.8%) and fodder (7.7%) are practiced in association. The pastoral character has allowed some farms to combine their production system with ovine and caprine livestock (46.3%) (Fig. 2). The results recorded are in agreement with those found by Lazarev (1989), Bencharif et

al. (1994), Jouve et al. (1995), Abdelguerfi & Laouar (2000), Djermoun (2009), Benniou et al. (2014), Hattab & Gaouar (2016), the latter attesting that the majority of farmers in the Maghreb regions, especially Algerian cereal farmers, combine agriculture and livestock. According to Otmane & Kouzmine (2013), farmers in the Saharan regions seek agricultural activities complementary to cereal production, such as cash crops, fodder crops and livestock, to overcome the various constraints on Saharan agriculture. The search for profitability is the main motivation for farmers to reorient their production.

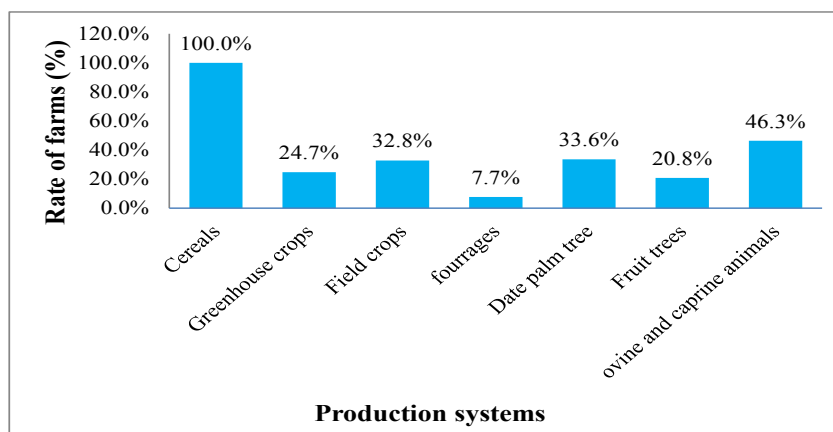


Fig. 2. Production systems practiced by the surveyed farms

#### kind of cereals prevailed

Figure 3 shows that the surveyed cereal farmers integrate one or more cereals in their crop rotation, durum wheat is the predominant cereal crop with 79.9%, followed by barley with 64.5%, while soft wheat occupies the third place with 41.7% in relation to the total cereal area cultivated. The results recorded are similar to those found by Boulechfar (2010) and Karkour (2012), these authors attest that the strict cereal system dominated by durum wheat is more present in the high Setifian plainnes (Algeria). Generally durum wheat is the crop most adapted to the agro-climatic conditions of Algeria (Rastoin & Benabderrazik, 2014). It remains the predominant product because of its large consumption by the Algerian population (Jouve et al., 1995).

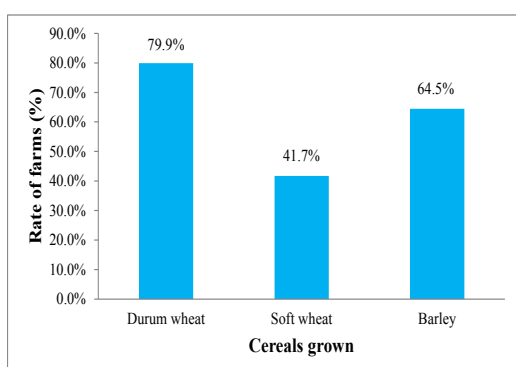


Fig. 3. Prevailed Cereals in surveyed farms

#### Sources of irrigation water

The diversity that characterizes cereal farms can be explained by the availability of irrigation water, which is a real limiting factor in agricultural production, where most of the surfaces are irrigated by drillings water (95%) (Fig. 4). The

depth of the drillings realized in the region of Biskra varies between 150 and 200m (DSA, 2018). Moreover, the study of Bouammar (2010) revealed that (83%) of the cereals cultivated in the region of Biskra were irrigated by wadi floods and (17%) by drillings and old wells, which represents a clear improvement in terms of irrigation. Filali-Boubrahmi (1991) and Boulal et al. (2007) attest that this is a solution to ensure the improvement and stability of cereal yields. According to Bessaoud et al. (2019), investments in water resource infrastructure have contributed to transforming Algeria's agricultural mapping and land reclamation has turned the Saharan and Steppe regions into important agricultural production basins.

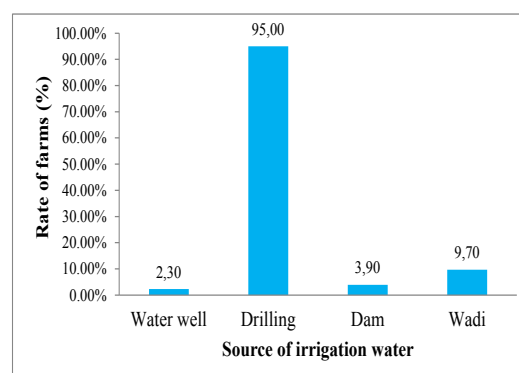


Fig. 4. Rate of farms with irrigation sources

#### Size and legal status of farms

The area under cereals varies from 01 to 137 ha, with an average of (14.83± 14.86ha). In fact, (58.7%) and (31.3%) of farmers cultivate (10-50ha) and (5-10ha) respectively, while areas of less than 05 ha and more than 50ha are

a minority (Fig. 5). However, more than half of the respondents (57.2%) declare that they are concessionaires of their (state) land, (35.1%) are owners and (7.7%) are tenants (Fig. 6). (Although the areas of the farms are more or less large, generally part of these areas are exploited in a non-regulatory manner (Hiaza), which reduces the chances of obtaining subsidies and bank loan allocated by the State for the totality of the exploited areas). Otmane & Kouzmine (2013), add that the revaluation of the purchase price of cereals by the state in 2008 (purchase prices were set in June 2008 at 4,500DA per quintal for durum wheat, 3,500DA per quintal for soft wheat and 2,500DA per quintal for barley) has nevertheless led to a multiplication of cereal acreage in the Algerian Sahara, confirming the fluctuating aspect of this activity, which is strongly correlated with price variability. Furthermore, in the region of Sétif (Algeria), 96.55% of the total number of farms studied by Bendiab (2012) are privately owned, of which 59.77% grow cereals. On the whole, Maghrebian cereal growing remains poorly productive and very irregular, due to the major structural constraints, aridity and the land tenure structure (Jouve et al., 1995). The latter is considered the main obstacle to innovation by cereal farmers in Aïn Defla (Algeria) and Tiaret (Algeria) (Bouزيد et al., 2020). According to Belaid (2016), the policy of agricultural land concessions in Algeria has allowed the installation of new farmers. Hattab & Gaouar (2016) point out that the proper functioning of agricultural development projects in Algeria hinges mainly on clarifying the legal nature of farms.

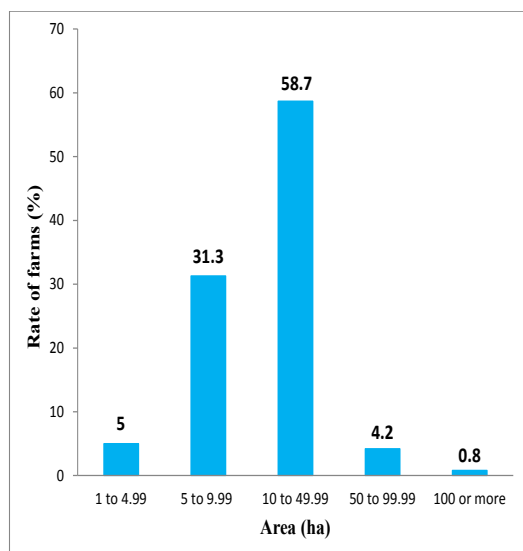


Fig. 5. Areas of surveyed farms

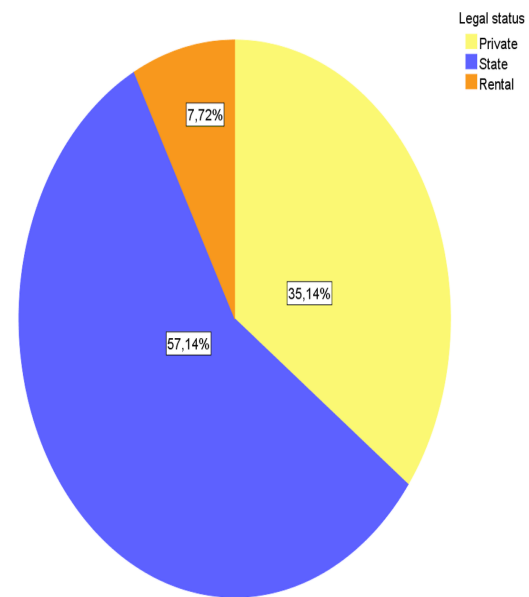


Fig. 6. Legal status of surveyed farms

#### Agricultural equipment

The results summarised in Table 2 show that farmers use equipment for soil preparation (62.93%) including disc ploughs, cover crops and others coupled to the tractor, which are most often rented. According to Kheyar et al. (2010), the abusive use of disc tools as a means of turning and mixing the soil contributes to its degradation. The direct seeding technique recaps the technical itineraries and agricultural equipment used in the farm, allowing to minimise mechanisation costs, improve soil fertility, save water and avoid ploughing (Belaid, 2016).

Indeed, the respondents prefer to irrigate their plots by the traditional method (submersion) (62.93%), while water-saving irrigation systems such as pivots, sprinkler kits and drip irrigation are less used. Furthermore, Doumandji-Mitiche (2014) notes that pivots and foggaras (underground water supply) are two irrigation systems used in cereal cultivation in the region of Adrar (Algeria). For the latter and with data extracted from Landsat8 and sentinel2 satellite images between 2014 and 2018, Hamrelaine et al. (2021) note that the number of pivots sown by maize increased from 45 in 2013/2014 to 135 pivots in 2017/2018 with an increase of 300% for a corresponding area of 1075.34 to 3297.42 ha. On the one hand, the pivot remains the specific equipment for the irrigation of cereals during the whole cycle in Saharan areas (Chadouli, 1991). On the other hand, the sustainability of the cereal

agro system under pivot in the Algerian Sahara is conditioned by its management, the improvement of the technical itinerary and especially the conduct of irrigation, which will allow the maintenance of soil salinity at a low level and consequently,

the increase in the efficiency of the use of water and soil, which will lead to good production for the current population without compromising the needs of future generations (Benbrahim et al., 2016).

**TABLE 2. Rate of use of agricultural equipment on cereal farms**

Operations	Agricultural equipment used	Number of farmers surveyed (n)	Rate of farmers surveyed (%)
Soil preparation	Disc plough and covercrop	96	37,07
	Disc plough, covercrop and others	163	62,93
Irrigation	Drip	5	1,93
	Sprinkler kit	15	5,79
	Sprinkler kit and drip	15	5,79
	Pivot	21	8,11
	Pivot and drip	1	0,39
	Pivot and submersion	2	0,77
	Submersion	163	62,93
	Submersion and drip	10	3,86
	Submersion and sprinkler kit	25	9,65
	Submersion, Sprinkler kit and drip	2	0,77
Sowing	Manual (on the fly)	172	66,41
	seeder	72	27,80
	Manual and with seeder	15	5,79
Fertilisation	Fertiliser spreaders	64	24,71
	Manual	141	54,44
	None	54	20,85
Phytosanitary Product application	Ramp sprayer	92	35,52
	Manual sprayer	97	37,45
	Ramp sprayer and manual sprayer	10	3,86
	None	60	23,17
Harvesting	Manual	2	0,77
	Harvester	95	36,68
	Reaper	32	12,36
	Manual and harvester	8	3,09
	Manual and reaper	6	2,32
	Harvester and reaper	108	41,70
	Manual, harvester and reaper	8	3,09



The sowing is generally done manually (66.41%), also more than half (54.44%) of the farmers do fertilization manually. For pesticide application, it is clear that (35.52%) of the farmers surveyed use tractor-mounted boom sprayers to save time and effort in covering large areas of cultivated fields. However, a significant proportion (37.45%) of farmers prefer to use manual spraying with a gun attached to a long hose and motor, as the crop has reached advanced growth stages and does not allow the tractor to enter the field, in addition to the ignorance of sprayer adjustment techniques, adding financial reasons to this situation. However, harvesting is generally carried out using harvesters (36.68%) in the case of grain harvesting or harvesters and reaper (41.70%) for producers of cereal grains and crushed grains (Frik and Mermez) by the cereal growers surveyed. The reaper is a tool developed by farmers in the Zribet El Oued area (Biskra, Algeria) to minimize labor and save time.

On the whole, cereal farms in the Maghreb regions are poorly equipped technically, and a cereal intensification strategy requires the development of mechanization by increasing and improving the stock of existing agricultural equipment (Jouve et al., 1995). In Algeria, particularly in Tizi Ouazzou, the lack of positive developments in the choice of seeds, mechanization, fertilization and irrigation during the period 2000-2006 were a hindrance to increasing durum wheat yields (Chedded, 2015). Similarly, in Aïn Defla and Tiaret (Algeria), mechanization also appears before 2012 but remains underdeveloped in cereal cultivation (Bouzid et al., 2020). According to the FAO (2014), mechanization of agriculture has allowed the expansion of cultivable areas and increased yields, mainly by improving the precision of cultivation techniques.

#### Seeds

More than three-quarters (81.47%) of the cereal farmers surveyed prefer to use certified seed, although a proportion (16.60%) of farmers resow their farm-saved seed. While ordinary seed is rarely sown (1.93%) (Fig. 7). However, the majority of the surveyed farmers are aware of the benefits of using certified seed, but there are still others who resow part of their grain harvest. Belaid (2014) notes that despite the increased capacity of the Cereals and Pulses Cooperative (CDVC), the causes of reseeding with clean farm seeds can be numerous. Namely, unavailability of CDVC

seeds, late delivery, remoteness, prohibitive transport costs and sometimes the desire to reseed local varieties abandoned by the CDVC.

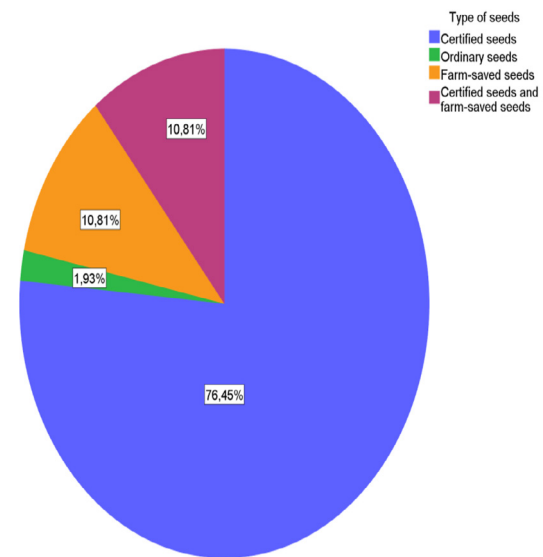
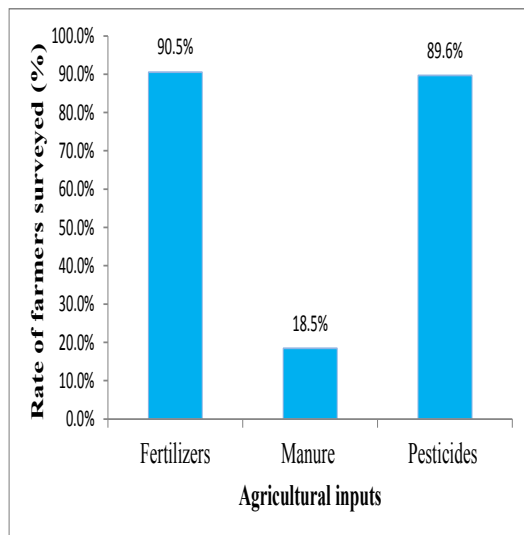


Fig. 7. Kinds of seed used on cereal farms

#### Agricultural inputs

According to Fig. 8, the majority of farmers give importance to the use of agricultural inputs, especially fertilizers (90.5%) and phytosanitary products (89.6%) which are important factors in improving cereal production. In addition, the purchase of fertilizers and plant protection products is dependent on the farmer's financial means. To this end, these farmers use very small quantities of fertilizers and pesticides compared to the recommended doses. These insufficient quantities do not ensure satisfactory yields of cereal crops. According to Otmane & Kouzmine (2013), Saharan soils are characterized by their low organic matter content, small water retention and high leaching caused by heavy irrigation, which requires the application of large quantities of fertilizers. In Aïn Defla and Tiaret (Algeria), the level of innovation in conventional agricultural techniques is significant. Among them, the introduction of new phytosanitary products, herbicides and fertilizers for durum wheat, this was encouraged by the Rfig credit (interest-free) and the supplier credit which allows farmers to finance agricultural inputs and equipment (Bouzid et al., 2020). The fertilizers frequently used are TSP 46% (0-46-0), UREE 46% (46-0-0) and potassium sulfate 50% (0-0-50). To have good yields of durum wheat, soft wheat and barley in the region of Biskra, the fertilizer requirements

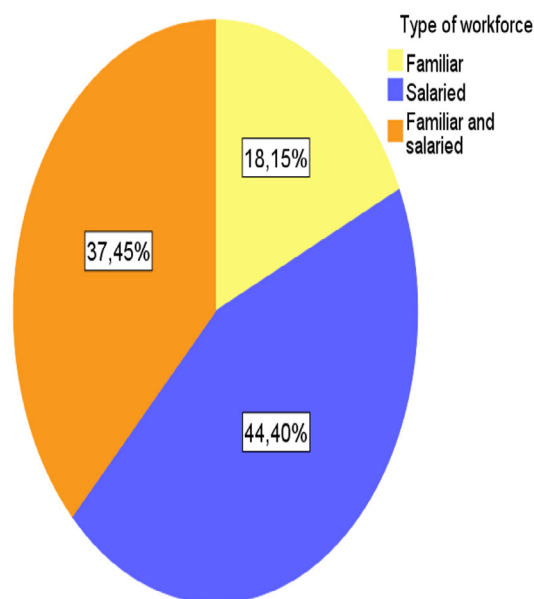
are 4 qx/ha of TSP 46%, that is 180 fertilizing unit of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 4.5 qx/ha of UREA 46%, that is 200 fertilizing unit of N /ha and 2 qx/ha of Sulfate of potassium 50%, that is 100 fertilizing unit of K<sub>2</sub>O/ha (ITDAS, 2018)



**Fig. 8. Rate of agricultural input use on surveyed farms**

#### *Labor force*

Agricultural activity in the farms of Biskra region is provided by salaried labor (44.40%). They constitute the bulk workforce during the ploughing, sowing, fertilization, weeding and harvesting campaigns. These operations are done randomly without taking into account the technical itineraries suitable for cereals because the workers are untrained. A rate of (37.45%) of the farms requires help from family labor to paid labor, this form involves women during the period of production of crushed grains (Frik and Mermez). A proportion of (18.15%) farmers surveyed resort to family labor only, if there is a shortage of workers or money (Fig. 9). According to Otmane & Kouzmine (2013), the presence of women has become common on family farms, but the work of paid day laborers on other farms is rare in Algeria, except for Kabylia. Hattab & Gaouar (2016) note that in the region of El Gor (Tlemcen-Algeria), farms only need paid labor during two periods, the soil preparation-seed period and the harvesting-threshing period. From the same authors, the scarcity and high cost of salaried labor in this region have become an alarming problem that is making it very difficult for farmers to manage their farms in good conditions.



**Fig. 9. Types of labor employed by cereal farms**

#### Conclusion

The diversification of the production system on cereal farms in Biskra region (south-east Algeria) is explained by the extension of their agricultural areas and the availability of irrigation water, where the cereal-market gardening and/or date palm cultivation-ruminant breeding system is the most common. Despite the extension of irrigated areas, many administrative and technical efforts remain to be made to make cereal growing more profitable. To this end, the regularization of the legal status of most cereal farms is a very important step and this is achieved by encouraging farmers to integrate into the policy of agricultural land concessions created by the State, to obtain subsidies and bank credits, in particular, the R'fig credit and the supplier credit. The latter allows farmers to modernize their agricultural practices through the acquisition of new agricultural equipment and the supply of the various inputs necessary for cereal crops as well as certified seeds.

Other efforts remain to be deployed in terms of extension by agricultural advisers to encourage farmers to strictly apply the technical itinerary for the management of cereal crops to make cereal growing intensive and profitable in the region to achieve the desired objective, which is the yield threshold ensuring food self-sufficiency.



## References

- Abdelguerfi A, Laouar M. (2000) Les ressources génétiques des blés en Algérie. Passé, présent et avenir. Symposium blé 2000 : enjeux et stratégies. 133-145. « in french ».
- Ait-Slimane-Ait-Kaki, S. (2008) Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie, Thèse de Doctorat, Université d'Annaba, Algérie. 170p. « in french ».
- Belaïd, D. (2014) Les céréales en Algérie, Produire des céréales pour 45 millions d'habitants Tome 1, Partie production de semences, Chapitre 3 : Nouveaux équipements des CCLS, 35-46. *ELivreCéréalicultureSemiArideT1.pdf* Document Adobe Acrobat [1'001.5 KB]. « in french ».
- Belaïd, D. (2016) Conduite des céréales sous pivot en Algérie, Collection Brochures Agricoles, 26p. « in french ».
- Benbrahim, F., Benslama, M., Kemassi, A., Darem, S., Hamel, I., Chikhi, F., Halilat, M.T. (2016) Evaluation de la durabilité de la céréaliculture sous pivot par l'étude de la salinisation du sol dans la région d'Ouargla. *Ciencia e Técnica Vitivícola*, **31**(5), 107-123. « in french ».
- Bencharif, A., Chaulet, C., Chehat, F., Kaci, M., Sahli, Z. (1994) Le blé, la semoule et le pain: la filière algérienne des blés depuis 1962, enjeux et perspectives, ENIAL Alger, Université de Blida, Algérie. CIHEAM-IAM. Montpellier. « in french ».
- Benniou, R., Aubry, Ch., Abbes, K (2014) Analyse des itinéraires techniques dans les exploitations agricoles céréalières en milieu semi-aride de l'est algérien. *Revue Agriculture*, **8**, 26-37
- Bendiab, N. (2012) Analyse de la conduite d'élevage bovin laitier dans la région de Sétif. Mémoire de Magister, Université de Sétif, Algérie, 122p. « in french ».
- Bessaoud, O., Pellissier, J.P., Rolland, J.P., Khechimi, W. (2019) Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie. CIHEAM-IAMM, 82p. « in french ».
- Bouammar, B. (2010) Le développement agricole dans les régions sahariennes. Etude de cas de la région d'Ouargla et de la région de Biskra (2006-2008), Thèse de doctorat, Université d'ouargla, Algérie, 293p. « in french ».
- Boulal, H., Zaghouan, O., EL Mourid, M., Rezgui, S. (2007) Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie), TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176p. « in french ».
- Boulechfar M. (2010) Les politiques publiques d'intensification de la céréaliculture dans la wilaya de Sétif: Enquête auprès des acteurs céréalières, Thèse de Magister, Université de Sétif, 82-90. « in french ».
- Bouزيد, A., Boudedja, K., Cheriet, F., Bouchetara, M., Mellal, A. (2020) Facteurs influençant l'adoption de l'innovation en agriculture en Algérie. Cas de deux cultures stratégiques : le blé dur et la pomme de terre. *Cahiers Agricultures*, **29**(15), 10p. « in french ».
- Chabi, H., Derouiche, M., Kafi, M., Khilassi, E. (1992) Estimation du taux d'utilisation du potentiel de production des terres à blé dur dans le Nord de la wilaya de Sétif, Thèse d'ingénieur, INA, *El Harrach, Algérie*, **317**p. « in french ».
- Chadouli, A. (1991) Irrigation des céréales: situation et perspectives. *Méditerranée*, **3**, 27-29. « in french ».
- Chedded, M.A. (2015) Analyse de l'impact des investissements agricoles réalisés dans le cadre du Plan National de Développement Agricole (PNDA) sur l'évolution des techniques de productions laitières, céréalières et oléicoles en Algérie : étude de cas dans la wilaya de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, *Université d'Avignon, France*, 153p. « in french ».
- Chehat, F. (2006) Les politiques céréalières en Algérie. In: Hervieu, B. (dir.). *Agri.Med, Agriculture, pêche, alimentation et développement rural durable dans la région méditerranée*. Rapport annuel, 2006, Paris, CIHEAM. 87-116. pdf [http://ciheam.org/images/CIHEAM/PDFs/Publications/Mediterra/Anciens/rapport\\_2006.pdf](http://ciheam.org/images/CIHEAM/PDFs/Publications/Mediterra/Anciens/rapport_2006.pdf). « in french ».
- Chehat, F. (2007) Analyse macroéconomique des filières, la filière blés en Algérie. Projet PAMLIM « Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation » Alger, 7-9 avril 2007. « in french ».
- Djermoun, A. (2009) La production céréalière en

- Algérie: les principales caractéristiques, *Revue Nature et Technologie*, 01, 45- 53. [www.univ-chlef.dz/RevueNatec/art\\_01\\_05.pdf](http://www.univ-chlef.dz/RevueNatec/art_01_05.pdf). « in french ».
- Djermoun, A. (2018) Le développement de la filière céréalière en Algérie : une forte dépendance des blés, *Revue Des économies nord Africaines*, **14**(18), 19-26. « in french ».
- Doumandji-Mitiche, B., Doumandji, S.E., Chebli, A., Abdouali, R., Kourim, M.A., Sid-Amar, A., Doumandji, S. (2014) Biodiversité orthoptérologique dans quelques stations du Sahara Algerien (Biskra, Adrar, Djanet Et Tamanrasset). Dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier, 22 et 23 Octobre 2014, 8p. « in french ».
- DSA (2018) Données statistiques, Direction des services agricoles, Wilaya de Biskra : Algérie.
- FAO (2014) Mécanisation agricole home, [10/08/2021], <http://www.fao.org/agriculture/crops/plan-thematique-du-site/theme/spi/mecanisation-agricole/mecanisation-agricole-home/fr/>. « in french ».
- Feliachi, K. (2000) Programme de développement de la céréaliculture en Algérie, ITGC, El- Harrach: Actes du premier Symposium International sur la filière Blé 2000 : *Enjeux et Stratégies*, Alger, 7-9 février 2000, 21-27. « in french ».
- Filali-Boubrahmi, A.W. (1991) Irrigation de complément des céréales: une méthode d'analyse, cas de la région de Meknes, Maroc. *Médit.*, **1**(2), 24-29. « in french ».
- Hamrelaine, M., Mekliche, A., Laaboudi, A. (2021) Cartographie de superficies irriguées et l'estimation de rendement de la culture du maïs par l'imagerie satellitaire en utilisant l'indice de végétation dans les zones arides, *Algerian J. Env. Sc. Technology*, **7**(1), 1739-1749. « in french ».
- Harold, M., Tabo, R. (2015) Les cultures céréalières: riz, maïs, millet, sorgho et blé, Document de référence, Centre international de conférence Abdou Diouf, Dakar, Sénégal. Un plan d'action pour la transformation de l'agriculture africaine, 38p. « in french ».
- Hattab, M., Gaouar, A. (2016) Évaluation des moyens de production céréalière dans la région d'El Gor – wilaya de Tlemcen. *Revue Agriculture*, **11**, 37-43. « in french ».
- Hervieu, B., Capone, R., Abis, S. (2006) The challenge posed by the cereals sector in the Mediterranean. *Ciheam Analytical Note*, **9**, 14.
- ITDAS. (2018) Besoins en engrais des céréales pour la région de Biskra, Rapport technique de l'Institut technique de développement de l'Agriculture saharienne de la Wilaya de Biskra.
- Jouve, A.M., Kheffache, Y., Belghazi, S. (1995) La filière des céréales dans les pays du Maghreb: constante des enjeux, évolution des politiques. *CIHEAM, Montpellier*, 169 -192. « in french ».
- Karkour, L. (2012) La dynamique des mauvaises herbes sous l'effet des pratiques culturales dans la zone des plaines intérieures, Mémoire de Magister, Université de Sétif, Algérie, 103p. « in french ».
- Kellil, H. (2010) Contribution à l'étude du complexe entomologique des céréales dans la région des hautes plaines de l'Est algérien, Mémoire de Magister, Université de Batna, Algérie, 188p. « in french ».
- Kellou, R. (2008) Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pole de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des coopératives Sud Céréales, Groupe coopératif Occitan et Aude coop, Serie « Master of Science » n° 93, CIHEAM – IAMM, 160p. « in french ».
- Khechai, S. (2001) Contribution à l'étude du comportement hydro physiques des soles des périmètres de ITDAS, plaine de l'Outaya. Mémoire de Magister, Université de Batna, Algérie, 223p. « in french ».
- Kheyar, M.O., Bouguerra, Y., Nourani, A. (2010) Etude des possibilités d'introduction du semis direct en zones steppiques, Conférence, Séminaire Internationale sur La Préservation et la Mise en valeur de l'Ecosystème Steppique, January 2010, 9p. DOI: 10.13140/2.1.2894.1120. « in french ».
- Lazarev, G. (1989) Le potentiel céréalière des pays du Maghreb et l'ajustement à la demande, Communication au séminaire, Les Politiques Céréalières du Maghreb et de l'Égypte, INRA/CIHEAM-IAM, Montpellier, mai 1989. « in french ».

- Masmoudi, A. (2012) Problèmes de la salinité liés à l'irrigation dans la région Saharienne : Cas des Oasis des Ziban, Thèse de Doctorat, Université de Biskra, 139p. « in french ».
- Mebdoua, S. (2017) Recherche des résidus de pesticides dans quelques cultures stratégiques en Algérie, Thèse de Doctorat, École Nationale Supérieure Agronomique, Algérie, 143p. « in french ».
- Moulai, A. (2008) Suivi de la stratégie méditerranéenne pour le développement durable. Développement agricole et rural. Etude nationale Algérie, 1, Plan bleu, centre d'Activité Régionales, *Sophia Antipolis*, 44p. « in french ».
- Otmane, T., Kouzmine, Y. (2013) « Bilan spatialisé de la mise en valeur agricole au Sahara algérien », *Cybergeo: European Journal of Geography* [En ligne], Espace, Société, Territoire, document 632, mis en ligne le 19 février 2013, consulté le 10 août 2022. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/25732>, DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeo.25732>. « in french ».
- Rastoin, J.L., Benabderrazik, E.H. (2014) Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb. Pour un co-développement de filières territorialisées. Chapitre 1 Algérie. Institut de prospective économique du monde Méditerranéen, Site web:[http://www.ipemed.coop/adminIpemed/media/fich\\_article/1404979543\\_IPEMED%20%20C%C3%A9r%C3%A9ales%20et%20ol%C3%A9oprot%C3%A9agineux%20au%20Maghreb.pdf](http://www.ipemed.coop/adminIpemed/media/fich_article/1404979543_IPEMED%20%20C%C3%A9r%C3%A9ales%20et%20ol%C3%A9oprot%C3%A9agineux%20au%20Maghreb.pdf), 30p. « in french ».
- Sedrati, N. (2011) Origines et caractéristiques physico-chimiques des eaux de la Wilaya de Biskra-Sud Est Algérien, Thèse de doctorat, Université d' Annaba, Algérie, 252p. « in french ».
- Selmi, R. (2000) Fin du mythe de l'autosuffisance alimentaire et place aux avantages comparatifs. *Revue Afrique Agriculture*, 280, 30-32. « in french ».
- Steven, K. Th., 2012, *Simpling*, Thirdedition, Canada, Simon Fraser University, pp. 59-60.

# Résumés

## Résumé

La présente étude porte sur les pratiques phytosanitaires en céréaliculture et l'évaluation du risque d'exposition aux pesticides des ruminants nourris à base de céréales traitées et leurs sous-produits dans la région de Biskra. Elle est basée sur des enquêtes de terrain auprès de 259 agriculteurs et/ou agro-éleveurs servant aux calculs des indices de pression phytosanitaire (IFT et IPP) accompagnés d'analyses de dosage de l'activité de Butyrylcholinestérase sérique des ovins. Les résultats des enquêtes montrent que la céréaliculture demeure la principale culture pratiquée en irrigué par des eaux de forages, en association avec d'autres cultures et de l'élevage. L'extension des terres de façon non réglementaire en céréaliculture, constitue un obstacle aux agriculteurs pour l'obtention des subventions et des crédits bancaires alloués par l'État. La majorité des opérations culturales se font manuellement et l'irrigation par submersion est la méthode la plus utilisée. Toutefois, les traitements herbicides sont les plus pratiqués. Une gamme importante de matières actives était utilisée, principalement Cloquintocet-Mexyl, Clodinafop-Propargyl et les 2,4 D. Quatorze matières actives sont modérément dangereuses (II). Les pesticides sont utilisés d'une façon non contrôlée. La disponibilité de la main d'œuvre salariée et familiale non qualifiées, réduit l'efficacité globale des itinéraires techniques. Environ la moitié des enquêtés sont des agro-éleveurs, la majorité d'entre eux possèdent un troupeau mixte. En effet, la pression phytosanitaire modérée des cultures est enregistrée dans le site de Doucen. Les résultats de l'évaluation du risque d'exposition déterminée par l'activité cholinestérasique des ovins, ont révélé un effet inhibiteur de cette activité en fonction de l'intensité de pression phytosanitaire.

**Mots clés :** céréales, pesticides, ovins, enquête, pression phytosanitaire, Butyrylcholinestérase.

## **Abstract**

This study focuses on phytosanitary practices in cereal farming and risk assessment of exposure to pesticides of ruminants fed with treated cereals and their by-products in the region of Biskra. It is based on field surveys of 259 farmers and/or agro-breeders used for the calculation of phytosanitary pressure indices (IFT and PPI) accompanied by assay analyzes of the serum Butyrylcholinesterase activity of sheep. The results of the surveys show that cereal growing remains the main crop practiced irrigated by borehole water, in association with other crops and livestock. The extension of land in a non-regulatory way in cereal cultivation constitutes an obstacle to farmers in obtaining subsidies and bank loans allocated by the State. The majority of cultivation operations are done manually and flood irrigation is the most widely used method. However, herbicide treatments are the most widely practiced. A wide range of active ingredients was used, mainly Cloquintocet-Mexyl, Clodinafop-Propargyl and 2.4 D. Fourteen active ingredients are moderately dangerous (II). Pesticides are used in an uncontrolled way. The availability of unskilled salaried and family labor reduces the overall efficiency of technical itineraries. About half of the respondents are agro-pastoralists, the majority of them have a mixed herd. Indeed, moderate phytosanitary pressure from crops is recorded at the Doucen site. The results of the exposure risk assessment determined by the cholinesterase activity in sheep revealed an inhibitory effect of this activity as a function of the intensity of phytosanitary pressure.

**Key words:** cereals, pesticides, sheep, survey, phytosanitary pressure, Butyrylcholinesterase.

## ملخص

تركز هذه الدراسة على ممارسات الصحة النباتية في محاصيل الحبوب وتقييم مخاطر التعرض للمبيدات عند المجترات التي تتغذى على الحبوب المعالجة ومنتجاتها الثانوية في منطقة بسكرة. وهي تستند إلى مسوحات ميدانية لـ 259 مزارعًا و / أو مربيًا زراعيين تستخدم لحساب مؤشرات ضغط الصحة النباتية (IFT و PPI) مصحوبة بتحليل مخبرية (تحديد نشاط الانزيم Butyrylcholinesterase في مصل الأغنام). تظهر نتائج التحقيقات الميدانية أن الحبوب تظل المحصول الرئيسي الذي يسقى بمياه الآبار الارتوازية مع محاصيل اخرى وتربية الماشية. ويشكل التوسع في استغلال الأراضي بطريقة غير قانونية في إنتاج الحبوب عائق أمام حصول المزارعين على الإعانات والقروض البنكية التي تمنحها الدولة. تتم معظم العمليات الزراعية يدويًا، كما أن الري بالغمر هو الطريقة الأكثر استخدامًا. استعمال مبيدات الأعشاب هي الأكثر شيوعًا. مجموعة معتبرة من المواد الفعالة تم استعمالها أهمها: 2,4 D ,Clodinafop-Propargyl,Cloquintocet-Mexyl . أربعة عشر مادة فعالة متوسطة الخطورة (II) . تستخدم المبيدات بطريقة عشوائية. تواجد اليد العاملة الاجيرة و العائلية الغير مؤهلة تنقص من نجاعة وفعالية المسار التقني. حوالي نصف المستجوبين هم من المربين المزارعيين، ومعظمهم لديهم قطيع مختلط. تم تسجيل ضغط الصحة النباتية معتدل للمحاصيل في موقع الدوسن نتائج تقييم مخاطر التعرض للمبيدات عن طريق تحديد نشاط انزيم الكولينستراز في مصل الأغنام، أظهر تأثيرًا مثبتًا لهذا النشاط وفقًا لشدة ضغط الصحة النباتية.

**الكلمات المفتاحية:** الحبوب، المبيدات، الاغنام، تحقيق، ضغط الصحة النباتية،Butyrylcholinesterase.