



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

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة الشهيد حمّة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar - EL OUED
كلية العلوم الطبيعية والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En Vue De L'obtention Du Diplôme De Master Académique En Sciences

Biologiques

Spécialité : Toxicologie

THEME

La relation entre le système de stockage (la pomme de terre et le blé) avec les mycotoxines et les pesticides et la santé humaine

Présenté Par :

✚ BEN MESBAH Lazhar
✚ BELLAKHDAR Isra
✚ HAICHA Sabah
✚ FERHAT HEMIDA Choukri

Devant le jury composé de :

Présidente	MAA	Dr. Kiram Abdelrazak	Université d'El Oued.
Examinatrice	MAA	M ^d Bekkouche Amel	Université d'El Oued.
Promoteur	MAA	M ^r . Boukhari Dallal	Université d'El Oued.

Année universitaire: 2022/2023



Remerciements

Tout d'abord, je remercie Allah, le clément et le miséricordieux de m'avoir donné la santé et la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Je voudrais exprimer mes remerciements à mon encadreur BEKKOUCHE Amal, pour ses orientations et ses conseils qu'elle a su me prodiguer durant l'évolution de nos projet.

Aussi nous remercions tout les membres du jury, pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'évaluer ce travail.

Nos remerciements pour les professeurs qui ont contribué à nos formation. Nos vifs remerciements sont adressés également à toutes les personnes qui ont concouru de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Notamment les agriculteurs et les responsables de stockage et les ingenieurs de agricole

Merci



الاهداء

انتمى الحكاية، ورفعت قبعتي مودعاً للسنين التي مضت، فالحمد والشكر لله عز وجل على توفيقه وامتنانه.

اهدي تخرجي ونجاحي إلى أول من علماني حروف المباء إلى أمي وأبي، إلى بحر الحب والحنان والنض الساكن في عروقي **أمي الحنونة** والذي علمني معاني الأبوة والذي نور طريقي نحو المستقبل والذي رعاي وكبرني

أبي العزيز..

كما اهدي هذا العمل إلى النجوم التي تلمع في الليالي الظلماء **اخوتي**، وإلى اخوتي التي لم تلدهم أمي ولكن ولدتهم لي الأيام **أبناء عمي** الذين ساندوني في أصعب أوقاتي. ولا أنسى أبدا **أختي الكبيرة** التي كانت لي أم وأخت وسند ومعلمة على تحقيق أهدافي وإلى شعبة حياتي وسر وجودي إلى من رحلت عن دنيتي ولم ترحل من قلبي تلك التي لطالما تمنيت أن تكون موجودة في هذا اليوم **جدتي رحمة الله**. أنا بفضلكم أقف في هذا الموقف الجميل،

شكراً لكل **أصدقائي** الذين هم عائلتي الثانية التي قدمت لي الحياة، أقدم كل تحياتي المخلصة إلى **الاختين والزميلتين "صباح" و "إسراء"** الذي وقفنا مع بعض من بداية المشوار إلى نهايته وإلى كل **أستاذنا أو أستاذة** وإلى **الدكاترة في الجامعة** وإلى من وقفوا معي إلى نهاية مسيرتي الدراسية التي دامت 5 سنوات ولا ينبغي أن أنسى أستاذتي المشرفة **"كوش أمال"** التي كانت عوناً وسنداً لي في إنجاز هذه المهمة الصعبة والوصول إلى الهدف.



LAZHAR

الاهداء

بادئ ذي بدء نحمد الله سبحانه وتعالى الذي منى علينا وأمدنا بالقوة والإرادة لإتمام هذا العمل، وامتنالاً لقول رسول الله صلى الله عليه وسلم " من لم يشكر الناس لم يشكر الله ". فأهدي ثمرة جهدي إلى:

إلى ملائكي في الحياة، إلى معني الحب والحنان و التفاني، إلى بسمه الحياة وسر وجودي إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جواحي، إلى من تقف الحروف حاجزة عن وصفها إلى "أمي الحبيبة.."

إلى الذي عمل وكد وجد في سبيلي وعلمني معنى الكفاح وأوصلني إلى ما أنا عليه، إلى من علله الله بالصبر والوقار، إلى من أحمل اسمه بكل افتخار، إلى الذي أفتخر أنني ابنه، إليك "والدي العزيز..."

إلى كتنفي الثابت وأخي الأحب **زياد** وإلى سدي في الحياة أختي **علي** و **وليد** و ممد. إلى نصف الثاني و**كمال** روعي أختي **وحيدة وإيمان وعبير**. وإلى أعمامي وولاتي وأخوالي وإلى جدتي شفاها الله وأطال في عمرها: عائشة زغوان.

وإلى أعمز صديقة والأقرب لقلبي **رانيا عويني** وإلى صديقة الطفولة **جمال معلول** وإلى من شاركوني في هذا العمل "هايشة صباح" و"بن صباح لزهرة" وإلى كل من لهم مكان في قلبي ولم يتسنى لي شكرهم.



ISRA

الاهداء

بسم الله والحمد والشكر لله سدي وملاذي عند كل الصعاب من وفقتني لأقنع هذا اليوم وأستحضر مقولة مشوار الألف ميل يبدأ بخطوة ها أنا عند تلك الخطوة الأخيرة وانتمى الألف ميل التي كانت تبدو لي صعبة عند أول الدرب.

عند هذه النقطة بالتحديد أول من أتذكره **والدتي** بطالتي وسدي من علمتني كيف أحيا ومن صنع مني الأنا التي جعلتني فخورة أنني أنتمي إليهما إلى من علمتني كيف ارتقي سلم الحياة أهدىها ثمرة تعبى هذا **والدي العزيز**.

أخي الوحيد يوسف وأخواته الغاليات **حبرين حنان ونعيمة** أهدىهم نجاحي هذا إلى جميع أحفاد العائلة. و عائلتي الموسعة. خالص الشكر لأستاذة المشرفة **أمال بكوش** حفظها الله وأسعدها التي دعمتنا لإتمام هذه العمل. وكل من علمني حرفا يوما.

إلى أستاذتي **فتيحة سويد** و رفيقة دربي **رونق غبري**

إلى زملائي في العمل والتعب **إسراء ولزهر** بارك الله لهما بهذا النجاح وجعله علما ينفخ به لي ولهما.



Sabah

الأهداء

الحمد والشكر لله عز وجل على فضله وتوفيقه

أما بعد، أهدي هذا الانجاز العظيم لله أولا و لوالدي ثانيا وإلى كل
العائلة الكريمة .

أشكر جميع الأساتذة والأصدقاء و الزملاء الذين ساندوني في انجاز
هذا العمل كما أوجه شكر خاص للأستاذة المشرفة التي كانت سند لنا
أنا وزملائي في انجاز هذا المشروع



Choukri

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction.....	1
I- Système de stockage des produits céréales.....	2
I-1-Généralités de blé.....	2
I-2-Morphologie	2
I-3-Composition biochimique de blé	3
I-4-Classification de blé.....	3
I-5- Différentes catégories du blé	4
I-5-1-Blé tendre.....	4
I-5-2-Blé d'hiver.....	4
I-5-3-Blé de printemps.....	4
I-5-4- Blé dur	4
I-5-5-Blé alternative.....	4
I-6-Cycle biologique:.....	5
II-Système stockage de Blé:.....	5
II-1- Méthodes de stockage.....	5
II-2-Différents Types Stockage de Blé	6
II-2-1-Stockage dans des silos souterrains.....	6
II-2-1-2-Inconvénients	6
II-2-2-Stockage en sac	6
II-2-2-1-Avantages.....	7
II-2-2-2-Les inconvénients	7
II-2-3-Stockage en vrac	7

II-2-3-1-Stockage en vrac courte durée	7
II-2-3-2-Stockage en vrac longue durée.....	7
II-2-3-2-1-Différence entre un silo en béton armé et un silo en métal.....	8
A-Silo métallique	8
A-1-Les avantages.....	8
A-2-Les inconvénients	8
II-2-4-Stockage en vrac Silos en béton armé	8
II-3-Types des silos	9
A-Couloir est réservé aux grands volumes	9
B- Tour encore peu présent en France	9
C-Taupinière reste le silo le plus économique	10
III-Généralités De Pomme De Terre	10
III-1-Origine de la pomme de terre.....	10
III-1-Comment planter des pommes de terre	10
III-2-1-Méthode de tranchée :.....	11
III-2-1-Méthode de dispersion	11
III-3-Structure du tubercule.....	11
III-3-1-Structure externe du tubercule.....	11
III-3-2-Structure interne du tubercule	12
III-4-Composition biologique du tubercule	13
III-5-Classification de la pomme de terre	13
III-6-Cycle De biologique	13
III -7- Exigences écologiques de la pomme de terre	14
III -7-1-Exigences climatiques	14
III -7-1-1-Température	14
III -7-1-2- Lumière.....	15
III -7-2-Exigences édaphique.....	15
III -7-2-1- Structure et texture du sol	15
III -7-2-2- Ph	15
III -7-2-3- Salinité.....	15

III -7-3- Exigences hydriques.....	15
III-8- Types pomme de terre	15
III-8-1-Russet (Burbank).....	16
III-8-2-Lavé blanc.....	16
III-8-3-Lavé rouge/rose	16
III-8-4-Chat (Bébé).....	16
III-8-5-Cocktails.....	16
III-8-6-Désirée	16
III-8-7-Or du Yukon	17
III-8-8-Mélange.....	17
III-8-9-Alevins.....	17
III-8-10-Kipfler	17
III-8-11-Patate douce japonaise.....	17
III-8-12-Patate douce	17
IV-Système stockage pomme de terre	18
IV-1-Options de stockage à court terme à petite échelle.....	19
IV-1-1-Stockage en fosse.....	19
IV-1-2-Chambre dans la maison	19
IV-1-3-Stockage des pinces	19
IV-1-4-Magasin en bois amélioré	19
IV-2-Amélioration du stockage ambiant des pommes de terre	19
IV-3-Gestion des conditions dans le magasin	20
IV-4-Temperature de conservation	20
Chapitre 02.....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معروفة.
I- Relation entre le stockage et les xénobiotiques	22
I-1-Moisissures	22
I-2-Structure de Moisissures.....	23
I-3-Cycle de vie	24
I-4-Conditions de vie sont nécessaires à la survie des moisissures.....	25
I-5-Différents types de moisissures	25

<i>I-5-1-Acremonium</i>	25
<i>I-5-2-Aspergillus</i>	26
<i>I-5-3-Alternaria.....</i>	26
<i>I-5-4-Penicillium</i>	27
<i>I-5-5-Stachybotrys</i>	28
<i>I-6-Facteurs de développement des moisissures.....</i>	29
<i>I-6-1-Température</i>	29
<i>I-6-2-Humidité</i>	30
<i>I-6-3-pH.....</i>	30
<i>I-6-4-Composition gazeuse (oxygénation).....</i>	30
<i>I-6-5- Arthropodes</i>	30
<i>I-6-6-Interactions</i>	31
<i>I-6-7-Proportion de grains brisés dans un lot.....</i>	31
<i>I-7-Mode de reproduction</i>	31
<i>I-7-1- Reproduction sexuée</i>	31
<i>I-7-2- Reproduction asexuée.....</i>	31
<i>I-8-Caractéristiques générales des moisissures</i>	32
<i>I-9-mycotoxicogénèse</i>	33
<i>I-10-Définition de mycotoxines</i>	33
<i>I-11-Mycotoxines d'origine alimentaire.....</i>	34
<i>I-12-Facteurs influençant la production des toxines.....</i>	34
<i>I-13-Types principaux de mycotoxines</i>	35
<i>I-13-1-Aflatoxine</i>	35
<i>I-13-2-Ochratoxine A</i>	39
<i>I-13-3-Patuline.....</i>	40
<i>I-13-4-Trichothécènes</i>	41
<i>I-13-5-Fumonisines.....</i>	42
<i>I-13-6-Zéaralénone</i>	43
<i>I-13-7-Alcaloïdes de l'ergot du seigle</i>	43

<i>I-14-Méthodes de prévention et de contrôle des mycotoxines dans les céréales et semences stockées.....</i>	45
<i>I-14-1-Sécher le grain</i>	45
<i>I-14-2-Éviter de gâcher le grain.....</i>	45
<i>I-14-3-Insectes sont une cause majeure de dégâts</i>	45
<i>I-14-4-S'assurer de bonnes conditions de stockage.....</i>	45
<i>I-15-Mycotoxinogénèse.....</i>	46
<i>I-16-Facteurs de croissance des mycotoxines fongiques.....</i>	46
<i>I-16-1-Facteurs biologiques</i>	46
<i>I-16-2-Les facteurs physiques</i>	47
<i>I-16-3-Facteurs chimiques</i>	47
<i>II-Pesticides agricoles</i>	48
<i>II-1- Définition des pesticides agricoles:</i>	49
<i>II-2- Facteurs de risque</i>	49
<i>II-3-Classements des pesticides agricoles:</i>	49
<i>II-3- 1-Insecticide</i>	50
<i>II-3-2-Classification Des insecticides :.....</i>	51
<i>II-3-2-1-insecticides basés sur l'activité:</i>	51
<i>II-3-2-2-Insecticides synthétiques.....</i>	52
<i>II-3- 2-Fongicides.....</i>	52
<i>II-3- 2-1-Raisons d'utiliser des fongicides.....</i>	53
<i>II-3- 2-2-Classification des fongicides.....</i>	53
<i>II-3- 2-3- Modalités d'application des fongicides</i>	55
<i>II-3- 3-Herbicides</i>	56
<i>II-3-3-1-Définition:</i>	56
<i>II-3-3-2-Raisons d'utiliser des herbicides</i>	56
<i>II-3-3-3-Composants de herbicide:</i>	56
<i>II-3-3-4-Fonctionne un herbicide travail:</i>	57
<i>II-3-3-5-Mode d'action</i>	57
<i>II-3-3-6-Méthodes d'application des herbicides:</i>	58

II-3-3-7Classification des herbicides	58
II-3-Conditions de utilisation des médicament Agricoles.....	59
II-2- 4-Répulsifs contre les araignées.....	60
Chapitre 03..... خطأ! الإشارة المرجعية غير معروفة.	
I-Effets des mycotoxines sur santé humaine	62
I-1-Effets Des mycotoxines sur la santé humaine	62
I-1-1- Effets des mycotoxines sur la santé humaine au niveau cellulaire.....	62
I-1-1-2-Effets Des mycotoxines sur la santé humaine au niveau organisme.....	63
I-1-1-3-Mycotoxines et moisissures productrices associées retrouvées en alimentation humaine et/ou animale.....	63
I-1-1-4-Effets identifiés ou suspectés des principales mycotoxines et mécanismes d'action cellulaires et moléculaires identifiés expérimentalement.....	64
II-Effets des pesticides sur la santé humaine	65
II-2-L'exposition aux pesticides:.....	66
II-2-1- L'exposition aux pesticides sur Peau.....	66
II-2-2- L'exposition aux pesticides sur voie respiratoire.....	66
II-2-2-Expositionorale (travailleur:).....	66
II-3-Facteurs qui influencent la sévérité	66
II-4-L'effet des pesticides sur la santé humaine.....	66
II-4-1-Intoxication aigue.....	67
II-4-2-Effetsdermatologiques:	67
II-4-3-Effets à long terme suspectés:.....	67
II-4-4-Pesticides et cancers:	67
II-4-5-Effets sur la reproduction et sur le développement.....	67
II-4-7-Effets sur le système immunitaire	68
II-4-8-Effets sur le système endocrinien.....	68
II-5-Symptômes d'empoisonnement aux pesticides	69
II-6-Mesures prises en cas d'empoisonnement aux pesticides.....	69
II-7-Précautions avant d'utiliser des pesticides.....	70
II-8-Précautions à prendre lors de l'utilisation de pesticides	70

<i>II-9-Précautions à prendre après l'utilisation de pesticides</i>	<i>70</i>
<i>II-10-Règles générales de sécurité pour le stockage des pesticides</i>	<i>71</i>

Partie expérimentale

Chapitre 01

<i>I-problématique.....</i>	<i>74</i>
<i>1-Formulaire d'enquête</i>	<i>76</i>
<i>1-2- Déroulement de l'enquête</i>	<i>76</i>
<i>1-3- Analyse statistique des résultats..... خطأ! الإشارة المرجعية غير معروفة.</i>	
<i>I-4-Matériel et méthodes.....</i>	<i>78</i>
<i>I-5-Matériels humaine</i>	<i>78</i>
<i>I-6-période d'étude</i>	<i>78</i>
<i>I-7-Sites d'études</i>	<i>78</i>
<i>I-8-Climat des zones d'études</i>	<i>78</i>

Chapitre 02

<i>II- Résultats et discussion.....</i>	<i>80</i>
<i>II-1-Blé</i>	<i>82</i>
<i>II-1-1-Agricultures.....</i>	<i>82</i>
<i>II-1-2-Responsable des stockage de blé.....</i>	<i>84</i>
<i>II-1-3-Ingenieurs</i>	<i>86</i>
<i>II-2-Pomme de terre.....</i>	<i>88</i>
<i>II-2-1-Agricultures.....</i>	<i>88</i>
<i>II-2-2-Responsable des stockage de pomme de terre.....</i>	<i>92</i>
<i>II-2-3-Ingénieurs</i>	<i>97</i>
Conclusion	102
Références.....	104
Les annexes.....	110

Listes des figures

Nombre	Titre	page
Figure 01	Coupe d'un grain de blé .	3
Figure 02	Structure interne et externe du tubercule.	12
Figure 03	composition biologique d'un tube tubercule de pomme de terre	13
Figure 04	Développement de la pomme de terre.	14
Figure 05	Stockage pommes de terre.	19
Figure 06	Structure de Moisissures.	24
Figure 07	Structure de Moisissures.	24
Figure 08	Cycle de vie des moisissures.	25
Figure 09	Acremoniumstrictum.	27
Figure 10	Aspergillus fumigatus.	28
Figure 11	Alternariaalternata.	29
Figure 12	Penicillium chrysogenum.	30
Figure13	Stachybotryschartarum.	31
Figure 14	Reproduction asexuée et sexuée d'une moisissure.	33
Figure 15	structure Mycotoxines de .	35
Figure 16	structure Mycotoxines de stockage .	35
Figure 17	Structure et Les principales Aflatoxines.	38
Figure 18	Structures chimiques des Ochratoxines.	42
Figure 19	Structure de la patuline.	43
Figure 20	Structure du trichothécènes	43
Figure 21	Structure de la fumonisine B1.	44
Figure 20	Structure chimique de la zéaralénone.	45
Figure 23	Structures chimiques de quelques alcaloïdes de l'ergot.	46
Figure 24	Traiter les plantes avec des pesticides.	51
Figure 25	La proportion d'agriculteurs qui cultivent du blé à chaque saison et qui changent de produit.	80
Figure 26	Pourcentage de semences locales et importées.	80
Figure 27	L'incidence des symptômes	81
Figure 28	Le pourcentage de différence de température pendant le stockage	81
Figure 29	Le pourcentage de ceux qui suivent ou non un système de stockage spécial	82
Figure 30	Pourcentage de ceux qui stockent moins de deux mois et plus de deux mois	83
Figure 31	Relation de stockage avec la saison	83
Figure 32	Relation de contrôle de gestion pendant la période de stockage	84
Figure 33	Pourcentage de personnes qui reçoivent des conseils sur le type de médicament et son utilisation, et qui refusent	84
Figure 34	Pourcentage de respect de la période d' utilisation des	85

	médicaments.	
Figure 35	Pourcentage d'utilisation des médicaments pour curatifs ou pour préventifs et curatifs ensemble.	85
Figure 36	proportion de personnes qui cultivent des pommes de terre à chaque saison et qui changent.	87
Figure 37	Pourcentage de semences importées et de semences locales	87
Figure 38	L'incidence des symptômes.	88
Figure 39	Pourcentage d'agriculteurs qui utilisent les mêmes médicaments et ceux qui utilisent des médicaments différents	88
Figure 40	Pourcentage d'agriculteurs qui respectent la période d'application du médicament sur les pommes de terre	89
Figure 41	Pourcentage d'agriculteurs qui respectent le délai requis après l'application du médicament aux pommes de terre	89
Figure 42	Pourcentage d'agriculteurs qui utilisent le même médicament plus d'une fois	90
Figure 43	Pourcentage d'agriculteurs qui dirigent les pommes de terre vers la consommation avant la fin de la période requise après l'application du médicament	90
Figure 44	Pourcentage de ceux qui traitent et de ceux qui ne traitent pas le sol avant de planter des pommes de terre	91
Figure 45	Pourcentage de pommes de terre stockées (locales ou importées)	92
Figure 46	Différence entre la température pendant le stockage	92
Figure 47	persentage qui utilise une chambre de stockage privé de pommes de terre et qui utilisant des chambres partagées avec d'autres produits	93
Figure 48	persentage qui suivent un protocole spécifique ou non.	93
Figure 49	persentage qui suivent un motif spécifique dans le nettoyage de la salle de stockage	94
Figure 50	persentage affecte d'humidité sur affecte les pommes de terre.	94
Figure 51	persentage de respecter a Les mesures pour protéger les pommes de terre	95
Figure 52	Pourcentage de ceux qui stockent moins de deux mois et plus de deux mois.	95
Figure 53	persontage la relation de durée de stockage avec les saisons	96
Figure 54	persntage sont traités avant de stocker des pommes de terre	96
Figure 55	Les responsables de stockage Ils ont une surveillance éteinte de la salle de stockage et Ils n'ont aucun contrôle	97
Figure 56	persontage respecte la période de survie	97
Figure 57	persontage des ingénieurs qui respecte des conseils	98
Figure 58	persontage nouveaux médicaments	99
Figure 59	une période spécifique d'utilisation du médicament	99

Figure 60	personnage les médicaments préventifs et curatifs ensemble ou préventifs uniquement	<i>100</i>
Figure 61	utilisent des médicaments dans les étapes de références	<i>100</i>

Liste des Tableaux

<i>Nombre</i>	<i>Titre</i>	<i>page</i>
<i>Tableau 01:</i>	<i>Composition biochimique du grain de blé.</i>	<i>3</i>
<i>Tableau 02 :</i>	<i>Durée de stockage et Température de conservation.</i>	<i>21</i>
<i>Tableau 03 :</i>	<i>Effets Des mycotoxines Au niveau cellulaire.</i>	<i>63</i>
<i>Tableau 04:</i>	<i>Mycotoxines et moisissures productrices.</i>	<i>65</i>
<i>Tableau 05:</i>	<i>les toxique et a son effets et mécanismes d'action cellulaires et moléculaires</i>	<i>66</i>

Résumé

Le stockage est un bon moyen de préserver et de prévenir les dommages alimentaires ou la corruption, et la plupart des sociétés dans tous les pays du monde utilisent des moyens de stockage et de conservation des aliments pendant plusieurs années afin de prolonger sa vie et sa durée de vie spécifique, les gens l'utilisent de nombreux moyens et méthodes de conservation des aliments, y compris ceux qui ne sont plus utilisés, dont certains sont encore utilisés aujourd'hui, les anciennes méthodes ont aidé à développer des méthodes de stockage et des techniques modernes. L'objectif de cette étude est de se familiariser avec le système de stockage et d'analyser les abus qui se produisent à son niveau; Pour le blé et les pommes de terre. qui sont considéré comme l'un des produits agricoles les plus consommés dans la vie quotidienne, ainsi que l'étude de la relation de ces abus avec l'apparition de mycotoxines, dont certains sont dangereux pour la mort. Nous avons également étudié la relation entre l'usage de pesticides à ces produits, pendant la phase de culture, et leur impact sur la santé des consommateurs. après analyse des résultats obtenus à partir d'un certain nombre de questionnaires jusqu'à 67 questionnaires divisés en 3 secteurs (agriculteurs, stockeurs, ingénieurs agricoles) Après avoir été traités avec des spss et comparés avec aux valeurs globalement autorisées, ces résultats indiquent qu'il y a plusieurs irrégularités qui se produisent au niveau du secteur agricoles pendant l'usage des pesticides aux transplantations, y compris le manque de respect pour la période de sécurité et d'exposition, et la manipulation continue des pesticides. Non-respect des doses techniques spécifiées par les ingénieurs ainsi que du nombre de fois d'utilisation et du protocole d'utilisation de la maison lors de l'utilisation de ces pesticides pour obtenir les résultats souhaités. D'après les résultats de cette étude, nous avons également trouvé plusieurs excès qui obtiennent le niveau d'entreposage, y compris le manque de respect pour l'humidité, le manque d'intérêt pour la propreté des salles d'entreposage, la présence de certains insectes dans les salles d'entreposage, poussière et saleté, et plusieurs autres abus que nous allons mentionner dans ce travail. Cela confirme l'inévitabilité de l'aspect négatif de l'utilisation des pesticides et vous confirmez tous la présence de mycotoxines qui doivent être présentes à l'origine dans leur alimentation quotidienne, mais cette étude a confirmé leur existence dans des proportions supérieures à la santé autorisée, ce qui signifie confirmer leur impact pathologique sur la santé humaine et ce que nous avons mentionné à la fin de ce travail.

Les mots clés : Le stockage, Le blé ,La pomme de terre · Les mycotoxines · Les ingénieurs
· Les agriculteur , Les silos , Le champs · Les fongicides ,Les herbicides

Abstract

Storage is a good way to preserve and prevent food damage or corruption, and most societies in all countries of the world use ways and means of storing and preserving food for several years in order to extend its life and specific shelf life, people use it. Many different ways and methods of preserving food, including what is no longer in use, some of which are still in use today, have helped old methods in developing storage methods and modern technology. The objective of this study is to familiarize itself with the storage system and to analyse abuses occurring at its level; For wheat and potatoes. which is considered one of the most consumed peasant products in daily life, as well as the study of the relationship of such abuses to the appearance of mycotoxins, some of which are dangerous to death. We have also studied the relationship of the application of pesticides to these products, during the cultivation phase, and their impact on consumers' health. After analysing the results obtained from a number of questionnaires up to 67 questionnaires divided into 3 sectors (Sector peasants, storers, agricultural engineers) After being treated with **spss** and compared with globally authorized values, these results indicate that there are several irregularities that occur at the level of the peasant sector during the application of pesticides to transplants, including lack of respect for the period of safety and exposure, and continuous handling of pesticides. Failure to respect the technical doses specified by the engineers as well as the number of times of use and the protocol for use of the house during the use of these pesticides to obtain the desired results. Also from the results of this study we found several excesses that get the level of storage range, including lack of respect for humidity, lack of interest in the cleanliness of storage rooms, the presence of some insects inside storage rooms, dust and dirt, and several other abuses that we will mention in this work. This confirms the inevitability of the negative aspect of the use of pesticides and all of you confirm the presence of mycotoxins that originally have to be present in their daily diet, but this study confirmed their existence in proportions beyond authorized health, which means confirming their pathological impact on human health and what we mentioned at the end of this work.

Key words : Stockage,ble , pomme de terre, mycotoxines , ingénieurs, agriculteurs ,silos ,champs,fongicides,herbicides

الملخص

يعد التّخزين طريقة جيّدة للحفاظ على المواد الغذائية ومنع تلفها أو فسادها ، ومعظم المجتمعات في جميع دول العالم تستخدم طرقًا ووسائل لتخزين الطعام وحفظه لعدة سنوات من أجل إطالة عمره ومدة صلاحيته المحددة ، يستخدم الأشخاص. العديد من الطرق والأساليب المختلفة للحفاظ على الطعام ، بما في ذلك ما لم يعد قيد الاستخدام ، وبعضها لا يزال قيد الاستخدام حتى اليوم ، وقد ساعدت الأساليب القديمة في تطوير طرق التّخزين والتكنولوجيا الحديثة . الهدف من هذه الدراسة هو التعريف بنظام التخزين ، و تحليل التجاوزات التي تحدث على مستواه ؛ بالنسبة القمح والبطاطا . والتي تعتبر من أكثر المنتجات الفلاحية استهلاكاً في الحياة اليومية، وكذلك دراسة علاقة هذه التجاوزات بظهور السموم الفطرية والتي تصل خطورة البعض منها إلى الموت . كما درسنا أيضاً علاقة تطبيق المبيدات بهذه المنتجات ، خلال مرحلة الزراعة ، وتأثيرها على صحة المستهلكين. حيث بعد تحليل النتائج المتحصل عليها من عدد من الاستبيانات يصل إلى 79 استبيان مقسمين على 3 قطاعات (قطاع الفلاحين ، المخزنين ، مهندسي الفلاحة) وبعد معالجتها بنظام ال **spss** ومقارنتها مع القيم المصرح بها عالمياً أشارت هذه النتائج إلى أنّ هناك عدّة مخالفات تحصل على مستوى القطاع الفلاحي خلال تطبيق المبيدات على الزّرع نذكر منها عدم احترام فترة الامان و التّعرض ، و التّعامل المستمر مع المبيدات . عدم احترام الجرعات التّقنية المحددة من طرف المهندسين وكذلك عدم احترام عدد مرات استعمال الدّواء و بروتوكول استخدامه خلال استعمال هذه المبيدات للحصول على النتائج المرغوبة . كذلك من نتائج هذه الدراسة وجدنا عدّة تجاوزات تحصل على مستوى نطاق التّخزين ونذكر منها عدم احترام درجة الرطوبة وعدم الإهتمام بنظافة غرف التخزين وجود بعض الحشرات داخل غرف التخزين والغبار والأوساخ وعدة تجاوزات أخرى سنذكرها في هذا العمل . هذا يؤكد حتمية الجانب السلبي لاستخدام المبيدات و كلك يؤكد وجود السّموم الفطرية التي في الأصل لابد من وجودها في غذائها اليومي ولكن هذه الدّراسة أكدت وجودها بنسب تتجاوز المصرح بها صحياً ما يعني تأكيد تأثيرها الممرض على صحة الإنسان و التي ذكرناه في آخر هذا العمل .

الكلمات المفتاحية : التخزين، القمح، البطاطا، السموم الفطرية، المهندسين الزراعيين، المزارعين، الصوامع ، الحقل، مضاد الفطريات، مضاد الاعشاب

Introduction

Introduction

Système de stockage est un bon moyen de conserver les aliments et d'éviter leur détérioration ou leur perte, et la plupart des sociétés de tous les pays du monde utilisent des méthodes et des moyens pour conserver les aliments pendant plusieurs années afin de prolonger leur durée et leur durée de vie spécifiée. Il est une des étapes importantes pour préserver l'originalité du produit, qui consiste à préserver au maximum les qualités originelles des grains et des graines. Les pertes sont principalement dues aux insectes, rongeurs, moisissures et bactéries. Certaines conditions physiques, notamment la teneur en eau, l'humidité relative et la température, peuvent entraîner des pertes qualitatives dues à la détérioration de la qualité des denrées stockées (sidyba, 1999).

Préserver le stockage des denrées alimentaires, des céréales et d'autres choses nécessaires appliqué par tous les pays de peur de tomber dans des crises, mais le système de stockage diffère d'un pays à l'autre et d'une personne à l'autre dans la durée du stockage et d'autres facteurs, Le stockage est essentiel à la sécurité alimentaire de tout pays parce qu'il assure la sécurité alimentaire en cas de crise, Mais les produits stockés peuvent être menacés par des insectes, des rongeurs, des oiseaux et d'autres ravageurs. Les produits peuvent également être endommagés par une moisissures et par des champignons ou des bactéries. Les pertes pendant le stockage peuvent être qualitative ou quantitatives. La perte de poids du produit due aux rongeurs, la perte de quantité et d'odeur, lors du broyage, ou de la qualité de la cuisson, est due à une infection fongique, entraîne une perte de qualité du produit. et ses produits est l'une des techniques les plus importantes pour les protéger de la détérioration, et le stockage des grains pendant un certain temps après leur production est un must jusqu'à ce qu'ils soient consommés ou exportés (Al-Khoury, 2016).

Les mycotoxines sont des polluants chimiques naturels qui sont produits dans les aliments et qui ont un réel potentiel toxique et un pouvoir pouvant entraîner des effets nocifs sur la santé humaine et animale (Mahnine, 2017). Une fois introduit même à faible concentration. Parmi les mycotoxines les plus redoutables figurent les « aflatoxines » qui se développent sur une variété de denrées alimentaires (Binder et Krska, 2012)

Les pesticides sont intentionnellement appliqués sur l'environnement dans le but principal de tuer l'organisme cible. Cependant, il n'est pas sans effet surtout les autres organismes non ciblés, y compris les humains, par contamination de l'eau, de l'air, du sol et des aliments; Ils ont des conséquences humaine néfastes et environnementales, et la raison

évidente est l'utilisation inconsidérée des pesticides ou le manque d'expertise scientifique des agriculteurs (Marie, 2007).

Notre objectifs dans cette étude vise à analyser les abus qui se produisent au sein du système de stockage du blé et de la pomme de terre et leur relation avec l'émergence de mycotoxines, ainsi que les abus qui se produisent lors de l'application de pesticides en agriculture et leur impact sur la santé humaine. Quelle est la relation entre le système de stockage et les mycotoxines, et quelle est la relation entre les pesticides et les mycotoxines et la santé humaine ?

Partie
Bibliographique

Chapitre I

I-Système de stockage des produits céréales

I-1-Généralités de blé

Les premiers indices d'une agriculture du blé apparaissent depuis 11000 ans, au Moyen orient dans le (croissant fertile), situé au sud de l'Anatolie et au nord du la Syrie. Les blés ont d'abord évolué en dehors de l'intervention humaine. puis sous la pression de sélection qu'ont exercée les premiers agriculteurs (Henry H et De Buyser J., 2001).

I-2-Morphologie

Le blé tendre dont le nom scientifique est *Triticumaestivum* L, fait partie de la tribu des Triticées et la famille des Graminée.C'est une plante annuelle aux racines adventives et une tige creuse, formée d'entrenœuds, séparées par des nœuds, zones méristématiques à partir desquelles s'allongent les entrenœuds et se différencient les feuilles. Chaque nœud est le point d'attache d'une feuille. La hauteur de la tige varie selon les variétés, et les conditions de culture, elle varie de 90 Cm à 150 Cm. Les feuilles sont des nervures parallèles et sont terminées en pointe. Elles sont formées de deux parties, une partie inférieure entourant la tige, appelée la gaine et une partie supérieure en forme de lame, appelée le limbe qui possède à sa base deux prolongements arqués glabre, embrassant plus ou moins complètement la tige : les oreillettes ou stipules.

L'Appareil reproducteur est une inflorescence indéfinie qui termine l'appareil végétatif. L'unité morphologique de base de l'épi est l'épillet. L'ensemble des épillets est inclus dans deux bractées ou glumes (inférieure et supérieure). Le nombre de fleurs fertiles par épillet varie de 2 à 4 et peut être plus(Galas A et Bannerot H.,1992).Le grain est un fruit sec et indéhiscence avec une forme ovoïde, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments Sur la face ventrale un sillon qui s'étend sur toute la longueur. Il est obtenu après le battage. A la base dorsale du grain, se trouve le germe qui est surmonté par une brosse sur la partie supérieure du grain de blé. Ce dernier entre 5 et 7 mm de long, et entre 2,5 et 3,5 mm d'épaisseur, pour un poids compris entre 20 et 50 mg(Fareh., 2020).

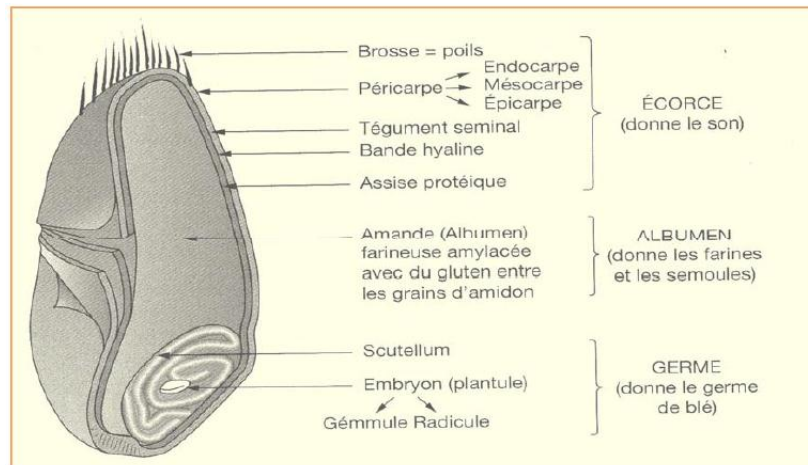


Figure 1: coupe d'un grain de blé (Fredot., 2009).

I-3-Composition biochimique de blé

Le blé est l'un des produits les plus utilisés et consommés. Ses composants biochimiques sont les suivants (Feillet., 2000).

Tableau1 : Composition biochimique du grain de blé

Composants biochimiques	Teneur(%)
Protéines	10-15
Amidon	67-71
Pentosanes	8-10
Cellulose	2-4
Sucre libre	2-3
Matières minérales	1.5 - 2.5

I-4-Classification de blé

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Super division	Spermatophyta
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Sous-classe	Commelinidae

Ordre	<i>Cyperales</i>
Sous-classe	<i>Commelinidae</i>
Ordre	<i>Cyperales</i>
Famille	<i>Poaceae</i>
Genre	<i>Triticum L</i>
Espèce	<i>Triticum durum Desf</i> (Guissouss .,2015).

I-5-Différentes catégories du blé

Le blé a été classé selon la période de culture en trois catégories (Souilah.,2005) :

I-5-1-Blé tendre

Le blé tendre (*Triticum aestivum*), ou blé panifiable, est de loin de plus cultivé. Il se caractérise par une forte teneur en protéines et en gluten, et par un albumen de texture plus ou moins dure (Fareh.,2020).

I-5-2-Blé d'hiver

Le cycle de développement varie de neuf à onze mois. S'implantent en automne et caractérisent les régions Méditerranéennes et tempérées. Ces blés subissent une vernalisation pendant des semaines à des températures de 1 à 5 °C, pour passer du stade végétatif au stade reproducteur (ne peuvent épiquer qu'après avoir été soumis au froid) (Fareh.,2020).

I-5-3-Blé de printemps

Le cycle de croissance est de trois à six mois. Il ne peut pas survivre à de très basses températures. Leur épiaison ne dépend que de l'allongement de la durée du jour (Fareh.,2020).

I-5-4- Blé dur

C'est le blé ayant des épis qui possèdent de longues pointes appelées « barbe » et il est parfois nommé « barbu ». Ces grains sont durs à broyer, il est utilisé pour la fabrication de la semoule et des pâtes (Fareh.,2020).

I-5-5-Blé alternative

Cette catégorie de blé est intermédiaire, sur le plan tolérance au froid, entre les blés d'hiver et du blé printemps. Il existe de nombreuses variétés de blé dans le monde, mais de manière générale, sont toutes divisés en deux types selon la texture tendre ou dure de l'albumen (Fareh.,2020).

I-6-Cyclebiologique

Le blé possède un cycle biologique annulé réparti en périodes végétatives et reproductrice. Des chercheurs considèrent la maturation comme une troisième période. Le cycle végétatif accompli en trois grandes périodes et s'étend de la germination jusqu'à la fin du tallage. La période reproductrice, s'étend du redressement à la fécondation. Elle apparaît au cours du tallage et regroupe la formation de l'ébauche de l'épi, l'initiation florale (montaison – gonflement) et la méiose – fécondation (Soltner.,2005). La troisième période est caractérisée par la formation et maturation des graines, elle est repérée de la fécondation à la maturation complète du grain.(Gautier .,1991etBoieldieu.,1999)

II-Système stockage de Blé

Le but de toute installation de stockage de céréales est d'empêcher la perte de céréales due aux conditions météorologiques, à l'humidité, aux rongeurs, aux oiseaux, aux insectes et aux micro-organismes. Les installations de stockage du riz prennent de nombreuses formes en fonction de la quantité de grain à stocker. En général, il est recommandé que le grain soit stocké à des fins alimentaires sous forme de grain plutôt que sous forme broyée, car il fournit la coque pour assurer la protection contre les insectes et aide à prévenir la détérioration du riz. qualité. Cependant, lorsqu'une grande quantité de céréales peut être stockée comme du blé ou des pommes de terre par exemple, dans ce cas, nous avons besoin de plus de capacités afin de stocker une plus grande quantité(IRRI., 2013).

II-1- Méthodes de stockage

Une masse de blé représente un milieu hétérogène constitué de petits grains entre lesquels il existe un volume d'air interstitiel très important qui correspond à environ 40% du volume total apparent. Cet espace entre les grains permet d'insuffler de l'air ou du gaz à travers la masse et d'intervenir dans la composition de l'atmosphère interstitielle.

Il existe deux méthodes usuelles de stockage du grain: le transilage et l'atmosphère renouvelée. La méthode par transilage consiste à déplacer le produit en transbordant le grain d'une cellule pleine vers une cellule vide ou de cellule à cellule autant de fois qu'il est nécessaire pour abaisser la température et pour maintenir le taux relatif d'humidité sécuritaire du grain entre 11 et 14%. Le transilage est effectué dans les silos de col- leste canadiens, puisque ces derniers ne jouent qu'un rôle transitoire dans la circulation du grain. Les silos terminus et de transbordement ne sont munis également que d'un système de transilage à cause du volume important de grain manipulé, du contrôle rigoureux de la propreté des moyens de transport et des silos ainsi que de la quantité minimale d'impuretés des lots. Quant

à la méthode de stockage effectuée en atmosphère renouvelée, l'aération est réalisée par un système de ventilation installé à la base même des silos en faisant circuler l'air extérieur ambiant. Cette méthode de stockage est appliquée dans les silos de ferme et de meunerie.

Le béton armé est le matériau de choix des grands silos (silos-tours) car il s'érige rapidement et s'adapte à toutes les formes. De plus, il est ininflammable et résiste bien à la corrosion des parois extérieures et aux pressions verticales et latérales des grains et aux chocs. Comparativement aux silos métalliques, le silo de béton armé est facile d'entretien et est peu sensible aux (Ramand et Germain.,1992).

II-2-Déférente Types Stockage de Blé

II-2-1-Stockage dans des silos souterrains

Le paysan Algérien, sur les hauts plateaux, conservait tant bien que mal, le produit de ces champs d'orge et de blé, dans des enceintes creusées de simple trous cylindriques ou rectangulaires construites dans des zones sèches, en sol stable , généralement argileux ou le niveau de la nappe phréatique est suffisamment bas ,c'est ce que l'en appelle (Elmatmoura) à un endroit surveillé ou proche de la ferme, la capacité de ces lieux de stockage est variable elle est de l'ordre de quelque mètres cubes, c'est une technique archaïque peut être encore utilisé dans certaines régions isolées (Doumaindji et al., 1989).

II-2-1-1-Avantage

Ce mode de stockage est intéressant du fait de sa relative facilité de construction, de son faible coût, de sa bonne isolation thermique, de la protection qu'il apporte contre les attaques de rongeurs, de la diminution de l'activité des insectes et de la protection contre une infestation grâce à l'étanchéité relative à l'aire qui réduit les échanges gazeux avec l'extérieur.

II-2-1-2-Inconvénients

Les principaux inconvénients de ce type de stockage sont :

Difficulté à vider la fosse et dommages causés par l'humidité s'infiltrant par le sol et la condensation d'eau à la partie supérieure et dans certains cas l'apport d'humidité crée une prolifération, des champignons en surface qui diminue la concentration en oxygène de l'atmosphère interstitielle et permet donc une conservation correcte du reste du stock (Shejbal et al., 1982).

II-2-2-Stockage en sac

Les grains sont conservés dans des sacs fabriqués en toile de jute ou en polypropylène pour les semences. Les sacs sont entreposés en tas dans divers locaux, magasins ou hangars.

Souvent ce type de stockage est provisoire. Dans le cas de forte production et de saturation des divers locaux de grande capacité, l'utilisation des sacs et locaux annexes (hangars et magasins) devient nécessaire (Shejbal ., 1982).

II-2-2-1-Avantages

Le stockage en sac permet d'employer des bâtiments existants et Les sacs de jute permettent une bonne aération des grains stockés.

II-2-2-2-Les inconvénients

D'après, les majeurs inconvénients sont :Faible isolation des sacs contre l'humidité, la température, et les Différents déprédateurs (insectes, oiseaux, rongeurs.) ; La nécessité d'une main d'œuvre importante et entraîné qui augmente le Coût de cette opération ; Opération de chargement et déchargement difficile.(Cryz et al., 1988)

II-2-3-Stockage en vrac

II-2-3-1-Stockage en vrac courte durée

Dans ce cas les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts à charpente métallique. Malheureusement les contaminations sont possibles ; d'autant plus que dans ce type de construction. Ils demeurent toujours des espaces entre les murs et le toit, ainsi le libre passage des souris, des rats, des moineaux des pigeons et des insectes demeure possible.

Par ailleurs l'influence des intempéries est encore assez forte et le développement des moisissures et des bactéries est toujours à craindre (Doumaïndji et al., 2003).

Quel que soit le mode de stockage en vrac ou en sac, la topographie des lieux est prendre en compte. On évitera les zones basses, inondables, pour leur préférer un point haut, d'où les eaux de pluie s'évacuent facilement, mais d'accès facile en gardant à l'esprit qu'il faut prévoir des voies d'accès ouvertes par tous temps et pouvant supporter des véhicules lourdes, l'implantation devra donc se faire près des voies de communication pour limiter l'élévation de température produite par le rayonnement solaire , le magasin doit être orienté Est –Ouest dans le sens de la longueur , c'est-à-dire qu'il ne se présentera pas au rayonnement du matin et du soir, les façades étant orientées Nord –Sud tel que les portes opposées soient dans l'axe des vents dominants(Cryzy et al., 1988).

II-2-3-2-Stockage en vrac longue durée

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

Il existe plusieurs types de silos sont : silos de ferme : ils peuvent contenir entre 500-10000 quintaux et Silos coopératifs : leurs capacités varient entre 10000 -50000 quintaux. Et silos portières : leurs capacités dépassent 50000 quintaux.

II-2-3-2-1-Différence entre un silo en béton armé et un silo en métal

A-Silo métallique

Ils sont composés de cellules métalliques en tôles (4-6 mm d'épaisseur) d'acier galvanisé ou d'aluminium, planes ou ondulées, boulonnées ou serties, fixées sur un sol en béton étanche, utilisés généralement pour le stockage des céréales transformées, après broyage, en alimentation de bétail. Les diamètres des cellules varient entre 2 à 4 mètres et la hauteur pouvant atteindre 20 mètres (Cryz et al.,1988).

A-1-Les avantages

Il y a de nombreux avantages parmi eux :montage souvent facile et rapide et construction légère ce qui permet d'implanter un silo sur des sols de mauvaise portance . Comme ça construction moins coûteuse.

A-2-Les inconvénients

Il y a de nombreux inconvénients parmi eux : nettoyage des parois dans des conditions difficiles d'accessibilité et de température et détérioration qualitative du produit. Et Risque de développement des mycotoxines qui sont dangereuses pour la santé des consommateurs . Comme ça Joints déficients entre les toiles laissant s'infiltrer l'eau de la pluie . Et aussi Condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air au-dessus du grain qui est liée aux variations de la température entre le jour et la nuit et qui peut alors provoquer une humidification des grains et création d'une zone favorable à la reprise d'activité des grains et des microorganismes (Cryz et al .,1988).

II-2-4-Stockage en vrac Silos en béton armé

La plupart des silos de grande capacité en Algérie sont construits en béton armé. Le béton armé présente des caractéristiques très intéressantes pour la construction d'installation de stockage. (Lerin, 1986).

C'est un matériau durable n'exigeant, ni revêtement, ni entretien donc pouvant être amorti sur une longue période. C'est un matériau qui permet des constructions de grande hauteur; si avec les cellules métalliques les hauteurs sont couramment limitées à une vingtaine de mètre, on pourra en béton armé atteindre 35-40 m pour des cellules de 6 à10 m de diamètre, ce développement de hauteur permet de réduire la surface au sol. C'est enfin un matériau qui

assure une bonne isolation thermique du produit malgré les faibles épaisseurs mise en œuvre (épaisseur des parois des cellules 15-20 cm). Le béton armé présente toutefois quelques inconvénients .

Il est poreux et permet donc des échanges gazeux avec l'extérieur ce qui posera des problèmes pour le traitement des stocks. Il est lourd, il ne pourra donc être mis en œuvre que sur des sols ayant une bonne résistance à la pression. Les constructions en béton peuvent présenter des fissures ou microfissures qui permettent des rentrées d'eau et d'être des milieux favorables pour les insectes docile doit être mis en œuvre par des personnes qualifiées et des entreprises parfaitement équipées (Cryz et al., 1988).

II-3-Types des silos

Le type de fourrage à stocker (herbe, maïs ou méteil) et sa quantité permettent déjà d'éliminer certains silos de la liste du fait de leur coût et leur gestion. Ensuite, la vitesse d'avancement du front d'attaque est à vérifier afin de calculer la largeur du silo. Le silo doit avancer d'environ 10 à 15 cm l'hiver et de 20 cm l'été pour éviter les pertes et la mauvaise conservation du fourrage. Enfin, l'emplacement du silo doit faciliter le chantier le jour de l'ensilage mais aussi être pratique au quotidien. Voici la liste des caractéristiques des différents silos :

A-Couloir est réservé aux grands volumes

Simple à construire, le silo couloir reste privilégié dans les fermes, surtout pour la conservation du maïs. Le tassage et la couverture restent assez contraignants de par le volume du silo mais la reprise au quotidien est facile. De plus, les machines d'aujourd'hui permettent un désilage correct en limitant les pertes. L'affouragement en libre-service est aussi envisageable avec ce type de silo. Les Chambres d'agriculture des Hauts-de-France estiment le coût moyen d'un silo couloir bétonné (pour 2,5 m de hauteur et 10 m de large) (Delphine, 2017)

B-Tour encore peu présent en France

Le silo tour, bien connu aux États-Unis, commence à émerger en France mais reste encore très coûteux. Il permet de stocker de grands volumes sur des surfaces restreintes. Même si le jour du chantier, le débit est ralenti par la montée du fourrage dans la tour, une seule personne peut suffire au remplissage du silo. Aucune opération de tassage ou de bâchage n'est nécessaire, ce qui améliore aussi le travail quotidien (pas de débâchage et le désilage quotidien est automatisé par une vis) (Delphine, 2017).

C-Taupinière reste le silo le plus économique

De par sa forme, le silo taupinière nécessite peu de matériaux si ce n'est une dalle de béton au sol ou une bâche épaisse et une bâche de fermentation avec des poids pour appuyer. Cependant, son étanchéité reste inférieure aux silos couloirs et sa gestion est compliquée, surtout la reprise. Ce type de silo peut être envisagé pour les excédents de récolte ou en silo tampon (Delphine, 2017)

III-Généralités De Pomme De Terre

La pomme de terre est une plante vivace dicotylédone tubéreuse, herbacée, cultivée pour ses tubercules riches en amidon et possédant des qualités nutritives, originaire d'Amérique du Sud. Elle appartient à la famille des Solanacées, qui sont des plantes à fleurs, et partage le genre *Solanum* avec au moins 2 000 autres espèces, entre autres la tomate, l'aubergine, le tabac, le piment, et le pétunia (Merzaka., 2019).

III-1-Origine de la pomme de terre

La pomme de terre appartient à la famille des Solanacées, genre *Solanum*, comprend 1000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses), On pensait autrefois que la pomme de terre était issue d'une plante sauvage unique, l'espèce *Stuberosum*, dès 1929, les botanistes avaient montré que cette origine était plus complexe et que l'on retrouvait parmi les ancêtres des espèces de pomme de terre cultivées, des plantes sauvages différentes La pomme de terre, semble avoir pris naissance et avoir vécu à l'état spontané dans les rivages d'Ouest de l'Amérique latine. Sa consommation par la population indienne date des temps immémoriaux. L'introduction en Europe, vers les deuxièmes moitiés de l'16ème siècle par les navigateurs ou les pirates. Et c'est l'entrée de la pomme de terre dans l'alimentation humaine a éloigné pour toujours la famine qui sévissait périodiquement (Merzaka., 2019).

III-1-Comment planter des pommes de terre

Les jardiniers de climat froid plantent généralement des pommes de terre au milieu ou à la fin du printemps. Dans un climat chaud, vous ferez mieux de planter à la fin de l'été ou à la fin de l'hiver, de sorte que les plantes n'essaient pas de pousser pendant les mois les plus chauds. Plantez des morceaux de pommes de terre de semence avec le côté coupé vers le bas (les yeux doivent être tournés vers le haut) dans un trou ou une tranchée de 6 pouces de profondeur. Laissez 12 pouces d'espace autour de chacun de tous les côtés. Saupoudrer 2 cuillères à soupe d'un engrais pauvre en azote et riche en phosphore entre chaque segment. Couvrez ensuite les

pommes de terre et l'engrais avec 2 pouces de terre et arrosez bien. La plantation de pommes de terre peut se faire de deux manières : une méthode de tranchée et de colline qui consiste à ajouter de la terre autour de la tige à mesure qu'elle pousse vers le haut, et une méthode de dispersion simple (Jeffrey C et al.,2020).

III-2-1-Méthode de tranchée :

Une méthode traditionnelle de plantation de pommes de terre consiste à creuser une tranchée peu profonde d'environ 6 pouces de profondeur et à placer les pommes de terre de semence dans la tranchée, les yeux vers le haut. Couvrez ensuite les pommes de terre avec quelques centimètres de terre. Au fur et à mesure que le plant de pomme de terre grandit, le sol se tasse continuellement le long des côtés des plants. Cela maintient le sol autour des tubercules en développement lâche et empêche les tubercules de surface d'être exposés à la lumière du soleil, ce qui les rendra verts et quelque peu toxiques. Ajoutez de la terre à la colline chaque fois que les plantes atteignent environ quatre à six pouces de hauteur. Vous pouvez arrêter de tasser le sol lorsque les plantes commencent à fleurir (Jeffrey et al .,2020).

III-2-1-Méthode de dispersion

Certains jardiniers préfèrent simplement déposer les pommes de terre de semence directement sur le sol, puis les recouvrir de quelques centimètres de paillis . Vous pouvez continuer à superposer le paillis au fur et à mesure que les plantes poussent. Si vous avez un problème de rongeurs, cette méthode n'est probablement pas votre meilleur choix (Jeffrey et al .,2020).

III-3-Structure du tubercule

III-3-1-Structure externe du tubercule

A l'extrémité apicale du tubercule, ou couronne, se trouve le bourgeon terminal ou apical tandis qu'à l'opposé, du côté proximal, se trouve le point d'attache du stolon, l'ombilic. Les yeux, disposés régulièrement sur le tubercule suivant une phyllotaxie spiralée, correspondent à l'emplacement des bourgeons axillaires. Des lenticelles parcourent la surface du tubercule et jouent un rôle essentiel dans la respiration du tubercule(Merzaka.,2019).

Le tubercule de pomme de terre est une tige souterraine avec des entre-nœuds courts et épais. Il a deux extrémités le talon (ou hile) rattaché à la plante- mère par le stolon. La couronne (extrémité apicale opposée au talon) où, la plupart des yeux ont concentrés. Les yeux sont disposés en spirale et leur nombre est fonction de la surface (ou calibre) du tubercule. Chaque œil présente plusieurs bourgeons qui donnent des germes. Ces derniers produisent, après plantation, des tiges (principales et latérales), des stolons et des racines (Bernhard.,1998).

III-3-2-Structure interne du tubercule

En coupe longitudinale d'un tubercule mature, on distingue de l'extérieur vers l'intérieur: le épiderme, le cortex ou parenchyme cortical, l'anneau vasculaire composé de phloème externe, de xylème et de parenchyme vasculaire. On peut également remarquer la zone péri médullaire ou parenchyme péri médullaire contenant le phloème interne et enfin, la moelle ou parenchyme médullaire. Les différents parenchymes (cortical, péri vasculaire, péri médullaire, médullaire) contiennent de grandes quantités de grains d'amidon qui diffèrent par leur taille (diamètre de 7 à 32 μm) et leur forme (ovoïde, sphérique) (Rousselle et al.,1996).

Sur la coupe longitudinale d'un tubercule arrivé à maturité, on observe de l'extérieur vers l'intérieur tout d'abord le péri derme, connu plus communément sous le nom de la peau. La peau du tubercule mûr devient ferme et à peu près imperméable aux produits chimiques, gazeux et liquides. Elle est aussi une bonne protection contre les micro-organismes et la perte d'eau (Merzaka.,2019).

Lenticelles assurent la communication entre l'extérieur et l'intérieur du tubercule et jouent un rôle essentiel dans la respiration de cet organe. L'examen au microscope Les optique montre que les cellules des parenchymes péri vasculaires sont petites et contiennent de très petits grains d'amidon (Merzaka.,2019).

Les cellules du parenchyme cortical sont plus grandes et renferment beaucoup plus de grains d'amidon, de moindre taille que dans la moelle. Le tissu de revêtement péri-derme est la région du tubercule la plus pauvre en grains d'amidon. La zone péri médullaire présente les plus gros grains d'amidon (Merzaka.,2019).

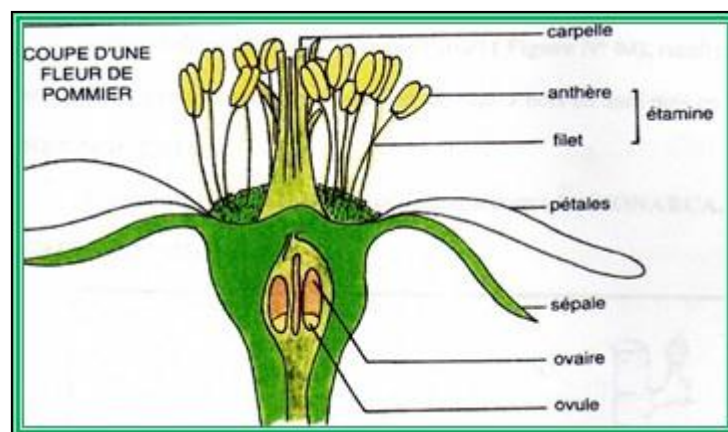


Figure 2: Structure interne et externe du tubercule(Merzaka .,2019).

III-4-Composition biologique du tubercule

Les caractéristiques morphologiques, chimiques et biochimiques du tubercule de pomme de terre varient principalement en fonction de la variété, mais dépendent également des techniques culturales, des conditions climatiques et de l'âge physiologique de la pomme de terre où La pomme de terre est un légume fort nutritif, sa teneur en eau est de l'ordre de 78%. Les glucides surtout constitués d'amidon, représentent 15% à 20% (figure n°03). Les protéines ne se présentent qu'à un taux de 1% à 2%. Il n'existe que des traces de lipides, les vitamines B1, B2, et C localisées au niveau de la pelure (Merzaka., 2019).

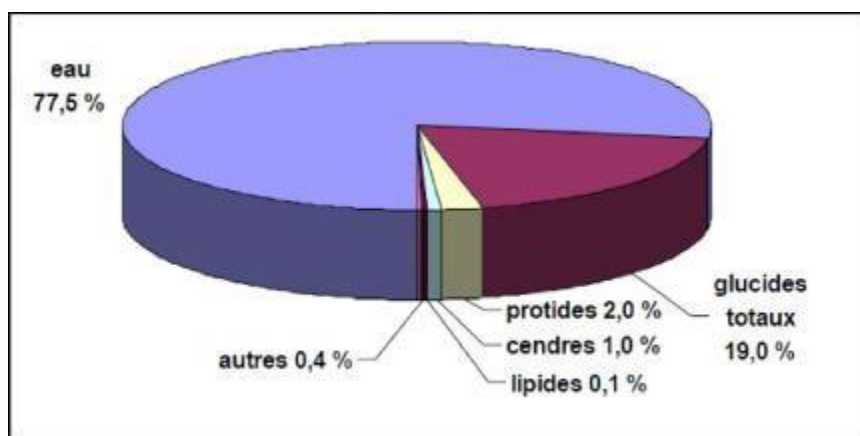


Figure 3 : composition biologique d'un tube tubercule de pomme de terre.

III-5-Classification de la pomme de terre

Règne	Plante
Embranchement	Angiosperme
Sous classe	Gamopétales
Ordre	Polémoniales
Famille	Solanacées
Genre	<i>Solanum</i>
Espèce	<i>Solanum tuberosum</i> L (Merzaka .,2019)

III-6-Cycle De biologique

Le développement de la pomme de terre Le développement de la pomme de terre est complexe. C'est naturellement une plante vivace mais elle est reproduite de manière horticole comme une plante annuelle si l'on admet que les tubercules sont utilisés comme des

semences. Les tubercules placés sous terre germent et donne une plante feuillée qui réalise la photosynthèse. Les bourgeons situés à l'aisselle des feuilles aériennes donnent des rameaux feuillés qui participent au développement de la plante. Les bourgeons situés dans la partie enterrée produisent des tiges à croissance horizontale (stolons) dont les feuilles sont très réduites. A un certain moment du développement, la croissance de la partie terminale des stolons se modifie. Ils stoppent leur croissance en longueur et s'élargissent. Physiologiquement, ils synthétisent de l'amidon à partir des assimilats provenant de la photosynthèse des feuilles. Le tubercule primaire qui a servi à la nutrition lors du début du développement se réduit. Les tubercules atteignent leur maturité et la plante feuillée jaunit. Lorsque la plante a terminé son développement, les nouveaux tubercules sont déterrés.

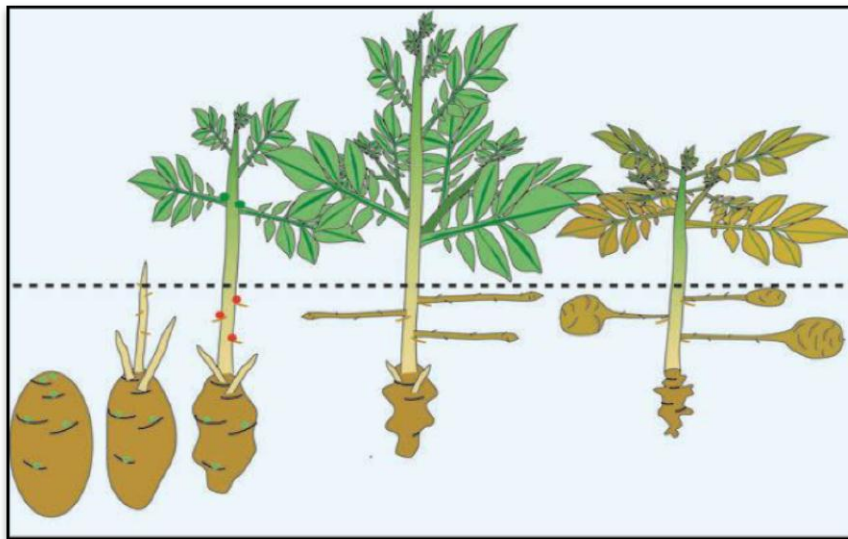


Figure 4: développement de la pomme de terre(Merzaka ,2019)

III -7- Exigences écologiques de la pomme de terre

III -7-1-Exigences climatiques

III -7-1-1-Température

Elle influence beaucoup le type de croissance. Les hautes températures stimulent la croissance des tiges; par contre, les basses températures favorisent davantage la croissance du tubercule (Rousselle et al., 1996). La pomme de terre est très sensible au gel. Le zéro de végétation est compris entre 6 et 8°C. Les températures optimales de croissance des tubercules se situent aux alentours de 18°C le jour et 12°C la nuit. Une température du sol supérieure à 25°C est défavorable à la tubérisation (Merzaka.,2019).

III -7-1-2- Lumière

La croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par la longueur élevée du jour (14 à 18h). Une photopériode inférieure à 12 h favorise la tubérisation. L'effet du jour long peut être atténué par les basses températures. La photopériode : Driver et Hawkes 1943 remarquent qu'il y a chez la pomme de terre des variétés de jours longs, des variétés de jours courts et des variétés indifférentes (Merzaka.,2019).

III -7-2-Exigences édaphique

III -7-2-1- Structure et texture du sol

La plupart des sols conviennent à la culture de la pomme de terre à condition qu'ils soient bien drainés et pas trop pierreux. Les sols préférés sont ceux qui sont profonds, fertiles et meubles. En général, la pomme de terre se développe mieux dans des sols à texture plus ou moins grossière (texture sablonneuse ou sablo-limoneuse) que dans des sols à texture fine et battante (texture argileuse ou argilo-limoneuse) qui empêchent tout grossissement de tubercule (Merzaka.,2019).

III -7-2-2- Ph

Dans les sols légèrement acides (pH = 5,5 à 6), la pomme de terre peut donner de bons rendements. Une alcalinité excessive du sol peut causer le développement de la galle commune sur tubercule (Merzaka.,2019)

III -7-2-3- Salinité

La pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraîchères. Cependant, un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire (Bamouh, 1999). Lorsque la teneur en sel est élevée, le point de flétrissement est atteint rapidement. On peut réduire la salinité d'un sol en le lessivant avec une eau d'irrigation douce (Merzaka.,2019).

III -7-3- Exigences hydriques

Les besoins en eau de la pomme de terre varient au cours du cycle végétatif. Ils sont surtout importants au moment de l'initiation des tubercules. Un stress hydrique se manifestant à ce stade peut entraîner une réduction du nombre d'ébauches formées par plante, consécutive à une réduction du nombre de stolons formés par tige (Rousselle et al., 1996)

III-8- Types pomme de terre

Il existe plus de 200 variétés de pommes de terre. Chacune de ces variétés appartient à l'une des catégories d'espèces de pommes de terre (Merzaka., 2019).

III-8-1-Russet (Burbank)

La pomme de terre Rousset ou Burbank est la pomme de terre à peau rouge classique. La chair est très sèche et la peau est épaisse, ce qui la rend idéale pour la cuire afin qu'elle soit croustillante à l'extérieur et moelleuse à l'intérieur. La meilleure pomme de terre pour les frites, Rousset a une saveur très agréablement fade, qui porte magnifiquement d'autres saveurs(Ijaprvo.;2019).

III-8-2-Lavé blanc

Avec sa peau dorée et sa chair blanche onctueuse et moelleuse, la pomme de terre blanche fait le parfait polyvalent, ils sont excellents cuits à la vapeur, frits, cuits au four, bouilli ou rôti. Lisses et crémeuses, leurs peaux délicates et fines ajoutent juste la bonne quantité de texture à n'importe quel plat sans avoir besoin de l'éplucher. Un pomme de terre à salade classique avec une bonne source de vitamine B6 et est grasse et sans cholestérol(Ijaprvo.,2019).

III-8-3-Lavé rouge/rose

Les pommes de terre lavées rouges ou roses sont une variété de salade, avec une chair ferme et une fine peau rougeâtre. Ils ont une texture ferme, lisse et solide qui résiste bien à l'ébullition, ce qui les rend parfaits pour les ragoûts et en tranches ou en dés dans les salades. Consommez-les entiers car de nombreux nutriments se trouvent dans la peau(Ijaprvo.;2019).

III-8-4-Chat (Bébé)

Avec une peau crémeuse et une chair jaune clair, les patates douces ou grenailles sont des pommes de terre relativement petites. Ils sont légers et frais, ils sont délicieux chauds ou froids. De texture douce et moelleuse, elles sont idéales pour la cuisson à la vapeur. bouillies ou rôties entières et se mangent chaudes ou froides avec leur peau. Les patates douces sont une bonne source de vitamine C, de potassium et d'aliments(Ijaprvo.;2019).

III-8-5-Cocktails

Avant utilisation et cuit en deux fois moins de temps fibre. Les pommes de terre cocktail ne sont pas une variété mais se réfèrent à la taille. Généralement un chat de plus petite taille ou une pomme de terre blanchie à la chaux, ils ont également une chair blanche et une peau jaunâtre. Très facile à utiliser car il ne nécessite pas de pelage (Ijaprvo.;2019).

III-8-6-Désirée

Les pommes de terre Désirée ont une chair ferme et crémeuse, ce qui les rend idéales pour une purée lisse ou pour être cuites dans une sauce. Ils sont facilement reconnaissables à leur belle peau rouge et leur chair jaune clair. Désirée sont normalement plus grands. forme allongée et ovale(Ijaprvo.;2019).

III-8-7-Or du Yukon

Yukon Gold a une belle peau jaune lisse avec une chair très jaune. C'est une excellente pomme de terre au four, mais aussi une belle recette de pommes de terre rôties ou frites(IjaprvoL;2019).

Ce type de pomme de terre se distingue par sa belle peau jaune lisse et sa chair très jaune. Ce sont d'excellentes pommes de terre au four, elles ont une saveur sucrée délicate, une chair légèrement tendre et conviennent bien aux plats salés (Ijaprvo., 2019).

III-8-8-Mélange

Il existe environ 200 variétés de pommes de terre cultivées aux États-Unis qui peuvent être classées en plusieurs catégories en fonction de la texture cuite et de la fonctionnalité des ingrédients. La pomme de terre mélangée est un bon mélange de variétés à peau jaune, rouge ou rose et violette qui permet des applications culinaires infinies(Ijaprvo.;2019).

III-8-9-Alevins

La pomme de terre Fingerling a une texture ferme et une apparence noueuse avec une légère saveur de noisette. Il se déguste bouilli, rôti ou cuit à la vapeur, chaud ou froid en salade mais se déguste aussi délicieusement rôti. Il se mélange bien aux plats végétariens et aux légumes à feuilles vertes(Ijaprvo.;2019).

III-8-10-Kipfler

Les pommes de terre Kipfler sont de taille petite à moyenne avec une forme allongée, étroite et en forme de doigt. De texture moelleuse presque crémeuse avec une saveur de noisette et crémeuse, les Kipflers conviennent mieux à la cuisson, au rôti ou à l'ébullition et ne sont pas idéaux pour la friture ou la purée. Ils font d'excellents quartiers et comme pomme de terre à salade car ils conservent bien leur forme lorsqu'ils sont cuits (Ijaprvo. 2019).

III-8-11-Patate douce japonaise

C'est une variété japonaise de patate douce. Semblable en apparence aux autres patates douces japonaises, elle a une peau rose pourpre foncé et est complètement ferme à l'intérieur. Sa forme varie de ronde et charnue au centre à allongée. Sa chair blanche devient dorée à la cuisson et est 1,5 fois plus sucrée qu'une patate douce ordinaire. Il est préférable de le cuire à la vapeur ou au four avec la peau et de le servir chaud. Il ne nécessite aucun assaisonnement et est délicieusement sucré et dépourvu de fibres (Ijaprvo .2019).

III-8-12-Patate douce

La patate douce également connue sous le nom d'igname a deux variétés commerciales, Garnet et Jewel. Un intérieur orange foncé, presque cuivré, enveloppé d'une peau marron

clair. Quand cuit, il a un goût légèrement sucré et garde sa texture ferme, mais se désagrège facilement une fois démonté(Ijaprv.;2019).

IV-Système stockage pomme de terre

Les pommes de terre de consommation peuvent être conservées jusqu'à six mois dans les hautes terres tropicales sans pertes importantes à condition que : la variété de pomme de terre soit une variété à longue dormance ; les pommes de terre sont exemptes de maladies, de dommages ou d'infestation d'insectes ; les températures de stockage sont maintenues à des niveaux qui n'induisent pas de taux élevés de respiration et l'humidité relative à l'intérieur du magasin est maintenue à des niveaux suffisamment élevés pour réduire la perte d'eau des tubercules et les pommes de terre ne sont pas mouillées à cause de la pluie ou de la condensation. Le stockage est défini comme l'étape du cycle agricole visant à préserver ou à retenir les récoltes produire au fil du temps jusqu'à ce qu'il soit prêt à être utilisé, consommé, échangé ou libéré sur le marché.

Un stockage adéquat dans les ménages ou les communautés implique des aspects techniques car le lieu physique a, idéalement, des caractéristiques de conception, de construction et de gestion qui visent à réduire les pertes et à promouvoir la sécurité. Elle vise également des gains économiques car elle régule le mouvement des produits dans le temps, en fonction de la demande du marché ou des besoins de consommation du ménage agricole. Le stockage est influencé par les croyances socioculturelles car les décisions de stockage sont prises par le ménage et parfois par les commerçants, les communautés ou les États-nations. L'utilisation de l'espace domestique, l'architecture, les réseaux d'échange et les questions de genre, y compris des variables telles que les modèles de consommation domestique, la taille de la famille, l'architecture de la maison et les croyances populaires, peuvent caractériser les décisions de stockage (IRRI, 2013).



Figure 5 : stockage pommes de terre (IRRI, 2013)

IV-1-Options de stockage à court terme à petite échelle

IV-1-1-Stockage en fosse

Dans l'est de l'Ouganda, la fosse de Katchha est de forme rectangulaire et mesure 4,5 x 3,6 x 14 m, tandis que la fosse de Pucca est normalement de forme circulaire avec un diamètre d'environ 4,2 m. Les pommes de terre de consommation dans les fosses sont recouvertes de 0,3 m d'épaisseur de paille disponible (blé, orge, riz, graminées) comme le montre (Arthur et al .; 2017).

IV-1-2-Chambre dans la maison

Faire de petites pièces spéciales construites en briques/pierres près de la résidence. Les pommes de terre sont stockées en tas, en sacs de jute ou dans des paniers en bambou .Les paniers en bambou offrent une meilleure aération des tubercules. La plus petite taille contient 10 à 12 kg et la plus grande 100 kg de pommes de terre (Arthur et al .; 2017).

IV-1-3-Stockage des pinces

Creusez une tranchée dans le sol et entassez les tubercules sur un lit de paille de 1 m à 1,5 m de large. Insérer un conduit d'aération au sol au centre du tas et recouvrir d'une couche d'environ 20cm de paille compactée ou 30cm si non compactée. La pince doit être dans un endroit bien drainé (Arthur et al .; 2017).

IV-1-4-Magasin en bois amélioré

Construisez un magasin de 5 x 4 x 3,5 m à l'aide de poteaux solides et couvrez bien les murs avec du bois raboté pour minimiser la lumière. Le sol est constitué de solides cadres en bois avec un espacement de 5 cm entre les entretoises. Fixez un filet anti-rats tel que du métal déployé sur le sol. Un faux plafond peut être placé avant le toit en tôle ondulée avec une couche de paille pour les zones les plus chaudes. Une fenêtre de ventilation faisant face à la direction commune du vent est placée au coin supérieur du toit. Cette fenêtre n'est ouverte que la nuit pour laisser sortir l'air plus chaud du magasin. Les murs doivent être tapissés de tapis de papyrus pour minimiser davantage la lumière dans le magasin (Arthur et al .; 2017).

IV-2-Amélioration du stockage ambiant des pommes de terre

Une installation moderne à grande échelle pour le stockage à long terme (environ 3 mois ou plus) conçue pour contrôler la température de l'air et l'humidité relative en utilisant les conditions météorologiques naturelles. Il est fait de balles de paille compressées, de solides cadres en bois sur une super structure métallique et repose sur une fondation en gabion renforcée. Ce magasin a une capacité de 600 sacs soit 60 tonnes de pommes de terre de consommation. Un évent est installé dans le coin opposé à la porte pour améliorer le contrôle

de la ventilation. Les planchers sont constitués de solides entretoises en bois recouvertes de métal déployé pour réduire les dommages causés par les rats tout en permettant la ventilation du sol. Tous les murs sont enduits de ciment pour protéger la paille des dommages causés par les rongeurs et les intempéries. Un toit en tôle ondulée sur une ossature de poteaux en bois doit être placé pour couvrir le magasin ambiant (Arthur et al .; 2017).

IV-3-Gestion des conditions dans le magasin

Ambiant L'évent doit être ouvert la nuit pour permettre l'aspiration de l'air chaud tandis que l'air frais pénètre par le sol et le gabion. L'évent est fermé pendant la journée pour retenir l'air frais de la nuit à l'intérieur du magasin. L'humidité doit être surveillée et si elle baisse, des seaux d'eau doivent être placés sur le sol du magasin. Le magasin ne doit jamais être ouvert inutilement pour maintenir les conditions ambiantes. La pomme de terre doit être surveillée régulièrement pour détecter toute détérioration de la qualité et les lots vendus ou jetés, selon les directives de la direction du magasin. La température doit être maintenue dans une plage de 7-10 °C et une humidité relative de 5-8 % (Arthur et al .; 2017).

IV-4-Temperature de conservation

Elle varie, comme indiqué dans le tableau ci-dessous, en fonction de :

- ✓ la durée du stockage
- ✓ la destination de la production (Arthur et al .; 2017).

Tableau 02 : Durée de stockage et Température de conservation(Arthur et al .; 2017).

Durée de stockage	Destination de la Production	Température de conservation
Moins de trois mois	- Consommation transformation (*)Semences.	8 à 10° C 5 à 12° C
Plus de trois mois	- Consommation transformation(*) Semences.	4 à 7° C 7 à 8° C 2 à 4° C

(*) : Les pommes de terre destinées, à la transformation, Sont conservées à une température supérieure à 4°C pour éviter l'accumulation des sucres réducteurs responsables du noircissement des frites et des chips. Aussi, pour inhiber la germination des pommes de terre, des produits anti germes sont appliqués par poudrage ou thermo nébulisation(Arthur et al .; 2017).

Chapitre II

II- Relation entre le stockage et les xénobiotique

II-1-Moisissures

Les moisissures sont des champignons microscopiques, ubiquistes à croissance filamenteuse qui regroupent des milliers d'espèces. Elles sont omniprésentes dans notre environnement. La plupart sont phytopathogènes et se développent en saprophyte dans la terre et sur les plantes ou les débris végétaux en voie de putréfaction, elles se retrouvent aussi bien dans l'air que sur le sol et les surfaces, dans l'alimentation et parfois dans l'eau (Meghazi., 2015).

L'appareil végétatif des moisissures est constitué de filaments ou d'hyphes qui s'accroissent par leur sommet et dont l'ensemble constitue de façon harmonieuse et centrifuge un réseau appelé mycélium. Cet appareil se développe après qu'une spore se soit fixée sur un substrat nutritif ; se gonfle, se modifie et émet un filament appelé tube germinatif qui devient par la suite filamenteux. Les taches ou colonies que l'on voit à la surface des matériaux moisies sont essentiellement constituées d'un réseau mycélien très développé (Boudih., 2011).

Les moisissures ne rentrent pas dans un groupe systématique homogène, mais appartiennent à différentes familles de champignons microscopiques. Leur classification dépend de la structure morphologique et du mode de reproduction (Davitt.,1996). Les champignons mycorhiziens constituent un groupe très important, comprenant les principales classes de moisissures, à savoir les zygomycètes, les ascomycètes, les basidiomycètes et les deutéromycètes (Nguyen., 2007).

C'est un champignon ubiquitaire à croissance filamenteuse. Rarement parasite, c'est-à-dire qu'il survit aux dépens de la décomposition de la matière organique en y implantant son propre mycélium qui émet alors des hyphes sporifères, les Micromycètes peuvent être utiles et participer à la transformation des matières premières. substances nutritives (notamment lors de la fermentation), dans la production d'enzymes, de protéines ou encore d'agents aromatiques. Ils peuvent également être utilisés dans la production de médicaments tels que des antibiotiques (comme l'amoxicilline), des immunosuppresseurs (comme la cyclosporine) ou des anticorps monoclonaux. Cependant, la souche utilisée à ces fins n'est pas nécessairement non toxique mais peut être nocive dans certaines circonstances.(albangauthir.,2016).

II-2- Structure de Moisissures

Une moisissure est un champignon pluricellulaire, morphologie filamenteuse. Organisés en filaments longs, fins et ramifiés à structure cellulaire appelés hyphes dont l'ensemble forme un mycélium. se reproduisant soit de façon asexuée soit de façon sexuée (spores sexués).

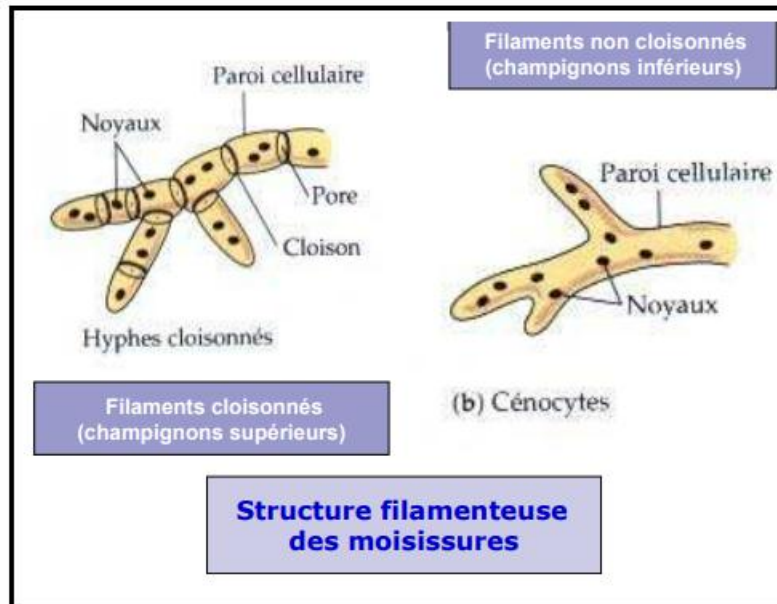


Figure 06 : Structure de Moisissures (Tantaoui.,2014).

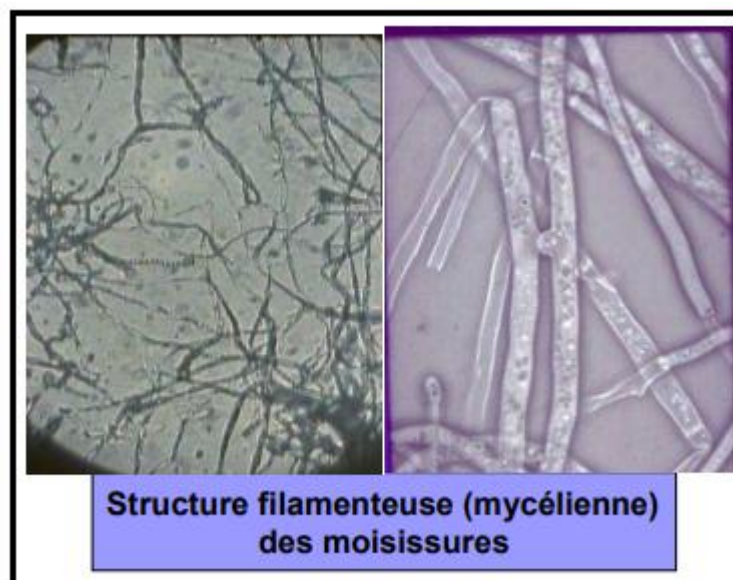


Figure 07 : Structure de Moisissures(Tantaoui.,2014).

II-3-Cycle de vie des moisissures

Le cycle de vie des moisissures est illustré par 4 principales étapes :

Germination, développement, reproduction, dormance/latence.

Le cycle de vie des moisissures en milieu intérieur débute lorsqu'une spore se dépose sur une surface lui offrant les conditions nécessaires à sa croissance. En fait, la germination se déclenchera par la présence d'eau combinée ou non à certains facteurs très spécifiques comme l'intensité lumineuse, certaines températures ou types d'éléments nutritifs. La spore germera alors et donnera naissance à un premier filament non différencié, appelé hyphe, qui s'allongera pour former un ensemble appelé mycélium. Cet ensemble de filaments, plus ou moins ramifiés, constitue le thalle des champignons. En présence de conditions favorables à la sporulation, le mycélium donnera naissance à des structures plus spécialisées, qui produiront des spores asexuées (conidies) ou, plus rarement, des spores sexuées. Chaque moisissure produit un très grand nombre de spores dont l'ensemble, appelé sporée, se présente très souvent sous un aspect poudreux et coloré à la surface de la moisissure. La taille, la forme et la couleur des spores de moisissures varient grandement d'une espèce à l'autre. Par contre, en microscopie, toutes les spores d'une même espèce sont de couleur, de dimension et de forme relativement constante ce qui, dans bien des cas, constitue un élément d'identification taxonomique (Acgih., 1999).

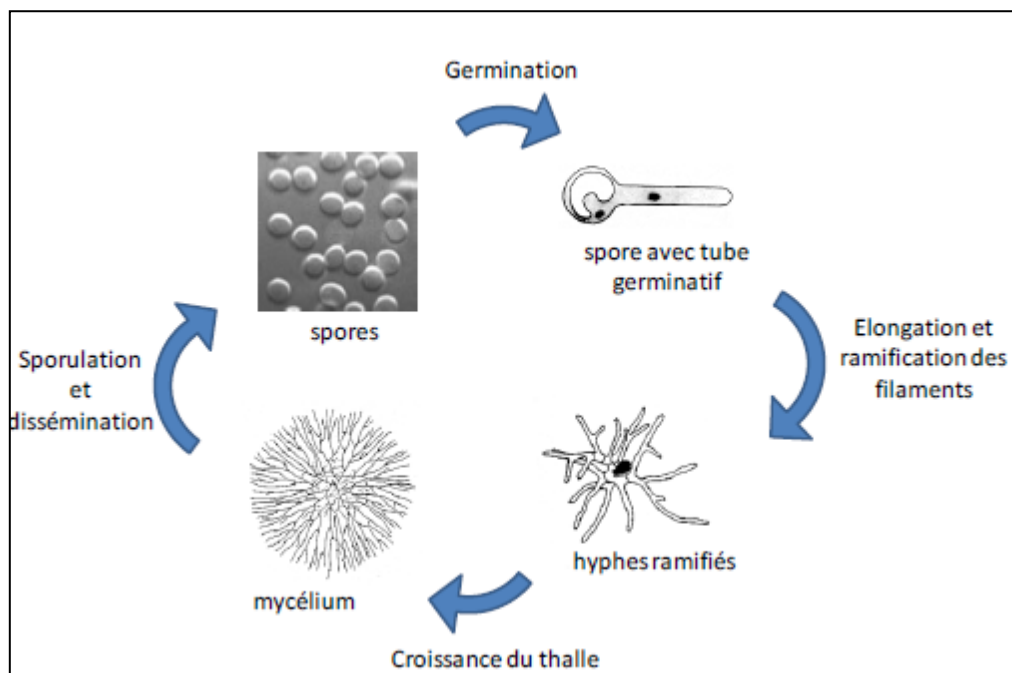


Figure 8: Cycle de vie des moisissures (Touati, 2016).

II-4 Conditions de vie sont nécessaires à la survie des moisissures

Les moisissures ne se forment que dans un environnement qui leur est favorable : Les moisissures doivent avoir une quantité d'oxygène suffisante. Elles nécessitent une température appropriée. Bien que les températures soient comprises entre 0 et 60°C, la température optimale pour une reproduction rapide et efficace, se situe entre 5 et 15°C. Les variations de températures importantes peuvent être fatales pour les colonies de moisissures et la nourriture adéquate.

II-5 Différents types de moisissures

Les groupes principaux de moisissures sont:

Acremonium	Acremonium	Alternaria	Botrytis
Cladosporium	Colletotrichum	Epicoccum	Fusarium
Helminthosporium	Mucor	Penicillium	Rhizopus
Septoria	Stachybotrys	Trichoderma	Ustilago

Verticillium(Camacho., 2021).

II-5-1-Acremonium

Le genre Acremonium appartient à la division des Ascomycètes et est composé de plus de 100 espèces différentes de moisissures. La plupart de ces espèces sont saprophytes, c'est-à-dire, celles tirent leurs nutriments de déchets organiques en décomposition. Généralement, les espèces appartenant au genre Acremonium ont une croissance lente par rapport aux autres espèces de moisissures et sont compactes et humides. Les conidies de ses espèces sont généralement unicellulaires. La majorité des espèces du genre Acremonium sont considérées comme pathogène pour les êtres humains et les animaux. Cependant, l'infection de ce genre reste rare pour l'homme. En cas d'infections, elles peuvent provoquer une onychomycose ou d'infection invasive compliquant les états d'immunosuppression sévère (Camacho., 2021).



Figure 9: Acremoniumstrictum (Camacho., 2021).

II-5-2-Aspergillus

Le genre *Aspergillus* appartient également à la division des Ascomycètes. On compte plus de 185 espèces du genre *Aspergillus*, dont seulement une vingtaine sont pathogènes pour l'être humain. Les espèces pathogènes peuvent provoquer des aspergilloses chez l'être humain. Une aspergillose se manifeste par des douleurs thoraciques, des difficultés respiratoires, des troubles de la vision, des céphalées (couramment appelé mal de tête) et/ou de l'hémoptysie (sang dans la salive).

Cependant, *Aspergillus* n'attaque pas que l'humain. Chez les fruits par exemple, il profite de blessures pour pénétrer dans le fruit et le coloniser comme un parasite. Mais *Aspergillus* touche aussi les céréales. Il est donc important de vérifier le taux d'humidité dans le milieu de récolte. Les colonies du genre *Aspergillus* sont duveteuses. Les espèces appartenant au genre *Aspergillus* se nourrissent également de matière organique en décomposition : le compost, les céréales . Elles vivent dans les plantes, les fruits, la poussière. En moyenne, un être humain inhale 10 à 30 spores d'*Aspergillus* par jour.

La couleur des moisissures *Aspergillus* peut varier selon les espèces :

Aspergillus niger = Noir, *Aspergillus candidatus* = Blanc, *Aspergillus ochraceus* = Ocre, *Aspergillus glaucus* & *Aspergillus flavus* = Verdâtre (Camacho., 2021).

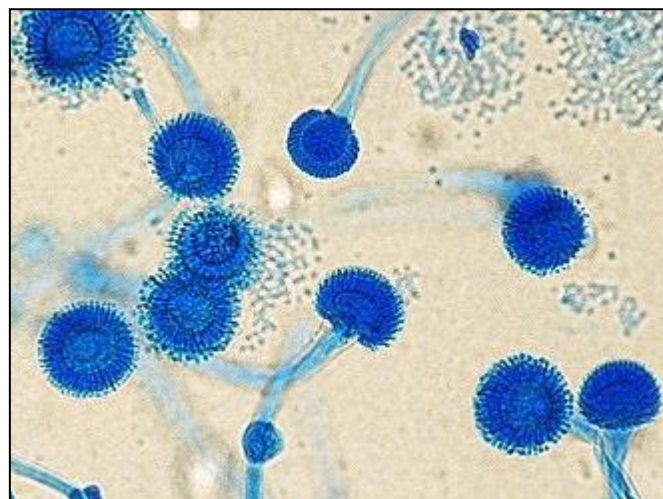


Figure 10: *Aspergillus fumigatus* (Camacho., 2021).

II-5-3-Alternaria

Le genre *Alternaria* appartient à la division des ascomycètes. Ce genre comporte 299 espèces de moisissures. *Alternaria* est très répandue. Il se développe surtout sur des déchets organiques, mais il peut aussi se développer sur du papier peint humide.

Alternaria est reconnu comme la moisissure la plus importante du point de vue allergologique : des concentrations atmosphériques de 100 à 200 spores par mètre cube d'air peuvent déclencher de réactions allergiques (rhinite ou asthme) chez les personnes sensibilisées.

Les exigences de croissance d'*Alternaria* sont :

Température : 2°C et 32°C (température optimale entre 25 et 29 °C). Et pH : entre 2,7 et huit (pH optimal entre 4 et 5,4). Et Humidité : entre 0,85 et 0,88

La principale espèce rencontrée au Luxembourg est *Alternaria alternata*, qui est surtout présente en été (juin, juillet, août), lorsqu'il fait chaud et légèrement humide, souvent sur des feuilles, l'environnement parfait pour *Alternaria alternata*. Les spores de *Alternaria alternata* sont faciles à reconnaître à cause de leur forme de raquette (Camacho., 2021).



Figure 11: *Alternaria alternata* (Camacho., 2021).

II-5-4-Penicillium

Le genre *Penicillium* comprend entre 100 et 250 espèces et appartient à la division des ascomycètes. Ce genre est très connu à cause de deux espèces appartenant au genre *penicillium* : *Penicillium notatum* et *Penicillium chrysogenum*. Ces moisissures servent à fabriquer la pénicilline, un antibiotique qui est beaucoup utilisé. Mais certaines espèces de ce genre sont aussi connues pour leurs formes téléomorphes (formes parfaites). *Penicillium* est très courant dans la nature. Il habite le sol et se nourrit également de matière organique en décomposition et de denrées alimentaires.

Ce qui fait de *Penicillium* un important genre chez les mycètes est notamment son utilisation industrielle. Il est utilisé pour diverses choses : Fromages (*Penicillium roqueforti*, *Penicillium camembertii*, *Penicillium glaucum*) Antibiotiques de type pénicilline (*Penicillium notatum*,

Penicillium chrysogenum). L'acide gluconique (il est utilisé comme régulateur d'acidité dans l'industrie alimentaire) (*Penicillium purpurogenum*) .

La griséofulvine (un médicament antifongique) (*Penicillium griseofulvum*) ,Cependant, bien que très utile dans l'industrie, certaines espèces de *Penicillium* sont des agents de pourriture, ou même pathogènes pour l'homme :

- *Penicillium expansum*: agent de pourriture de fruits comme la pomme ou la poire et peut même produire de la patuline, une mycotoxine qui peut causer la paralysie à forte doses.
- *Penicillium digitatum**Penicillium italicum*agents de pourriture d'agrumes. On les distingue à cause de leur couleur verte ou blanche.
- *Penicillium marneffei*: une espèce pathogène pour les hommes. Il est redoutable pour les patients qui ont le sida.

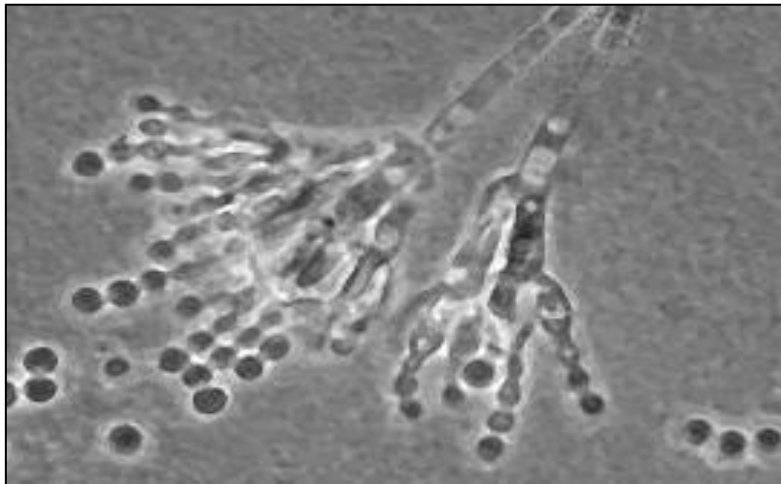


Figure 12: *Penicillium chrysogenum* (Camacho., 2021).

II-5-5-Stachybotrys

Le genre *Stachybotrys* appartient à la famille des Dematiaceae. *Stachybotrys* est constitué de 50 espèces. Ce sont toutes des moisissures filamenteuses à reproduction asexuée. Les espèces appartenant à *Stachybotrys* vivent généralement dans des matériaux riches en cellulose. Il existe plusieurs espèces célèbres de *Stachybotrys*: *Stachybotrys chartarum* et *Stachybotrys chlorohalonata*. Elles sont connues pour leur pathogénie.

Stachybotrys chartarum est même l'espèce fongique connue la plus toxique. C'est pour cela qu'on la surnomme aussi « moisissure noire » ou « moisissure noire toxique » aux États-Unis. Elles se développent souvent sur des matériaux de construction endommagés par l'eau et rendent ainsi l'air de mauvaise qualité en produisant des mycotoxines de type

trichothécènes. Mais elles peuvent aussi produire des satratoxines ou des atranones. Une forte exposition à *S. Chartarum* peut provoquer des saignements dans les poumons et ainsi causer la mort de la personne touchée (Camacho., 2021).



Figure 13 : *Stachybotrys chartarum* (Camacho., 2021).

II-6-Facteurs de développement des moisissures

Les moisissures ont un métabolisme actif en rapport avec leur mode de nutrition par absorption. Leurs développements sont dépendants de la nature des substrats disponibles (cellulose, lignine, etc...) et les conditions physiques : températures, activité de l'eau (a_w) ou disponibilité en eau, pH et oxygène. Aussi, signalent que la température, l'activité de l'eau et le pH contrôlent largement la germination et la croissance des moisissures xérophiles. Les conditions de développement de chaque espèce est spécifique en terme de condition physicochimique.

II-6-1-Température

Elle joue un rôle prépondérant sur la croissance mycélienne. D'une manière générale, les moisissures peuvent se développer sous des températures allant de moins zéro à plus de 50°C (Proctor, 1995). Les moisissures les plus courantes sont mésophiles, elles se développent entre 15°C et 30°C dont l'optimum se situe entre 20°C et 25°C. Cependant certaines espèces sont psychrophiles, tel que *Cladosporium herbarum* qui peut croître à -6°C sur viande réfrigérée (Guiraud, 1998). D'autres souches peuvent se développer à des températures très hautes (Chapeland-Leclerc et al., 2005). Ces dernières sont appelées les thermophiles extrêmes capables de se développer au-dessus de 45°C (*Aspergillus*, *Cladosporium*) (Guiraud, 1998).

I-6-2-Humidité

Au lieu du taux d'humidité, l'activité de l'eau (a_w) d'une substance est utilisée pour exprimer les besoins du champignon. Plus l' a_w est faible, moins il y'aura d'eau disponible pour la croissance du champignon (Cahagnier, 1998). Divers types d'aliments sont caractérisés par leur activité d'eau (a_w), cette exigence varie selon les espèces de moisissures et a une grande influence sur leur croissance mycélienne, la sporulation et surtout sur la germination des spores (Moreau, 1996). Elle conditionne également leurs activités lipolytiques et protéolytiques (Butt et al., 2004). Celles qui colonisent les milieux solides comme les grains de céréales en cours de stockage ou encore les produits céréaliers séchés sont qualifiées de xérophiles (aimant les milieux secs), (Cahagnier, 1998 ; Guiraud, 1998). Les activités d'eau nécessaires à leur croissance vont de 0.68 à 0.83 (Reboux, 2006). En outre, l'interaction entre la température et la teneur en eau du grain influe sur l'importance de la colonisation de ces moisissures, car le passage de l'eau du grain à l'état de vapeur est favorisé par une augmentation de la température (Proctor, 1995).

II-6-3-pH

Il dépend de la concentration en proton d'un milieu, il a une grande incidence sur son équilibre ionique. Les moisissures en générale sont acidophiles dont le pH de développement est compris entre 3 et 7 (Guiraud, 1998). Cependant, le développement maximum de moisissures sur les céréales s'opère entre les pH allant de 6 à 8 (Reboux, 2006). Ce dernier a une incidence sur le potentiel de croissance des moisissures xérophiles (Gockett al., 2003).

I-6-4-Composition gazeuse (oxygénation)

Selon (Proctor 1995), leur développement dépend aussi des proportions d'oxygène, d'azote et d'oxyde de carbone dans l'atmosphère interstitiel. La sporulation des moisissures est sous la dépendance de facteurs nutritifs en particulier le rapport C/N et d'environnement (Guiraud, 1998). Beaucoup d'entre elles prolifèrent à de très faibles concentrations d'oxygène.

I-6-5- Arthropodes

Les arthropodes tels que les insectes, les acariens et leurs interactions complexes, contribuent à la prolifération des moisissures et ce par leur rôle de vecteurs de spores. Les moisissures servent de source alimentaire pour les arthropodes et parfois agissent comme des agents pathogènes (Proctor, 1995).

II-6-6-Interactions

Les interactions sont possibles entre plusieurs espèces de moisissures. Le plus souvent, c'est une succession de moisissures qui assurera la dégradation progressive du substrat, et selon les cas, il peut y avoir alliance ou antagonisme (Moreau, 1996).

II-6-7-Proportion de grains brisés dans un lot

Ces derniers ont été endommagés au cours de la récolte, de la manutention, du battage ou du séchage (Meghazi.,2012).

II-7-Mode de reproduction

Ils se reproduisent grâce à des spores, qui sont issues soit d'une reproduction sexuée (champignon télé morphe) ou d'une multiplication asexuée (champignon an amorphe). Certains champignons, chez lesquels, les deux formes coexistent sont appelés holomorphes.

II-7-1- Reproduction sexuée

La reproduction sexuée se base sur la fusion de deux gamètes haploïdes (n) donnant un zygote diploïde (2n). Une structure (+) à n chromosomes rencontre un autre structure (-) et la fusion des cytoplasmes donne naissance à un nouveau mycélium à 2n chromosomes (Meghazi.,2012).

II-7-2- Reproduction asexuée

Se fait sans fusion de gamètes. Elle correspond majoritairement à la dispersion de spores asexuées, permettant la propagation des moisissures afin de coloniser d'autres substrats. Cette forme de asexuée est appelée la sporulation (Meghazi.,2012).

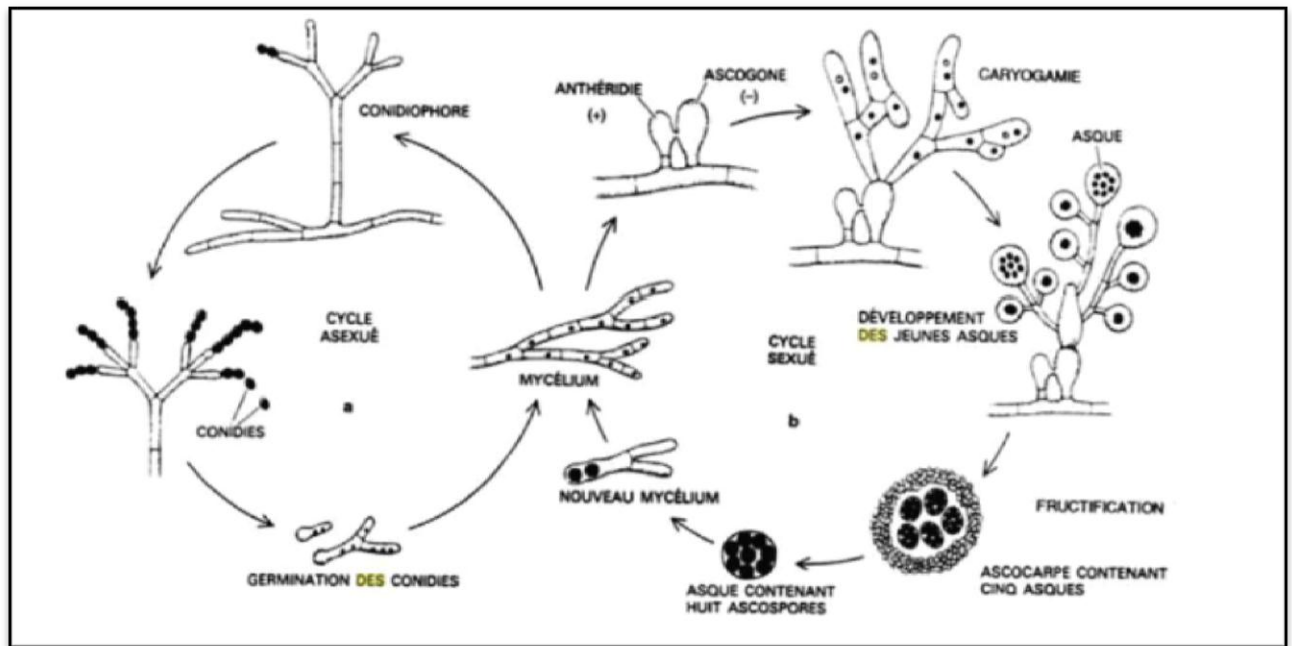


Figure 14: Reproduction asexuée et sexuée d'une moisissure (Lecellier ., 2013)

II-8-Caractéristiques générales des moisissures

Les moisissures sont des champignons microscopiques, filamenteux, hétérotrophes et non mobiles. Le terme familier « moulages » fait généralement référence à leur texture laineuse, poudreuse ou cotonneuse, qui peut être observée à l'œil nu sur divers substrats.

Il est Vivant, mort ou inerte et la structure de la cellule est celle de la cellule eucaryote classique (Nicklin et al., 2000). Ils peuvent être saprophytes s'ils sont cultivés sur des matières organiques inertes ou parasites s'ils se développent sur des organismes vivants. Certains sont symbiotiques parce qu'ils vivent dans une association mutuellement bénéfique avec d'autres organismes. Les moisissures contiennent un appareil végétal constitué d'une tige filamenteuse appelée mycélium dont les filaments sont appelés hyphes. Le champignon peut différencier les différents organes par groupes spécialisés dans la multiplication et le sciage ; Les spores peuvent avoir une origine sexuelle ou végétale. Et Les spores d'origine sexuée résultent de la fécondation ou de la méiose tandis que les spores végétatives résultent de la division et sont appelées conidies (Bourgeois.C.M, 1989).

Les moisissures sont aérobies, en général, acides (PH compris entre 3 et 7) et mésophiles (température optimale 20-30°C) (Botton.B et al., 1990). Cependant, certains types sont psycho). Ils ont généralement de faibles besoins en eau par rapport aux autres microorganismes ($p = 0,65$) (Boiron.P, 1996). Ils ont souvent de grandes propriétés de

décomposition (décomposition de la cellulite, décomposition de la pectine, amyloïde, protéolytique, lipotrope, etc.) (Nicklin et al., 2000).

II-9-Mycotoxicogénèse

Les mycotoxicooses sont un terme général désignant les maladies toxiques et/ou cancérigènes causées par l'ingestion, l'inhalation ou le contact direct avec des aliments pour animaux contaminés par une ou plusieurs mycotoxines. Ces maladies peuvent varier en fonction de la gravité, des sites cibles et du mécanisme de toxicité. La gravité de la maladie varie selon le type et la dose de mycotoxines, ainsi que la durée et la fréquence des contacts avec les mycotoxines. des mycotoxines spécifiques affectent divers organes et/ou tissus, tels que le foie, les reins, le cerveau, les muqueuses gastro-intestinales, les voies respiratoires, le système reproducteur et urogénital et la peau (Guezlane.,2016)

II-10-Définition de mycotoxines

Les mycotoxines sont des composés chimiques toxiques produits par certains champignons. Il existe de nombreux composés de ce type, mais seuls quelques-uns d'entre eux se retrouvent régulièrement dans les denrées alimentaires et les aliments pour animaux tels que les céréales et les graines. Néanmoins, ceux qui se produisent dans les aliments ont une grande importance pour la santé des humains et du bétail. Puisqu'elles sont produites par des champignons, les mycotoxines sont associées à des cultures malades ou moisies, bien que la contamination visible par les moisissures puisse être superficielle.

Mycotoxines de champs : on peut citer en exemple les Fumonisines, principalement produites par le genre *Fusarium*.



Figure15: structure Mycotoxines de champ (Zaghdane.,2019)

Mycotoxines de stockage : la Citrinine et la Patuline sont produites essentiellement par les genres *Penicillium* et *Aspergillus* (Albangauthir.,2016).



Figure16: structure Mycotoxines de stockage (Zaghdane.,2019).

II-11-Mycotoxines d'origine alimentaire

Il existe cinq mycotoxines, ou groupes de mycotoxines, qui se produisent assez souvent dans les aliments : le déoxynivalénol et nivaline et zéaralénone et ochratoxine les fumonisines et les aflatoxines. Les mycotoxines d'origine alimentaire susceptibles d'être les plus importantes pour la santé humaine dans les pays tropicaux en développement sont les fumonisines et les aflatoxines. Les fumonisines ont été découvertes aussi récemment qu'en 1988, il existe donc peu d'informations sur leur toxicologie. À ce jour, il existe suffisamment de preuves chez les animaux de laboratoire de la cancérogénicité des cultures de *Fusarium moniliforme* qui contiennent des quantités importantes de fumonisines; et il existe des preuves limitées chez les animaux de laboratoire de la cancérogénicité de la fumonisine B1 (TARC., 1997).

II-12-Facteurs influençant la production des toxines

✚ Trmpirateur : < T° optimale de croissance, une espèce fongique produit différentes toxines selon T° : *Aspergillus ochraceus*: ac.pénécillinique (15-20°C), ochratoxine (25–30°C).

✚ Nature du substrat : Production d'aflatoxines par *Aspergillus flavus* (Minime: si substrat d'origine animale; optimale : si la moisissure se développe sur céréales).

✚ pH : influe directement sur la production de toxine par les moisissures ex : la production de fumonisine B1 s'effectue à pH = 3,7 alors que la croissance optimale est à pH = 5,6 (Nassik, et al 2021).

II-13-Types principaux de mycotoxines

Les principales mycotoxines dangereuses se présentent dans les aliments sont :

Aflatoxine, Ochratoxine A, Patuline, Trichothécènes, Fumonisines, Zéaralénone, Alcaloïdes de l'ergot du seigle.

II-13-1-Aflatoxine

A-Généralités

Découvertes en 1960, appelées aussi Turkey X Disease. Les aflatoxines sont toxiques chez l'Homme et l'animal, et possèdent un pouvoir cancérigène élevé. Trois espèces d'*Aspergillus* synthétisent les aflatoxines : *A.flavus*, *A.parasiticus* et *A.nomius*.

Les principaux aliments contaminés : arachide+++, maïs, blé, riz, tournesol, les noix, les amandes. Les aflatoxines sont synthétisées par une voie métabolique dérivée des polycétoacides.

Le terme «Aflatoxine» a été connu au début des années soixante suite à la mort de milliers de dindes. Ceci est dû à la consommation de la farine d'arachides importée d'Amérique latine qui a été contaminée par la toxine *Aspergillus flavus*. Ces aflatoxines sont classées cancérigènes du groupe 1 par le Centre International de Recherche sur le cancer . L'Aflatoxine est responsable du cancer du foie chez l'homme avec entre 25000 et 155000 nouveau cas chaque année (Nassik, et al 2021).

Cette mycotoxine est souvent produite par *Aspergillus Flavus* sur des graines conservées en atmosphère chaude et humide. À fortes doses, elles peuvent tuer un animal ou un humain en quelques heures seulement. À faible doses, elles peuvent avoir un effet sur la croissance et sont cancérigènes pour humains et animaux. C'est donc une toxine très dangereuse (Gauthier.,2016).

B-Structure

Les Aflatoxines forment un groupe de 18 composés structurellement proches (figure 24), dont six constituent les formes les plus couramment rencontrées dans les aliments (B1, B2, G1, G2, M1 et M2). Ce groupe de toxines est issu de la voie des polycétoacides (Gauthier.,2016).

Ordre de toxicité : l'aflatoxine B1 >M1 > G1> B2 >G2.

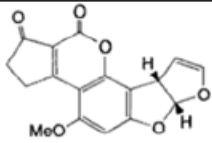
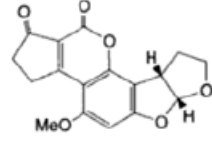
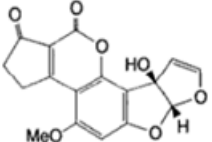
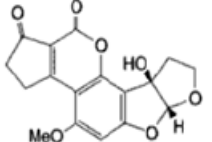
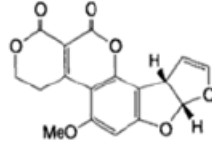
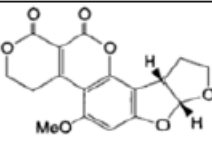
Dénomination	Formule brute	Masse molaire (g/mol)	Structure chimique
Aflatoxine B ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₆	312,3	
Aflatoxine B ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	314,3	
Aflatoxine M ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328,3	
Aflatoxine M ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330,3	
Aflatoxine G ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328,3	
Aflatoxine G ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330,3	

Figure17: Structure et Les principales Aflatoxines(Gauthier.,2016).

C- Propriétés physico-chimiques

Les Aflatoxines sont des molécules de faibles poids moléculaires (312 à 330 g/mol). Elles sont très peu solubles dans l'eau (10 à 30 µg/ml), insolubles dans les solvants non polaires et très solubles dans les solvants polaires comme le chloroforme et le méthanol .

Sous lumière UV, les Aflatoxines B émettent de manière intense une fluorescence bleue, tandis que les Aflatoxines G émettent une fluorescence verte (73). Ces couleurs sont d'ailleurs à l'origine de leurs dénominations : « B » pour Blue et « G » pour Green. Le « M » provient quant à lui du nom de l'aliment à partir duquel les Aflatoxines M ont été extraites pour la première fois : « M » pour Milk. Les pH extrêmes, supérieurs à 10 et inférieurs à 3, entraînent une instabilité de ces structures, également sensibles aux agents oxydants. La température minimale de décomposition s'élève à 237°C. Cette température peut atteindre 299°C pour les

structures les plus thermostables telles que les Aflatoxines M. Cette propriété les rend particulièrement résistantes aux traitements thermiques comme la congélation, la pasteurisation ou encore la stérilisation.

D- Toxinogénèse

Les AF sont produites principalement par trois espèces appartenant au genre *Aspergillus* : *A. flavus*, *A. nomius* et *A. parasiticus*. *Aspergillus flavus* produit essentiellement les Aflatoxines du groupe B tandis qu'*Aspergillus parasiticus* sécrète les quatre Aflatoxines principales appartenant aux groupes B et G. Ce sont des espèces fréquemment retrouvées dans les zones chaudes et humides. Elles ont été mises en évidence dans les denrées alimentaires telles que les noix (arachides, pistaches, noisettes...), les grains (maïs, millet, sorgho...), le coton, les épices ainsi que le lait. La prolifération fongique et la production d'AF ont lieu au champ et au moment du stockage. La contamination par la moisissure et la toxinogénèse sont facilitées par les mauvaises conditions de stockage, de transport et d'hygiène. En effet, l'humidité excessive, la sécheresse, les températures élevées sont autant de facteurs facilitant la croissance fongique et la toxinogénèse.

Les conditions optimales de croissance et de production d'AF nécessitent une activité en eau faible, de l'ordre de 0,84 à 0,86, ainsi qu'une température comprise entre 25 et 40°C. Par ailleurs, une contamination conjointe avec une autre mycotoxine peut avoir un effet amplificateur sur la production d'une des toxines. C'est le cas de la production d'Aflatoxines si le substrat est déjà contaminé par des Fumonisinés

E-Toxicocinétique

E-1-Absorption

Des AF est possible par voie orale et trachéale. Elle est relativement rapide et s'effectue au niveau de l'intestin grêle, plus précisément au niveau du duodénum. Les toxines sont ensuite transportées dans l'organisme grâce au phénomène de fixation aux protéines plasmatiques, notamment à l'albumine.

E-2-Distribution

De l'AFB1 a lieu principalement au niveau du foie via la veine porte. Elle s'effectue à partir du plasma sanguin vers les hépatocytes, par un processus de diffusion passive à travers les membranes cellulaires. La distribution au sein même de la cellule se fait essentiellement au niveau du noyau, du réticulum endoplasmique, du cytosol et des mitochondries.

E-3- Métabolisme

Hépatique de l'AFB₁ se produit en deux étapes. La phase I s'effectue par l'intermédiaire des cytochromes hépatiques P450 (CYP450). Sous l'action des CYP450, notamment le cytochrome P1A2 (CYP1A2), l'AFB₁ donne par hydroxylation l'AFM₁ et par époxydation l'AFB₁-8,9-époxyde, le métabolite le plus toxique L'Aflatoxicol, l'AFM₁, l'AFQ₁ et l'AFP₁ sont d'autres composés qui résultent du métabolisme de l'AFB₁. La phase II concerne le devenir de l'AFB₁-8,9-époxyde (développé plus loin). L'AFB₁ n'est pas directement néfaste, c'est sa métabolisation qui active sa toxicité. Bien que le métabolisme hépatique soit prédominant, un métabolisme pulmonaire est possible par l'intermédiaire d'enzymes oxydantes : la lipo-oxygénase et la prostaglandine-H-synthétase .

E-4-Elimination

Elimination est principalement biliaire . Elle représente environ 50 % de la dose excrétée chez la plupart des espèces animales, tandis que la voie urinaire représente 15 à 25 % de la dose ingérée. La détoxification de l'AFB₁-8,9-époxyde s'effectue principalement par conjugaison au glutathion par le biais de la glutathion-S-transférase. Une partie de l'AFB₁ est éliminée dans la bile, conjuguée au glutathion ou à l'acide glucuronique. Elle peut être excrétée dans les urines sous forme inchangée ou sous forme métabolisée. 1 à 10 % de l'AFB₁ restent liés de façon covalente aux protéines hépatiques plusieurs jours après l'ingestion Chez certains animaux, il semblerait que les Aflatoxines persistent dans le foie et le rein sous forme liée et non métabolisée.

F-Toxicité

L'AFB₁ possède des propriétés cancérogènes, hépatotoxiques, tératogènes et immun toxiques. Des groupes B et G, l'AFB₁ est le composé présentant le potentiel toxique le plus important. L'Aflatoxine B₁ est la seule mycotoxine ayant un rôle avéré dans l'apparition de certains cancers du foie . C'est la raison pour laquelle elle a été déclarée agent cancérogène pour l'Homme par le CIRC (groupe 1). Les effets d'une toxicité aiguë varient d'une espèce animale à l'autre suivant l'âge, le sexe, l'état général et le mode de contamination. Chez l'animal, l'intoxication aiguë se traduit par un malaise, une perte d'appétit, un ictère, de l'ascite puis par le décès rapide de l'individu. Le foie présente un aspect décoloré, un volume augmenté, des lésions nécrotiques ainsi que des foyers d'infiltration graisseuse. Des lésions rénales et une congestion des poumons sont aussi observables. Chez l'Homme, les cas de

toxicité aiguë sont rares. Les derniers cas d'intoxication aiguë remontent aux débuts des années 2000 au Kenya, et ont été attribués à l'ingestion de maïs contaminés. L'exposition à des doses massives d'Aflatoxines entraîne un ensemble de symptômes ressemblant à une hépatite aiguë : vomissements, ictère, douleurs abdominales, hépatomégalie et œdèmes. Dans le cas d'une intoxication chronique, le foie est la cible privilégiée des Aflatoxines. Elle est fréquemment observée chez les animaux d'élevage (volailles, porcs, ruminants...). La toxicité chronique se manifeste par une diminution de la prise alimentaire, une asthénie voire un coma dans les cas très sévères. De même que pour une intoxication aiguë, le foie est pâle et présente des lésions de fibrose et parfois de cirrhose. Outre son rôle dans l'apparition d'hépatocarcinomes, l'exposition chronique aux Aflatoxines semble être à l'origine de troubles de la reproduction et de malformations fœtales.

Des études sur des souris ont mis en évidence des anomalies du nombre et de la morphologie des spermatozoïdes, ainsi que des malformations squelettiques et cardiaques chez les nouveaux nés. D'autre part, les effets immunosuppresseurs de l'AFB₁ rendent les espèces animales sensibles aux infections opportunistes, par diminution de la réponse inflammatoire de l'organisme.

I-13-2-Ochratoxine A

A-Généralité

Ochratoxine A est produite par certaines moisissures des genres *Penicillium* et *Aspergillus*. Les moisissures qui produisent ces toxines se développent généralement avant le stockage, et non pendant le stockage. Cette toxine est naturellement présente, en très petite quantité, dans de nombreux aliments comme les céréales, les grains de café, le cacao et les fruits séchés. Cette toxine est souvent un gros problème pour les viticulteurs. Cette toxine est également cancérigène.

L'Ochratoxine A a été isolée pour la première en 1969 par des chercheurs sud-africains à partir de souches d'*Aspergillus ochraceus*. À ce jour, neuf Ochratoxines ont été identifiées. De toutes les Ochratoxines, c'est l'OTA qui est la plus abondante mais aussi la plus toxique (Gauthier., 2016).

B-Structure

Ochratoxines sont des dérivés de la phénylalanine, un acide aminé cyclique. L'Ochratoxine A est un métabolite secondaire constitué d'une molécule de 3-méthyl-5-chloro-8-hydroxy-3,4

dihydrocoumarine couplée, par une liaison peptidique (liaison covalente entre un groupement carboxyle et une amine), à la L-phénylalanine (Gauthier.,2016).

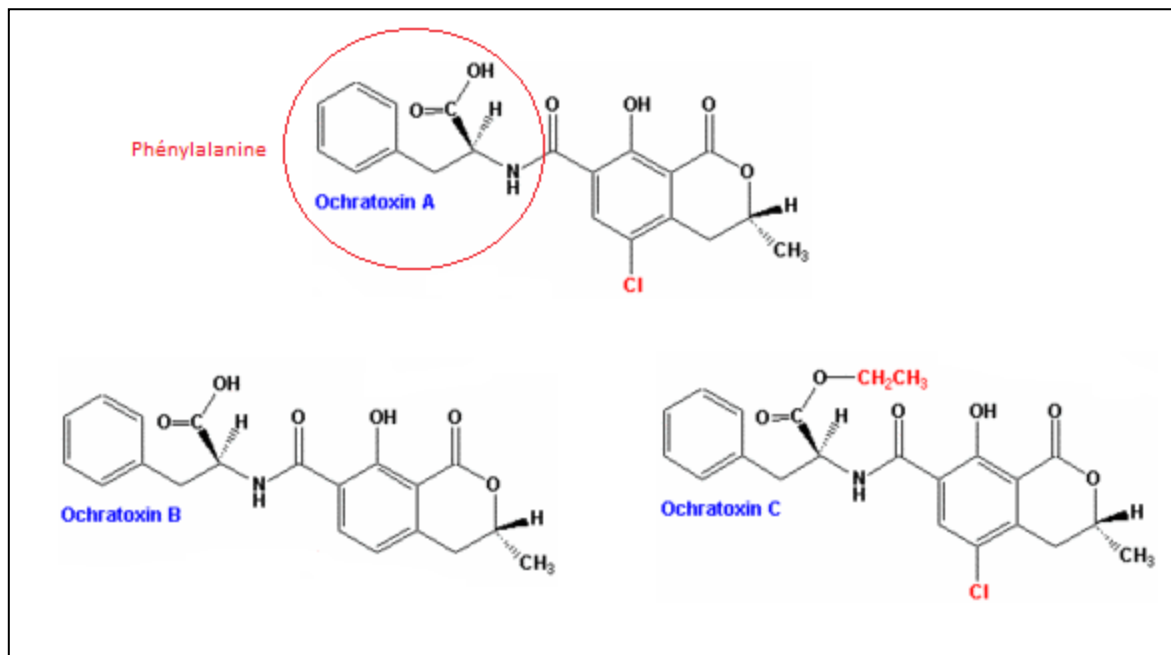


Figure18: Structures chimiques des Ochratoxines (Gauthier.,2016).

II-13-3-Patuline

A-Généralité

La Patuline a été identifiée pour la première fois en 1943 dans des cultures d'*Aspergillus clavatus*, puis isolée pour la première fois à partir de colonies de *Penicillium griseofulvum* (aussi nommé *Penicillium patalum*) et de *Penicillium expansum*. Elle reçut pour cette raison plusieurs dénominations : Clavacine, Claviformine, Clavatine, Expansine, Pénicidine. Ses propriétés antibiotiques envers les bactéries à Gram négatif et à Gram positif ont conduit la Patuline à être utilisée initialement en médecine humaine et vétérinaire. Son utilisation est aujourd'hui suspendue en raison de sa neurotoxicité (Gauthier.,2016).

B- Structure

La Patuline est une lactone hétérocyclique insaturée, de masse molaire égale à 154,1 g/mol. Sa dénomination complète est la suivante (4) : 4,6-dihydro-4-hydroxy-2H-furo[3,2-c]pyrane-2-one et sa formule brute est C₇H₆O₄ (Gauthier.,2016).

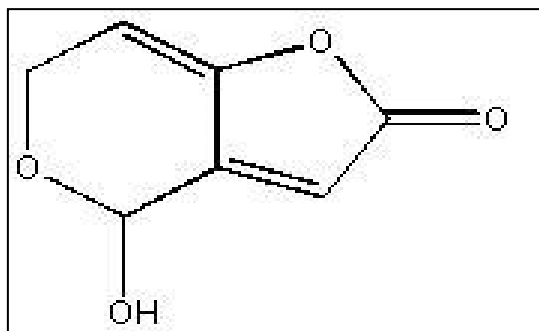


Figure19 : Structure de la patuline(Gauthier.,2016).

II-13-4-Trichothécènes

A-Généralité

Le groupe des Trichothécènes (TCT) est composé de plus de 160 molécules. L'intérêt des TCT a augmenté après la Seconde Guerre Mondiale : en effet, leur utilisation dans des armes chimiques en Iran et en Afghanistan a été suspectée. Les TCT font partie des Fusariotoxines, mycotoxines produites essentiellement par le genre *Fusarium*. Les TCT les plus répandus sont le Déoxynivalénol (DON), ou Vomitoxine, le Nivalénol (NIV), le Diacétoxyscirpénol (DAS), la Toxine T-2 et la Toxine HT-2(Gauthier.,2016).

B-Structure

Les TCT sont composés exclusivement d'atomes de carbone, hydrogène et oxygène. Les TCT appartiennent à la famille des sesquiterpénoïdes. Ces composés sont constitués de trois cycles accolés : un cyclopentane, un oxacyclohexane et un cyclohexane. Ce squelette est nommé « Trichothécane ».

À ce squelette, s'additionnent des groupements méthyles, un groupe époxyde en position C12-C13 et une double liaison en position C9-C10 (78, 160). Les TCT diffèrent entre eux par la position des groupements hydroxyles et par la présence d'esters rattachés aux cycles(Gauthier.,2016).

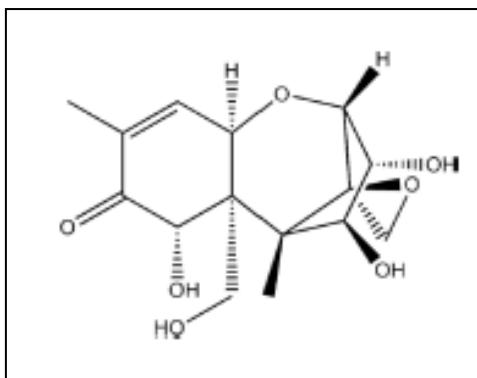


Figure 20: Structure du trichothécènes(Zaghdane.,2019).

II-13-5-Fumonisines

A-Généralité

Le groupe des Fumonisines est constitué d'une quinzaine de molécules différentes, réparties en 4 groupes : les Fumonisines A, B, C et P. Elles ont été identifiées assez tardivement en 1988 (119). Elles sont souvent à l'origine d'atteintes du système nerveux chez les équidés consommant de l'avoine et du maïs contaminés par des moisissures du genre *Fusarium*. Ce groupe de toxines fait partie des Fusariose toxines, toxines produites par *Fusarium* spp. Les Fumonisines les plus fréquemment rencontrées sont les Fumonisines du groupe B (FB) (Gauthier.,2016).

Elle a une structure chimique qui ressemble à l'acide gras sphingosine contenu en grandes quantités dans les membranes des cellules de certains tissus comme le cerveau. La fumonisine inhibe la formation de l'acide gras sphingosine. Cela provoque des lésions au niveau du cerveau et au niveau des poumons(Zaghdane.,2019).

B-Structure

Chimiquement, leur structure de base est proche de celle de la sphingosine, molécule à 18 atomes de carbone à l'origine de la synthèse des sphingolipides, qui entrent dans la composition de la structure des membranes plasmiques. Les Fumonisines sont donc des analogues structuraux des acides gras(Gauthier.,2016).

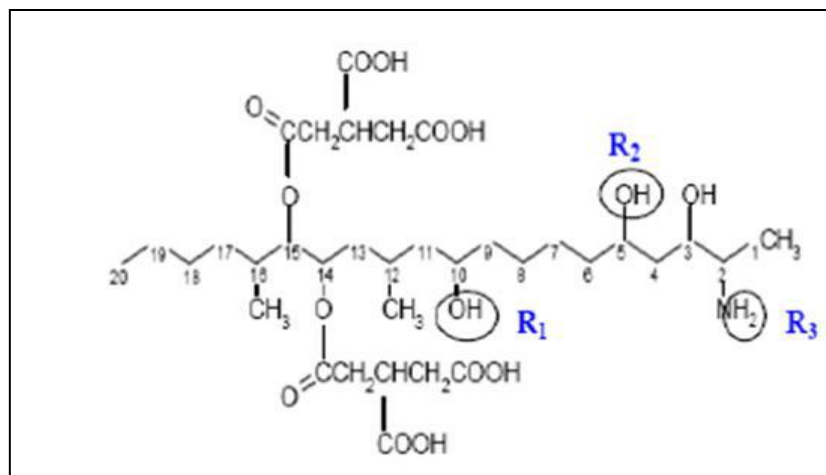


Figure 21: Structure de la fumonisines B1(Gauthier.,2016).

II-13-6-Zéaralénone

A-Généralité

La zéaralénone ZEA est une lactone de l'acide résorcyclique. Elle est produite divers *Fusarium*, peuvent se retrouver dans les céréales notamment lorsque celles-ci ont été stockées dans de mauvaises conditions à des températures relativement basses et exposées à l'humidité. Les principaux effets de la ZEA dans les élevages des animaux sont des troubles de la reproduction et des modifications physiques des organes génitaux. À faibles doses (1 mg/kg d'aliment), la toxine peut perturber la fertilité. Les poules pondeuses ne semblent pas sensibles à la ZEA, même à de très fortes concentrations alimentaires(Zaghdane.,2019).

B-Structure

La ZEA, de formule brute $C_{18}H_{22}O_5$, provient du métabolisme des polycétoacides. C'est une lactone (hétérocycle oxygéné) macrocyclique qui dérive de l'acide- β -résorcyclique. Sa dénomination scientifique complète est -(3S, 11E)-3,4,5,6,9,10-hexahydro-14,16-dihydroxy-3-méthyl-1H-2-benzoxacyclotétradécin-1,7(8H)-dione(Gauthier.,2016).

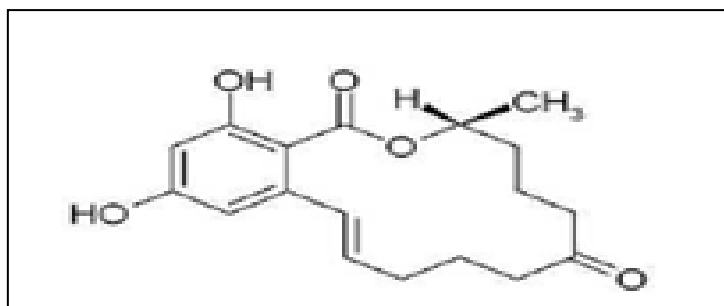


Figure 22. Structure chimique de la zéaralénone(zaghdane.,2019).

II-13-7-Alcaloïdes de l'ergot du seigle

A-Généralité

Le terme « alcaloïde » désigne, de manière générique, un ensemble de molécules azotées et le plus souvent hétérocycliques. Elles proviennent majoritairement du métabolisme des végétaux et des champignons. Ce sont des métabolites secondaires issus de la voie des acides aminés. Les alcaloïdes de l'ergot forment un groupe qui comprend une quarantaine de molécules, toutes isolées de sclérotés de champignon du genre *Claviceps*. Leur puissante activité pharmacologique leur vaut d'être largement utilisées en médecine. Certains sont analgésiques ou antimigraineux quand d'autres sont hypertenseurs (Gauthier.,2016).

B-Structure

Tous les alcaloïdes de l'ergot dérivent du même précurseur : l'Ergoline (annexe 3). L'Ergoline dérive elle-même d'un acide aminé, le tryptophane, et du diméthylallyl-pyrophosphate (issu de la condensation de l'acide mévalonique et de l'acétyl-coenzyme A) . Les alcaloïdes de l'ergot peuvent être classés en trois groupes(Gauthier.,2016).

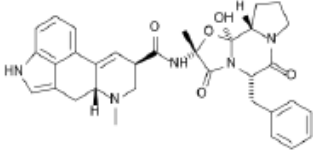
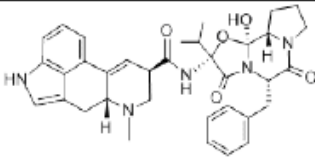
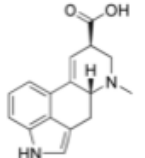
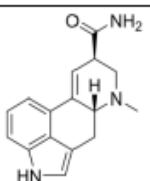
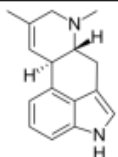
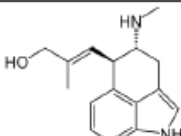
Alcaloïdes	Formule brute	Structure chimique
Ergotamine	$C_{33}H_{35}N_5O_5$	
Ergocristine	$C_{35}H_{39}N_5O_5$	
Acide Lysergique	$C_{16}H_{16}N_2O_2$	
Ergine	$C_{16}H_{17}N_3O$	
Agroclavine	$C_{16}H_{18}N_2$	
Chanoclavine I	$C_{16}H_{20}N_2O$	

Figure 23: Structures chimiques de quelques alcaloïdes de l'ergot(Gauthier.,2016).

II-14-Méthodes de prévention et de contrôle des mycotoxines dans les céréales et semences stockées

I-14-1-Sécher le grain

Les champignons ne peuvent pas se développer (ni produire de mycotoxines) dans les aliments correctement séchés, donc un séchage efficace des produits et le maintien d'un état sec est une mesure efficace pour contrôler la croissance fongique et la production de mycotoxines. Pour réduire ou empêcher la production de la plupart des mycotoxines, le séchage doit être effectué le plus tôt possible après la récolte et le plus rapidement possible. La teneur en eau critique pour un stockage sûr correspond à une activité de l'eau (a_w) d'environ 0,7. Garder les aliments en dessous de 0,7 once est une technique efficace utilisée dans le monde entier pour contrôler la détérioration fongique et la production de mycotoxines dans les aliments.

II-14-2-Éviter de gâcher le grain

Les grains endommagés sont plus sensibles à l'invasion fongique et donc à la contamination par les mycotoxines. Il est donc important d'éviter la détérioration avant, pendant le séchage et pendant le stockage. Le séchage du maïs avant le décorticage est une très bonne pratique.

II-14-3-Insectes sont une cause majeure de dégâts

Les insectes ravageurs des champs et certaines espèces d'entrepôt endommagent le grain au niveau de l'épi et favorisent la croissance fongique dans l'environnement humide du grain mûr. Pendant le stockage, de nombreux types d'insectes attaquent le grain, et l'humidité qui peut s'accumuler à cause de leurs activités fournit des conditions idéales pour le champignon. Pour éviter les problèmes d'humidité et de moisissure, il est nécessaire de réduire au minimum le nombre d'insectes présents dans le grain stocké. Ces problèmes sont exacerbés si le grain manque d'une ventilation adéquate, surtout si des conteneurs en métal sont utilisés.

II-14-4-S'assurer de bonnes conditions de stockage

Bien que garder les marchandises au sec pendant le stockage sous les tropiques puisse être difficile, l'importance du stockage au sec ne saurait être surestimée. A petite échelle, les sacs en polyéthylène sont efficaces ; À grande échelle, un stockage sûr nécessite des structures bien conçues avec des sols et des murs imperméables à l'humidité. Il est essentiel de maintenir l'activité hydroélectrique du produit stocké en dessous de 0,7. Sous les tropiques, l'humidité extérieure descend généralement en dessous de 70 % les jours ensoleillés. Une ventilation au bon moment et un ventilateur puissant si nécessaire aideront grandement à maintenir le bien à moins de 0,7 once. Idéalement, toutes les grandes zones de stockage devraient être équipées

d'hygromètres, afin que l'air approprié puisse être sélectionné pour la ventilation. Le stockage scellé sous atmosphère modifiée pour le contrôle des insectes est également efficace pour contrôler la croissance fongique, à condition que les fèves soient correctement séchées avant le stockage, tout en minimisant les fluctuations quotidiennes des températures dans le magasin (TARC., 1997).

II-15-Mycotoxinogénèse

La mycotoxinogénèse correspond à l'ensemble des conditions nécessaires au processus de synthèse et de sécrétion des toxines fongiques dans l'environnement. La production de toxines et le développement fongique sont intimement liés. Dès lors, les facteurs capables d'influencer la croissance fongique joueront aussi un rôle sur la toxinogénèse. En revanche, les conditions idéales de toxinogénèse sont plus étroites que celles favorisant le développement fongique.

L'apparition de toxines fongiques dans un milieu est d'autant plus complexe qu'une même espèce de moisissure a la faculté de synthétiser plusieurs substances différentes selon les conditions environnementales. C'est le cas d'*Aspergillus flavus* qui peut sécréter, entre autres, des Aflatoxines, de l'acide cyclopiazonique (CPA) et de l'acide kojique. Inversement, une même toxine peut être produite par des espèces de moisissures différentes. L'Ochratoxine A est à la fois produite par *Penicillium verrucosum* et *Aspergillus ochraceus*. La synthèse des mycotoxines n'est donc pas seulement influencée par des paramètres environnementaux mais aussi par la croissance d'une moisissure spécifique. Par conséquent l'identification d'une espèce de moisissure sur un substrat ne permet pas de prédire avec certitude la présence d'une mycotoxine dans ce substrat. D'autre part, la résistance des toxines aux facteurs physiques est telle que l'absence de moisissures sur une denrée ne signifie pas obligatoirement que celle-ci est dépourvue de mycotoxines. De même, une espèce peut élaborer plusieurs mycotoxines comme par exemple *Aspergillus flavus* qui peut produire entre autre les aflatoxines, l'acide cyclopiazonique et l'aspertoxine. Cependant, certaines mycotoxines sont étroitement liées à certaines espèces.

II-16-Facteurs de croissance des mycotoxines fongiques

Les facteurs qui créent les mycotoxines et la croissance fongique sont :

II-16-1-Facteurs biologiques

Il y a beaucoup de facteurs biologiques à mentionner :

Présence d'insectes et d'acariens. Insectes et acariens sont des vecteurs de dissémination de spores de moisissures, qu'ils introduisent à l'intérieur du grain par les dommages qu'ils

créent. Une infestation par les insectes (asticots, larves de coléoptères) favorise la prolifération de micromycètes ainsi que la production de toxines. Pratiques agricoles telles que le labourage, la rotation des cultures et l'alternance de fongicides participent à rompre le cycle de vie des organismes nuisibles, souvent très spécifiques. Les mesures de stockage jouent également un rôle dans le possible développement des toxines fongiques. Nature des mycotoxines Sa taille et sa solubilité dans l'eau le rendent particulièrement stable en milieu acide et alcalin, et résistant aux traitements thermiques. Infectiosité (densité des spores et longévité des spores). Cela peut se produire soit dans l'air, soit dans l'eau par les oiseaux et les rongeurs.

II-16-2-Les facteurs physiques

Il y a beaucoup de facteurs physiques à mentionner :

A) -L'activité de l'eau

Dans les denrées peu hydratées telles que les céréales la disponibilité en eau a une influence considérable. Pour certaines mycotoxines nous pouvons observer qu'après la croissance de la moisissure la toxinogénèse devient progressivement modérée et semble être proportionnelle à l' a_w .

Ensuite si les autres facteurs ne sont pas limitant elle augmente de manière exponentielle.

B) -La température

La température optimale de la Toxinogénèse est, en général, de 30°C. Mais il peut arriver que cette température soit vraiment faible de l'ordre de 1 à 4°C. La température intervient sur l'accumulation de toxine par son effet direct sur la stabilité dans les aliments. Parmi tous les facteurs le couple température-humidité est le plus important.

C)-Lumière

Bien que l'impact de la lumière n'ait pas été démontré sur la croissance des moisissures, mais l'exposition prolongée aux rayons ultraviolets peut limiter la croissance voire provoquer la mort du mycélium.

II-16-3-Facteurs chimiques

Il y a beaucoup de facteurs chimiques à mentionner :

A) -Traitement chimique du milieu

Il a été démontré qu'à des concentrations sub-létales (proches de celles qui provoquent la mort), la synthèse de certaines mycotoxines est facilitée. Par exemple, la mauvaise maîtrise de l'utilisation d'acide propénoïque dans l'orge entraîne une augmentation de la production d'Aflatoxine B1 (AFB1), tandis que la croissance d'*Aspergillus favus* est réduite. L'utilisation de fongicides doit donc être judicieuse.

B) -Le pH

Le pH influe directement sur la production de toxine par les moisissures. Le pH optimal de la mycotoxinogénèse est, contrairement aux températures, différent du pH optimal de croissance. Par exemple la production de fumonisine B1 s'effectue à pH = 3,7 alors que la croissance optimale est à pH = 5,6.

C)-La composition gazeuse

La réduction de la pression partielle en oxygène et surtout l'accroissement de la teneur en CO₂ ont un effet dépresseur bien plus important sur la Toxinogénèse que sur la croissance. Après avoir conservé les denrées alimentaires dans une atmosphère confinée, où les moisissures peuvent plus ou moins se développer, la remise à l'air libre entraîne rapidement une intense toxinogénèse.

D)- La nature du substrat

En générale, chimiquement les substrats sont suffisants au développement des moisissures. Mais pour pouvoir utiliser ces substrats, il faut pouvoir les atteindre donc pour cela il faut qu'il y ait eu au préalable une rupture des défenses naturelles des grains, des graines et des fruits pour permettre la pénétration et le développement rapide des moisissures. Les substrats présents dans une denrée alimentaire favorisent le développement de moisissure particulière. La toxinogénèse dépend plus étroitement que la croissance de la composition chimique de la denrée.

II-Pesticides agricoles

Les pesticides sont des produits chimiques utilisés pour lutter contre les ravageurs agricoles tels que les insectes, les champignons, les bactéries, les mauvaises herbes ou tout type d'organisme pouvant causer des dommages aux cultures agricoles. Les pesticides constituent une menace pour la santé humaine et animale, ils doivent donc être utilisés avec prudence ou correctement, et il est conseillé de les utiliser par des personnes averties et expérimentées .Les

pesticides sont des nuisibles dangereux destinés à prévenir et à protéger les plantes des insectes et microbes externes. Un pesticide peut être une substance chimique, un élément biologique ou des matières organiques, et autres.(Al-Baridietal., 2011).



Figure 24 : Traiter les plantes avec des pesticides(Al-Baridi et al., 2011).

II-1- Définition des pesticides agricoles

Ce sont des substances chimiques ou naturelles ou des substances préparées qui sont utilisées pour prévenir les ravageurs des plantes ou pour lutter contre les maladies des plantes, les insectes, les rongeurs, les mauvaises herbes ou les organismes nocif pour les plantes (Ekaterina ,et al 2019).

II-2- Facteurs de risque

Le degré de risque varie selon plusieurs facteurs, parmi lesquels :

le non-respect de la dose spécifiée par les spécialistes et le non-respect du délai de sécurité avant récolte, qui est le temps nécessaire pour que le pesticide se désagrège avant la récolte, afin que ses résidus tomber en dessous de la limite maximale autorisée (Al-Rawabdeh., 2020), ainsi que l'exposition et la manipulation continue des pesticides, les méthodes d'exposition à ceux-ci, le degré de toxicité du pesticide, et enfin les résidus de pesticides après récolte (Organisation Mondiale de la Santé., 2022)

II-3-Classements des pesticides agricoles

Nous divisons les pesticides agricoles selon le type de ravageur auquel nous sommes confrontés. Il existe un type pour chaque ravageur, comme les insectes nuisibles. Ils ont des pesticides agricoles spéciaux qui tuent ces insectes nuisibles qui se nourrissent de plantes et autres, selon leurs types, selon à leur utilisation.(2020،الخرابشة.)

II-3- 1-Insecticide

Les insecticides sont des produits chimiques utilisés pour contrôler les insectes en les tuant ou en les empêchant de se livrer à des comportements indésirables ou destructeurs. Ils sont classés en fonction de leur structure et de leur mode d'action. De nombreux insecticides agissent sur le système nerveux de l'insecte (par exemple, inhibition de la cholinestérase), tandis que d'autres agissent comme régulateurs de croissance ou endotoxines.(Glenn et al.,2023).

A-Formulations courantes

Concentrés émulsifiables (EC). Plus de 75 % de toutes les formulations d'insecticides sont appliquées sous forme de pulvérisations. La majorité d'entre elles sont des émulsions aqueuses préparées à partir de concentrés émulsifiables, qui sont des solutions du matériau de qualité technique dans un solvant organique approprié avec suffisamment d'émulsifiant ajouté pour permettre au concentré de se mélanger facilement à l'eau pour la pulvérisation. Lorsqu'un concentré émulsifiable est ajouté à l'eau, l'émulsifiant provoque la dispersion uniforme de l'huile dans toute la phase aqueuse, donnant un aspect opaque ou laiteux lorsqu'il est agité. Cette suspension huile dans eau est une émulsion normale. Quelques formulations sont des émulsions inverses, c'est-à-dire des suspensions eau-dans-huile. Ce sont des émulsions concentrées opaques et épaisses ressemblant à de la vinaigrette ou de la crème épaisse, et sont utilisées presque exclusivement comme formulations herbicides, car elles entraînent peu de dérive. Les concentrés émulsifiables, s'ils sont correctement formulés, doivent rester stables sans autre agitation pendant plusieurs jours après dilution avec de l'eau. Si un précipité se forme après 24 h, une petite quantité de détergent ou d'émulsifiant peut être ajoutée (environ quatre cuillères à soupe par litre de concentré) et mélangée soigneusement pour améliorer sa qualité. La plupart des insecticides vendus au propriétaire sont formulés sous forme de concentrés émulsifiables et ont une durée de conservation d'environ 3 ans. Liquides miscibles à l'eau. Le matériau de qualité technique est miscible à l'eau ou alcool. Ceux-ci ressemblent à des concentrés émulsifiables en termes de viscosité et de couleur, mais ils ne forment pas de suspensions laiteuses lorsqu'ils sont dilués avec de l'eau. Très peu d'insecticides sont formulés de cette manière. Ils ne sont pas sûrs à utiliser et ne doivent être appliqués que par des personnes expérimentées.

Les insecticides et l'environnement Poudres Mouillables (WP). Les poudres mouillables sont des poussières concentrées contenant un agent mouillant pour faciliter le mélange de la

poudre avec de l'eau avant pulvérisation. Le matériau technique est ajouté à un diluant inerte, tel que de l'argile ou de l'argile fine, en plus d'un agent mouillant ou d'un tensioactif et mélangé soigneusement dans un broyeur à boulets. Sans l'agent mouillant, la poudre flottera lorsqu'elle sera ajoutée à l'eau et les deux phases ne se mélangeront pas. Étant donné que les poudres mouillables contiennent de 50 à 75 % de talc ou d'argile, elles ont tendance à se déposer assez rapidement au fond du réservoir de pulvérisation à moins que le mélange ne soit constamment agité.(Perry., 1998).

B-Utilisation des insecticides

La majorité des insecticides sont appliqués sous forme de pulvérisations, de poudres, de granulés, de microcapsules, de vapeurs, d'aérosols ou d'enrobages de semences. Une fois qu'un insecticide est fabriqué sous une forme relativement pure (qualité technique), il doit être formulé avant de pouvoir être appliqué. La formulation est le traitement d'un composé par de telles méthodes qui amélioreront ses propriétés de stockage, de manipulation, d'application, d'efficacité et de sécurité pour l'applicateur et l'environnement, et sa rentabilité. La formulation est la condition physique finale dans laquelle l'insecticide est vendu dans le commerce. Dans la plupart des cas, il doit être dilué selon les instructions du formulateur avant utilisation. Le prix pour un poids donné de produit chimique dépend en grande partie du type de formulation, la plus chère étant l'aérosol sous pression (Perry., 1998).

II-3-2-Classification Des insecticides

Les insecticides peuvent être classés de plusieurs manières :

leur méthode d'entrée dans le corps, comme les poisons gastriques, les poisons de contact et les poisons par inhalation ou les fumigants. Cette classification plus ancienne a certaines limites car, à l'heure actuelle, il existe de nombreux composés qui peuvent agir à la fois comme poisons gastriques et de contact, et d'autres qui peuvent agir dans toutes les catégories, Selon leur mode d'action. Basé sur leurs structures chimiques.

II-3-2-1-insecticides basés sur l'activité

Les insecticides peuvent en grande partie être classés en deux catégories :

A- Insecticides systémiques

Ce sont les insecticides qui deviennent une partie de la plante grâce à une distribution systématique. Les insectes qui pourraient alors s'en nourrir, consomment les plantes insecticides et sont éliminés. Les insecticides systémiques ont une activité résiduelle ou à long terme.

B-Insecticides de contact

Cela inclut les insecticides qui peuvent pénétrer la peau des insectes. Ils sont toxiques pour les insectes lorsqu'ils entrent en contact avec elle. Ils peuvent être de plusieurs types, y compris des composés naturels et des composés organiques synthétiques. Les insecticides de contact ont généralement peu ou pas d'activité résiduelle.

II-3-2-2-Insecticides synthétiques

Les insecticides synthétiques sont le type d'insecticide le plus couramment utilisé. Ils peuvent être toxiques pour un large éventail d'espèces d'insectes. Certains des principaux types d'insecticides synthétiques comprennent:

A-Hydrocarbures chlorés

Aussi appelés organochlorés, organiques chlorés, insecticides chlorés et synthétiques chlorés, ces insecticides contiennent du carbone, du chlore et de l'hydrogène. Certains de ces insecticides avaient une longue action résiduelle et étaient efficaces pendant de longues périodes. Ils ont été développés dans les années 1940 mais sont depuis tombés en désuétude.

B-Organophosphorés

Ce sont des insecticides contenant du phosphore qui sont dérivés d'un des acides phosphoreux. Les organophosphorés sont efficaces pour contrôler les populations d'insectes car ils inhibent le fonctionnement de leur système nerveux. Ils sont particulièrement efficaces contre les insectes suceurs qui se nourrissent de jus de plantes. Ils ont peu d'activité résiduelle, c'est pourquoi ils sont devenus très populaires car ils peuvent respecter les limites de tolérance résiduelle qui peuvent être en place pour la production agricole.

C-Carbamates

Les carbamates sont des insecticides dérivés de l'acide carbamique. Ils sont efficaces pour éliminer les insectes mais ils peuvent également être rapidement détoxifiés des tissus des mammifères, les rendant moins toxiques pour les animaux et les humains(Perry., 1998).

II-3- 2-Fongicides

Les fongicides sont des substances chimiques utilisées pour contrôler et traiter les maladies fongiques des plantes. L'emploi de fongicides s'est généralisé au cours des dernières décennies dans l'agriculture puisqu'il a été estimé que les infections fongiques réduisent les rendements des cultures dans le monde de près de 20% . Les fongicides sont devenus le

principal moyen de lutte contre les maladies fongiques en raison de leur coût relativement faible, de leur facilité d'utilisation et de leur efficacité (Ekaterina. Et al 2019).

II-3- 2-1-Raisons d'utiliser des fongicides

. Il y a trois raisons principales d'utiliser fongicides :

Pour contrôler l'infection pendant la formation et la croissance de la culture céréalière. Pour améliorer le rendement en grain et réduire les défauts. L'infection peut entraîner une diminution de la productivité en raison de dommages aux parties photosynthétiques. Les défauts des parties comestibles de la culture ou des feuilles des plantes ornementales affectent leur attractivité et, par conséquent, les prix du marché. Pour améliorer la durée de conservation et la qualité des plantes produites et récoltées, des dommages pathologiques importants se produisent après la récolte. Les champignons nuisibles aggravent souvent les stocks de céréales, de légumes et de tubercules(Ekaterina et al 2019).

II-3- 2-2-Classification des fongicides

A-Fongicides non systémiques (contact)

Ce type de fongicide a un effet protecteur en tuant ou en inhibant les champignons et les spores fongiques avant que les champignons puissent se développer et se développer dans les tissus végétaux, mais a peu ou pas d'effet une fois que les champignons pénètrent ou colonisent le tissu hôte. De plus, alors que les fongicides non systémiques restent généralement à la surface des plantes, ils sont potentiellement phytotoxiques et peuvent endommager la plante lorsqu'ils sont absorbés. L'action de contact contient des dérivés d'acide dithiocarbamate, des agents à base de soufre et de cuivre, etc. Ainsi, ce type de fongicide ne peut être utilisé que comme agent protecteur. Par conséquent, il est également important de les appliquer sur des plantes spécifiques avant le début de la période d'infection connue pour réduire les risques d'infection. Les agents de contact - tels que le zineb, le polycarbonate, l'oxychlorure de cuivre, le soufre, le mancozèbe, le liquide bordelais et autres ne sont pas en mesure de guérir les plantes déjà malades. Malgré leur nocivité potentielle pour les plantes, les pesticides non systémiques On pense qu'ils sont bons car ils peuvent être retirés ou rincés de la plante avant la récolte. Cela rend les produits propres de la contamination chimique des pesticides et donc meilleurs pour la consommation humaine.

Des exemples typiques de fongicides de contact primaire sont les composés de cuivre inorganiques tels que la bouillie bordelaise, le carbonate de cuivre et le soufre inorganique sous forme de soufre élémentaire et de soufre de chaux. Les fongicides de contact organiques (p. ex. thirame, verbam, ziram) jouent un rôle important dans le contrôle global de Les

maladies des plantes car il est plus efficace et moins toxique que les composés inorganiques. Les fongicides de contact sont des produits adaptés à une utilisation préventive (préventive) car ils agissent par contact à la surface de la plante. Par conséquent, pour protéger la croissance de nouvelles plantes et reconstituer les matériaux emportés par la pluie ou l'irrigation, ou dégradés par des facteurs environnementaux tels que le vent et la quantité de rayonnement ultraviolet, des applications répétées sont essentielles. L'action protectrice de ces fongicides ne dépasse pas 10 à 12 jours avant les premières fortes pluies, après quoi le traitement est répété. Le nombre de traitements fongicides de contact est de 3 à 6 par saison. Pendant le traitement, il est nécessaire de pulvériser non seulement la surface des feuilles mais aussi le dessous, car de nombreux types de champignons commencent à se développer à partir du dessous des feuilles. Par exemple, pour la transformation des pommes de terre, le taux d'application peut être tous les 7 jours pendant le mois. Les fongicides de contact ne pénètrent pas profondément dans les tissus végétaux et sont facilement éliminés, laissant un produit propre pour la consommation. Il est efficace avec un traitement rapide et les instructions suivantes. Pour cette raison, et en raison de leur prix relativement bas (mais il faut rappeler que leur consommation est bien supérieure à celle des fongicides systémiques), ils sont encore largement utilisés pour la protection des végétaux malgré le développement de nouveaux fongicides plus efficaces(Ekaterina.,et al 2019).

B-Fongicides systémiques

Les fongicides systémiques sont absorbés par la plante et transportés vers le site d'infection. Par conséquent, ces composés peuvent tuer le champignon après que le champignon a pénétré dans le parenchyme tissu végétal, arrêtez la propagation de l'infection. Certains fongicides systémiques se déplacent à l'intérieur de la plante à une courte distance seulement du site de pénétration. Ce sont des fongicides systémiques locaux. Les fongicides à base de dicarboximide sont un exemple de ce groupe. Fongicides Dicarboximide, Iprodione, Prosimidone, Vinclozoline, Clozolate, et le métomeclan sont particulièrement prometteurs pour contrôler les maladies des plantes causées par les espèces *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Monilinia*, *Alternaria*, *Sclerotium* et *Phoma*. Le mode d'action de ces composés semble être lié à l'inhibition de la biosynthèse des triglycérides chez les champignons. Certains fongicides systémiques locaux traversent la plaque foliaire d'une surface foliaire à l'autre mais ne diffusent pas dans la plante. Ces fongicides sont appelés translaminaires, c'est-à-dire trifloxystrobine. Les fongicides systémiques, appelés xylème mobile ou système acrobital, se déplacent dans les tissus conducteurs d'eau (xylème), les soulevant dans le flux transpirant,

cependant, la mobilité au sein de la plante est limitée. Par exemple, les fongicides DMI sont modérément mobiles dans les plantes. D'autres sont très mobiles et se déplacent facilement dans le xylème. Des exemples de fongicides systémiques mobiles du xylème sont le thiophanate-méthyl et le méfanox. Le troisième type de fongicide systémique est un système de phloème mobile, le composé circule dans le phloème à l'extérieur de la feuille d'où il se dépose jusqu'aux autres feuilles et jusqu'aux racines. Il n'y a qu'un seul exemple de ce type de systémique parmi les fongicides à base de plantes : les phosphonates, qui comprennent le fosétyl-Al et les phosphites. Les fongicides systémiques peuvent être utilisés comme agents protecteurs, éradicateurs ou les deux, et constituent le type de fongicide le plus récent et le plus prometteur développé. fongicides actuels. Bien que les fongicides systémiques aient généralement un site d'action spécifique, les champignons peuvent rapidement développer une résistance à ceux-ci s'ils sont administrés de manière inappropriée (Ekaterina., et al 2019).

II-3- 2-3- Modalités d'application des fongicides

Les fongicides peuvent être produits sous forme de poussière. Granulés, gazeux, mais le plus souvent fluides. Selon le type, il existe différentes méthodes d'application :

A-Traitement du matériel de plantation (mordançage).

Les fongicides peuvent être appliqués dans diverses solutions t ou incrustation de graines, méthode sèche ou humidification, encapsulation ou granulation.

B-Application au sol

Ce processus convient lorsqu'il s'agit d'agents pathogènes transmis par le sol. La plupart de ces fongicides ont une faible sélectivité et éliminent ainsi non seulement les bactéries et les champignons mais aussi les larves d'insectes nuisibles qui pourraient être préoccupants pour la protection de l'environnement.

C-Pulvérisation

Les pulvérisateurs manuels sont utilisés, ainsi que des véhicules automobiles ou aéronautiques spécialisés. Les pulvérisations peuvent être répétées en fonction de la vitesse d'apparition des jeunes organes végétatifs de la plante, de la durée [] d'action d'un fongicide et du risque de réinfection .

Le bon moment du traitement fongicide est d'une grande importance pour le succès de la protection des semences. Ainsi, les désinfectants pour semences sont couramment utilisés dans les matériaux d'emballage déposés à la fin de l'été ou à l'automne, et les fongicides sont utilisés pour pulvériser les plantes vivaces pendant la dormance à la fin de l'automne, en hiver

ou au début du printemps, comme ils peuvent être dangereux pour les plantes en croissance . Actuellement, en plus de l'utilisation des méthodes décrites pour prévenir la détérioration pendant le stockage, le traitement des fruits par des fongicides est également(Ekaterina., et al 2019).

II-3- 3-Herbicides

II-3-3-1-Définition

Un herbicide est un "agent chimique ou biologique qui tue les plantes ou inhibe leur croissance". Un herbicide est un pesticide destiné spécifiquement à lutter contre les plantes, tout comme un insecticide est un pesticide utilisé pour lutter contre les insectes. Un herbicide peut être une substance d'origine naturelle ou une substance produite par synthèse(Guidline .,et al 2005).

II-3-3-2-Raisons d'utiliser des herbicides

Les herbicides éliminent les mauvaises herbes qui, autrement, rivaliseraient pour la lumière, l'humidité et les nutriments avec les cultures, affectant la qualité et la quantité des produits. Ils peuvent également interférer avec et endommager l'équipement de récolte, héberger des ravageurs et des maladies, contaminer les ressources aquatiques et peuvent même avoir des propriétés toxiques qui causent des problèmes de santé.

Les herbicides sont principalement utilisés dans l'agriculture, mais l'utilisation d'herbicides s'étend également à d'autres industries où les plantes inutiles doivent être défrichées. En agriculture, les herbicides sont utiles car ils peuvent contrôler les mauvaises herbes à presque tous les stades de croissance, offrant une flexibilité aux producteurs de cultures. Chaque culture est affectée par différents types de mauvaises herbes, et les herbicides qui doivent être utilisés seront différents. Certains herbicides peuvent être appliqués avant la plantation des graines pour s'assurer qu'il n'y a aucune trace d'herbicides au préalable. Dans certains cas où les mauvaises herbes peuvent déjà être présentes à côté des cultures en croissance, un herbicide sélectif peut être utilisé pour contrôler les mauvaises herbes sans endommager les cultures. L'utilisation d'herbicides restera importante car ils peuvent avoir un impact significatif sur le rendement et empêcher les mauvaises herbes nuisibles de pousser et d'être traitées en même temps que les cultures(Guidline .,et al 2005).

II-3-3-3-Composants de herbicide:

Un herbicide a généralement trois composants principaux qui, ensemble, sont connus sous le nom de formulation ils sont:

L'ingrédient actif, qui tue la mauvaise herbe cible. Le surfactant, qui aide l'ingrédient actif à se disperser, à adhérer et à pénétrer la surface de la mauvaise herbe ciblée. Le support, qui

stabilise le produit dilué et facilite l'application, la couverture et la rétention de l'herbicide (Guidline .,et al 2005).

II-3-3-4-Fonctionne un herbicide travail

L'ingrédient actif d'un herbicide agit en interférant avec des processus végétaux spécifiques. De manière générale, les enzymes remplissent des fonctions dans les cellules végétales, essentielles à la croissance normale des plantes. Les herbicides interrompent l'activité d'une enzyme végétale en se liant à elle sur un site cible. Cela perturbe le processus spécifique de la plante et la plante meurt. Les herbicides peuvent arrêter de nombreuses fonctions de la plante telles que la respiration, la photosynthèse ou la production de protéines (Guidline .,et al 2005).

II-3-3-5-Mode d'action

L'ingrédient actif d'un herbicide perturbera l'activité de l'un des nombreux processus végétaux au sein de la mauvaise herbe ciblée. L'enzyme ou l'activité qu'un herbicide perturbe est connue sous le nom de mode d'action de l'herbicide. Les herbicides sont regroupés selon leur mode d'action.

A-Activité herbicide

Il existe trois groupes de base d'herbicides liés à leur activité ou à leur mode d'action.

A-1-Herbicides de contact tuent les parties

la cible qu'ils touchent, une couverture complète est donc importante pour tuer la mauvaise herbe ciblée. Ils sont principalement utilisés pour lutter contre les mauvaises herbes annuelles. Ils ne se déplacent pas autour de la plante jusqu'aux racines des plantes et, par conséquent, ne sont généralement pas efficaces sur les plantes vivaces. Des exemples d'herbicides de contact sont Sprayseed et le bromoxynil (Guidline .,et al 2005).

A-2-Herbidestransloqués

pénètrent dans la plante puis circulent dans toutes les parties, y compris les racines. Ce type d'herbicide est utilisé pour cibler les plantes vivaces afin de tuer complètement la plante entière. Des exemples d'herbicides transloqués sont le glyphosate (Guidline .,et al 2005).

A-3- Herbicides résiduels

restent actifs dans le sol pendant une période allant de plusieurs semaines à quelques années. Ils assurent un contrôle continu des mauvaises herbes en tuant les mauvaises herbes à mesure qu'elles germent et sont très efficaces sur les mauvaises herbes à périodes de germination

multiples. Des exemples d'herbicides résiduels sont la simazine et le diuron (Guidline, et al 2005).

B-Sélectivité herbicide

Certains herbicides ne sont pas sélectifs et tuent une large gamme de plantes (par exemple, le glyphosate et les graines de pulvérisation"). D'autres herbicides sont sélectifs et tuent une gamme spécifique de plantes (par exemple, le bromoxynil et le MCPA). La sélectivité est possible car certaines plantes

Décomposent l'ingrédient actif toxique en un produit non toxique et ne sont pas tués. Convertir un ingrédient actif non toxique en un composé toxique, tuant le sélectivité peut également être basée sur la méthode d'application en empêchant physiquement l'herbicide d'entrer en contact avec des plantes non ciblées (par exemple, pulvérisateurs protégés et essuie-mèches). (Guidline, et al 2005).

II-3-3-6-Méthodes d'application des herbicides

Les herbicides peuvent être appliqués de plusieurs façons, chacune adaptée à une situation différente. Le choix de la méthode d'application la plus appropriée augmente l'efficacité de l'herbicide et minimise les risques pour l'opérateur et l'environnement. Voir le tableau de la page 5 Premiers pas avec les herbicides - méthodes d'application (Guidline, et al 2005).

II-3-3-7Classification des herbicides

La classification des herbicides ne repose généralement pas sur leur nature chimique, trop diversifiée, ni sur leur spécificité, qui dépend souvent de la dose d'emploi et du type d'application. Par contre, il est possible de se baser sur la voie de pénétration et leur mode d'action :

A-Herbicides à pénétration par les organes souterrains

A-1-Actions sur la photosynthèse

Triazines : amétryne, atrazine, prométryne, terbuthylazine, etc. Diazines uraciles : bromacil .Triazinones : hécazinone, métribuzine .Urées substituées : diuron, chlortoluron, etc...

A-2>Action sur la division cellulaire

Toluidines : Pendiméthaline, Trifluraline, Etc.Action Sur L'élongation Cellulaire : Alachlore, Métazachlore, Métolachlor, Etc.Inhibition De La Synthèse Des Caroténoïdes : Isoxaflutole, Clomazone.Herbicides A Pénétration Foliaire .Actions Sur La Photosynthèse .Bipyridyles :

Paraquat, Diquat. Diazines : Bentazone, Pyridate, Etc. Actions Sur Les Membranes Cellulaires. Dinitrophénols : Dinoterbe. Benzonitriles : Ioxynil, Bromoxynil. Action Sur La Division Cellulaire. Carbamates : Asulame. Action Sur L'élongation Cellulaire. Aryloacides : 2,4-D, 2,4-Mcpa, Dichlorprop (2,4-Dp), Mécoprop (Mcpp). Dérivés Picoliniques : Triclopyr, Piclorame. Action Sur La Bio-Synthèse. Acides Aminés : Glufosinate-Ammonium, Glyphosate, Sulfosate. Lipides : Graminicides (Fluazifop-P-Butyl, Haloxyfop-R, Etc...). Cirad. ,2000)

II-3-Conditions de utilisation des médicament Agricoles

Pour obtenir les meilleurs résultats économiques et techniques de l'utilisation des pesticides, les instructions suivantes doivent être suivies :

Utilisez les pesticides dans les quantités suggérées et avec précision, et n'augmentez pas les doses de votre avis, car cela augmente le risque de pesticides pour le contrôle humain. Assurez-vous que le pulvérisateur est propre avant d'utiliser des pesticides. Mélangez le pesticide avec un peu d'eau dans un récipient spécial, puis mettez une petite quantité d'eau dans le pulvérisateur et versez le mélange de pesticide dessus, assurez-vous de bien mélanger avec de l'eau, lavez le récipient plusieurs fois avec de l'eau et versez l'eau dans le bassin de la pompe. Effectuez le processus de pulvérisation ou de désinfection tôt le matin lorsque le vent est calme et que la direction du vent est contrôlée, de sorte que la direction du vent soit derrière l'arroseur. Ne pas utiliser de pesticides sur les plantes en cas de stress hydrique (flétrissement), ou d'irrigation récente, ou pendant la période des pluies, sauf après s'être assuré que le terrain est suffisamment sec pour permettre le piétinement. Assurez-vous qu'il n'y a pas d'animaux tels que des vaches, des moutons, des poulets, etc. dans la zone de contrôle. Il est interdit de manger ou de fumer lors de la manipulation des pesticides, qu'ils soient mélangés, préparés ou pulvérisés. Ne pas laver les outils utilisés pour la pulvérisation des pesticides dans les pâturages et les champs fréquentés par les animaux pour le pâturage afin de ne pas les empoisonner ou les blesser. Ne pas utiliser les contenants de pesticides vides à des fins personnelles, mais les jeter après les avoir percés et les avoir placés dans des contenants de collecte. Vide à collecter par les autorités responsables ou la société de collecte des déchets. La durée du travail de pulvérisation de pesticides n'excède pas 6 heures et en cas de symptômes tels que douleurs ou vertiges, le travail doit être arrêté et un médecin doit être consulté (katerina .,2019).

II-2- 4-Répulsifs contre les araignées

C'est un insecticide pour les plantes pour éliminer l'araignée rouge et la poussière végétale. C'est le meilleur pesticide qui aide à éliminer les araignées et de nombreux autres insectes. Il contient également une substance efficace qui est produite à partir de la nature par certains organismes qui vivent dans le sol. Il est équipé d'une technologie de haute précision.

Chapitre III

III-Effets des mycotoxines sur santé humaine

Les mycotoxines sont des toxines d'origine naturelle produites par certains types de moisissures -(champignons) et peuvent être présentes dans les aliments. Les mycotoxines peuvent causer une série d'effets néfastes sur la santé et poser de graves risques pour la santé des humains et des animaux. Les effets nocifs des mycotoxines peuvent atteindre les intoxications aiguës et les intoxications à long terme telles que l'immunodéficience et le cancer. La moisissure se développe également sur une gamme de cultures et d'aliments différents, notamment les céréales, les noix, les épices, les fruits secs, les pommes et les graines de café, généralement dans des conditions de température et d'humidité élevées. La Commission du codex Alimentaires établit des normes internationales et des codes d'usages pour réduire l'exposition aux mycotoxines dans certains aliments, sur la base des évaluations du Comité mixte d'experts sur les additifs alimentaires.

III-1-Effets Des mycotoxines sur la santé humaine

Les effets des mycotoxines est :

III-1-1- Effets des mycotoxines sur la santé humaine au niveau cellulaire

Les effets des mycotoxines sur la santé humaine au niveau cellulaire:

Tableau 03: effets Des mycotoxines au niveau cellulaire (kouloughli.,2020).

Organites	Effets
Noyau	• Inhibition de l'ARN polymérase ADN dépendante Liaison covalente toxine-ADN et Stimulation de la restauration de l'ADN.
Mitochondries	• Augmentation de la perméabilité des mitochondries Transfert des électrons interrompu. Et Conséquences sur la respiration.
Membranes lysosomiales	• Deviennent perméables → déperdition des hydrolases acides non liées.
Réticulum endoplasmique	• Métabolisée dans le RE → Dégranulation du R.E : désagrégation en formes polyribosom.iales hélicoïdales.
Cytoplasme	• Stimulation transitoire puis dépression de la glycolyse, et du métabolisme du glucose.
Fonctions métaboliques	• Synthèse protéique. Et Synthèse du facteur II et VII de la coagulation sanguine.Métabolique du glucose Synthèses d'acide gras, phospholipides.

III-1-1-2-Effets Des mycotoxines sur la santé humaine au niveau organisme

A- Effets des mycotoxines sur santé humaine au niveau organisme sur Foie

Parmi les mycotoxines, L'aflatoxine B1 est le plus dangereux, il modifie de nombreuses fonctions métaboliques chez l'homme. Le principal mode d'action toxique est l'apparition, au niveau hépatique d'un dérivé époxyde, qui se fixe aux macromolécules et est responsable de la toxicité hépatique aiguë lors d'exposition à de fortes concentrations (mort cellulaire) et de l'apparition de mutations puis de la transformation cancéreuse des cellules (effet à long terme) L'aflatoxine B1 possède des propriétés immuno-dépressives dues à son effet inhibiteur de la synthèse des protéines.

B- Effets des mycotoxines sur santé humaine au niveau organisme sur système respiratoire

Les cellules respiratoires sont capables de convertir le mycotoxines« l'aflatoxine B1 » en divers métabolites. Des études de toxicité chez des animaux exposés aux aflatoxines par les voies respiratoires indiquent des lésions et des cancers des voies respiratoires et du foie ainsi que des altérations du système immunitaire. Cela soulève la question de l'exposition possible à ce composé par d'autres voies que l'alimentation. Ainsi, des études ont permis de lier l'exposition aux aflatoxines en milieu professionnel (secteurs agricole et agro-alimentaire) et l'apparition d'atteintes des voies respiratoires pouvant évoluer vers des cancers de la trachée, des bronches et des poumons.

III-1-1-3-Mycotoxines et moisissures productrices associées retrouvées en alimentation humaine et/ou animale

Tableau 04: Mycotoxines et moisissures productrices (Rapport synthétique 2006).

Les types des mycotoxines	Mycotoxines	Principales moisissures productrices
Mycotoxines réglementées ou en cours de réglementation	Aflatoxines B1, B2, G1, G2	• Aspergillus flavus -A. parasiticus, A. nomius-
	Ochratoxine A	• Penicillium verrucosum, Aspergillus ochraceu. • Aspergillus carbonarius
	Patuline	• Penicillium expansum, Aspergillus clavatus • Byssoschlamys nivea.

	Fumonisin B1, B2, B3	• <i>Fusarium verticillioides</i>, <i>F. proliferatum</i>. • <i>Fusarium graminearum</i>, <i>F. culmorum</i> • <i>F. crookwellense</i>, <i>F. sporotrichioides</i>
	Trichothécènes (DON)	• <i>F. poae</i>, <i>F. tricinum</i>, <i>F. acuminatum</i>
	Zéaralène	• <i>Fusarium graminearum</i>- <i>F. culmorum</i>. • <i>F. crookwellense</i>.
	Alcaloïdes d'ergot (dit ergot du seigle).	• <i>Claviceps purpurea</i>, <i>C. paspali</i>, <i>C. Africana</i>.
Autres mycotoxines	Citrinine	• <i>Aspergillus terreus</i>, <i>A. carneus</i>, <i>A. niger</i>. • <i>Penicillium verrucosum</i>, <i>P. citrinum</i>, <i>P. expansum</i>.
	Toxines d' <i>Alternaria</i> (alternariol, alternariol méthyl éther..)	• <i>Alternaria alternata</i>, <i>Alternaria solani</i>. • <i>Aspergillus flavus</i>, <i>A. versicolor</i>, <i>A. tamarii</i>. • <i>Penicillium</i> dont <i>P. camemberti</i>.
	Acide cyclopiézique	• <i>Aspergillus nidulans</i>, <i>A. versicolor</i>, <i>A. flavus</i>.
	Stérigmatocystine Sporidesmines	• <i>Pithomyces chartarum</i>.
	Stachybotryotoxines.	• <i>Stachybotrys chartarum</i>
	Toxines d'endophytes (ergovaline, lolitrem B)	• <i>Neotyphodium coenophialum</i>, <i>N. lolii</i>
	Phomopsines	• <i>Phomopsis leptostromiformis</i>. • <i>Penicillium roquefortii</i>, <i>P. crustosum</i>, <i>P. puberulum</i>
	Toxines trémorgènes	• <i>Aspergillus clavatus</i>, <i>A. fumigatus</i>

III-1-1-4-Effets identifiés ou suspectés des principales mycotoxines et mécanismes d'action cellulaires et moléculaires identifiés expérimentalement

Tableau 05: les toxiques et leurs effets et mécanismes d'action cellulaires et moléculaires (Rapport synthétique, 2006).

Toxine	Effets	Mécanismes d'action cellulaires et moléculaires
Aflatoxine B1 + M1	• Hépatotoxicité • Génotoxicité • Cancérogénicité • Immunomodulation	• Formation d'adduit à l'ADN • Peroxydation lipidique. • Bioactivation par cytochromes P450. • Conjugaison aux GS-transférases.
Ochratoxine A	• Néphrotoxicité • Génotoxicité • Immunomodulation	• Impact sur la synthèse des protéines. • Inhibition de la production d'ATP. • Détoxification par les peptidases.
Patuline	• Neurotoxicité • Mutagenèse in vitro	• Inhibition indirecte d'enzymes.
Trichothécènes (Toxine T-2, DON, ...)	• Hématotoxicité • Immunomodulation • Toxicité cutanée	• Induction de l'apoptose sur progéniture • hématopoïétique et cellules immunitaires • Impact sur la synthèse des protéines. • Altération des immunoglobulines.
Zéaralène	• Fertilité et Reproduction	• Liaison aux récepteurs oestrogéniques. • Bioactivation par des réductases. • Conjugaison aux glucuronyltransférases.
Fumonisine B1	• Lésion du système nerveux central. • Hépatotoxicité • Génotoxicité • Immunomodulation	• Inhibition de la synthèse de céramide • Altération du rapportsphinganine/sphingosine. • Altération du cycle cellulaire.

II-2-Effets des pesticides sur la santé humaine

L'utilisation de pesticides a non seulement influencé le niveau de la production agricole et sa durabilité, mais a également affecté la santé des utilisateurs.(principalement des agriculteurs),

ceux qui vivent à proximité des exploitations agricoles et les consommateurs de produits alimentaires. Les décès dus à l'exposition aux pesticides ne sont pas rares. Chaque année, des dizaines de milliers d'agriculteurs, en particulier dans les pays en développement, sont touchés par l'exposition aux pesticides. Des estimations récentes citées par la Food and Agricultural Organisation (2000) du Pesticide Action Network (PAN) montrent qu'environ trois millions de personnes sont empoisonnées et 200 000 meurent chaque année à cause de l'empoisonnement aux pesticides. Le plus grand nombre de décès se produit dans les pays en développement (Wilson., 2001)

II-2-2-L'exposition aux pesticides:

II-2-2-1- L'exposition aux pesticides sur Peau

L'exposition cutanée est souvent la principale voie d'exposition aux pesticides (Effets dermatologiques, aigus et chroniques possible. Relation linéaire entre les résidus délogeables et l'exposition cutanée (tous les travailleurs et même la population peuvent être exposés. Les risques d'exposition cutanée peuvent persister sur des périodes suffisamment longues. Les risques sont encore plus importants en milieu fermé (dégradation plus lente) (Journées nationales de formation, 2018).

II-2-2- L'exposition aux pesticides sur voie respiratoire

Pour les maladies respiratoires, plusieurs études indiquent que les travailleurs peuvent développer des symptômes respiratoires aigus ou chroniques s'ils sont mal protégés tels que ; Toux, Asthme, Rhinite, Baisse de la capacité vésicatoire (Journées de formation., 2018)

II-2-2-2-Exposition orale (travailleur:)

L'absorption accidentelle de pesticides par cette voie se produit principalement en raison de la contamination des mains, des aliments ou de l'eau. Il est possible d'être exposé par cette voie en mangeant ou en fumant sans s'être lavé les mains après avoir manipulé des pesticides (Journées de formation., 2018)

III-2-3-Facteurs qui influencent la sévérité

Intoxications, Niveau de toxicité et dose, Présence de substances dites inertes ou d'adjuvants (ex: Roundup), Additivité, synergie et métabolisme, La voie d'exposition Les susceptibilités individuelles (ex: paraquat) (Journées de formation., 2018)

III-2-4-L'effet des pesticides sur la santé humaine

Les pesticides ont plusieurs effets sur la santé humaine, car ils peuvent causer des dommages et des intoxications aiguës et chroniques

III-2-4-1-Intoxication aigue

Les intoxications aigue sont les suivantes :

Se manifestiez médiatement ou à court terme après l'exposition de courtedurée (quelques minutes, quelquesheuresouquelquesjours et le nombreux de pesticides peuventêtreresponsablesd'intoxications et passesouventinaperçue car les symptômes ne sontpas toujoursspécifiques (sous declaration).Aussi Dans ensemble, les effetsaigusontrelativementbienconnus.

III-2-4-2-Effets dermatologiques:

Parmi les effets cutanés les plus importants, nous mentionnons les suivants :

Dermatites et plusieurs pesticides peuventproduire des reactionsinflammatoires non allergiques (dermatites de contact). l'expositionrépétéepeutconduire à unesensibilisation et au développement d'allergies (dermatites allergiques)certains pesticides peuventprovoquer des réactionscutanéeslorsd'exposition au soleil (dermatites par photosensibilisation).(journées de formation, 2018).

III-2-4-3-Effets à long terme suspectés:

Les effets à long terme sont nombreux :

Les effetschroniques surviennent suite à l'absorption répétée de faibles doses de pesticide.Le délai avantl'apparition de symptômesoud'unemaladiepeutêtre très long.Aussi ilestparfoisdifficile de faire le lien entre l'exposition et les symptômes observés en raison de cedélai et de nombreuxfacteurs onfondants.(journées de formation, 2018).

III-2-4-4-Pesticides et cancers:

La relation entre les pesticides et le cancer est la suivante :

“Plusieurs pesticides courammentutilisésontétéidentifiéscommecancérigènesconnus, probablesoupossibles pour l'humain (epa, iarc).Et Des étudesépidémiologiquesontproposé une relationentre l'exposition à certains pesticides et la survenue dedifférentes formes de cancers chez l'humain. Certainesétudestentent à démontrer des risquesaccrus chez les enfantsd'utilisateursprofessionnels de pesticides (reins, cerveau et leucémie).

III-2-4-5-Effets sur la reproduction et sur le développement

Les pesticides affectent le développement ainsi que la reproduction. Parmi les effets, nous citons les suivants :

Effets non teratogènes prématurité avortement spontanée (garry et al., 2002). Diminution de la fécondation (meyer et al., 2002). Diminution de la libido et diminution de la production et de la mobilité des spermatozoïdes (padungtod et al., 2000).

Tableau 06: Grande culture et Petits fruits (Journées national de formation., 2018).

<i>Grande culture</i>	<i>Petits fruits</i>
Atrazine	Linuron
Bromoxynyl	Méthoxychlore
Chlorimuron-éthyl	Thirame
Flufénacet	Chlorpyrifos
Glufosinate d'ammonium	Diquat
2,4-D	Fluazifop-P-Butyl
MCPA	Manèbe
Quizalofop-p-éthyl	Zinèbe
Clothianidine	Séthoxydime
Glyphosate	Carbaryl, Diméthoate

III-2-4-7-Effets sur le système immunitaire

Effets des pesticides sur le système immunitaire sont :

Certains pesticides, solvants et ingrédients inertes pourraient affecter la réponse anormale du système immunitaire à l'invasion de virus, de bactéries, de parasites et de tumeurs (études limitées). La réponse immunitaire peut être affectée lors d'exposition chronique à de faibles doses de pesticides.

III-2-4-8-Effets sur le système endocrinien

Effets des pesticides sur le système endocrinien sont :

Certains pesticides pourraient perturber le système endocrinien et provoquer un déséquilibre physiologique (Ex: obésité, diabète, cancer du sein, dommages aux glandes thyroïde et pituitaire, etc.). Le fœtus serait particulièrement vulnérable aux effets endocriniens. Ces effets sont encore peu documentés mais la liste des pesticides possédant un tel potentiel l'allonge continuellement. En milieu de travail, des changements hormonaux ont été observés suite à l'exposition à certains pesticides (Journées de formation., 2018)

III-2-5-Symptômes d'empoisonnement aux pesticides

En raison des différents types de pesticides utilisés dans les opérations de lutte et de leurs modes d'absorption, les symptômes de l'empoisonnement aux pesticides peut également prendre différentes formes. Et en général la plupart des symptômes d'empoisonnement. Les pesticides peuvent être limités aux suivants :

Remarquant une extrême faiblesse et fatigue chez l'utilisateur de pesticides. Il y a une sensation de brûlure et des taches sur la peau. Les larmes de l'utilisateur de pesticides coulent et sa vision devient floue, avec une expansion ou un rétrécissement noté dans la pupille de l'œil. Une sensation de brûlure dans la bouche et le pharynx, une salivation sévère, des nausées, des étourdissements, des vomissements, en plus de la survenue de Diarrhée chez l'utilisateur de pesticides. Sensation de maux de tête, d'étourdissements, de confusion, d'inconfort, de contractions musculaires, de perte de conscience et de difficulté dans la prononciation des mots. L'apparition de toux, de douleurs et d'oppression dans la poitrine, en plus de la présence de difficultés respiratoires chez un utilisateur pesticides (Al-Hassani., 2012).

III-2-6-Mesures prises en cas d'empoisonnement aux pesticides

Dans le cas où des travailleurs ou des personnes sont exposés à des pesticides, que ce soit à l'intérieur du champ ou des champs voisins, avec n'importe quelle dose de pesticides, que ce soit par la bouche, la peau ou le nez, et que l'apparition de certains symptômes oblige à prendre les mesures nécessaires , y compris:

Cesser immédiatement de travailler sur le terrain et demander une assistance médicale avec l'aide des services d'urgence du service d'ambulance immédiat. Et éloignez la personne infectée de la source d'exposition et retirez les vêtements contaminés en lavant le corps avec une grande quantité d'eau et des détergents non nocifs dans le cas où l'œil est contaminé par des pesticides, il doit être immédiatement lavé à l'eau puis recouvert de compresses stériles jusqu'au transfert de la personne blessée à l'hôpital dans le cas où le pesticide est avalé et atteint l'estomac, le patient ne peut être contraint de vomir sauf dans les cas mentionnés sur la fiche d'identification du pesticide. Aussi Mettre le patient blessé dans une position confortable et le couvrir pour le garder au chaud jusqu'à ce que le patient atteigne l'hôpital , en cas d'évanouissement, la continuité de la respiration est assurée, et en cas d'arrêt respiratoire, la respiration artificielle et le rythme cardiaque doivent être stimulés. Fournir au médecin le papier d'identification du pesticide et la carte de sécurité du pesticide auquel la personne

blessée a été exposée, afin de diagnostiquer l'état le plus tôt possible, et dans le cas où il n'est pas disponible, le paquet de pesticide est pris Au médecine(Abu Dhabi ., 2011).

III-2-7-Précautions avant d'utiliser des pesticides

Un ensemble de précautions doivent être prises avant d'utiliser des pesticides, dont les plus importantes sont les suivantes :

Assurez-vous que le pesticide est enregistré dans le pays avant de l'utiliser. Lisez et suivez les instructions sur l'emballage avant d'ouvrir l'emballage. Assurez-vous que le pesticide est valide, la méthode d'utilisation, la quantité de dose prescrite et la durée de sécurité. Assurez-vous que le pesticide est efficace contre les ravageurs à contrôler et recommandez la culture affectée en pulvérisant le pesticide. N'utilisez pas de pesticides domestiques sur les arbres et les plantes, car la pulvérisation utilisée cause des brûlures aux plantes. Fermez toutes les ruches et empêchez les insectes d'y entrer dans le champ (Abu Dhabi ., 2011).

III-2-8-Précautions à prendre lors de l'utilisation de pesticides

Un ensemble de précautions doivent être prises lors de l'utilisation de pesticides, dont les plus importantes sont les suivantes :

N'essayez pas d'ouvrir l'emballage du pesticide et de le sentir pour découvrir le type de pesticide. N'essayez pas de mélanger deux pesticides à moins d'être conscient de la possibilité de mélanger selon les instructions du fabricant. Connaissant la période pendant laquelle il est interdit de récolter des cultures traitées avec des pesticides, et il n'est pas permis de récolter des fruits pendant cette période, qui est considérée comme interdite. N'essayez pas d'utiliser plus d'insecticides qu'indiqué sur l'emballage et selon les instructions du fabricant. Vous ne voyez pas le soleil lorsque la température est élevée et que la vitesse du vent est élevée. Assurez-vous de l'utiliser à un moment où il n'y a pas de vent car il peut le porter. Portez une combinaison de protection, un couvre-chef, un couvre-nez, des lunettes, des gants et des chaussures de protection en matériau d'étanchéité. Suivez les instructions sur l'emballage en posant des questions à l'ingénieur agronome sur l'utilisation des pesticides. Guide de prévention et de vulgarisation agricole précisé par le producteur. Utiliser un pulvérisateur de haute qualité qui fonctionne sans pression et peut contrôler la taille des particules de pesticides. Pulvériser les plantes avec une quantité appropriée de pesticide (Abu Dhabi ., 2011).

III-2-9-Précautions à prendre après l'utilisation de pesticides

Un ensemble de précautions doivent être prises après de l'utilisation de pesticides, dont les plus importantes sont les suivantes :

Si vous avez utilisé un herbicide, n'utilisez pas le même insecticide ou fongicide, afin qu'il ne reste aucune trace de l'herbicide. Laver immédiatement toute tache d'insecticide avec beaucoup d'eau propre. L'emballage doit être brûlé ou enlevé pour empêcher son utilisation à quelque fin que ce soit, en particulier pour les enfants. Enlevez vos vêtements immédiatement après la fin des travaux, lavez-les avec de l'eau savonneuse et de l'eau de javel et séchez-les sans odeur ni air chaud. Ils doivent placer des panneaux clairs à un endroit bien en vue dans le jardin indiquant que le champ a été traité avec une substance toxique, en tenant compte de la période de non-entrée en période de sécurité. Confiner les animaux de la ferme dans des enclos et ne pas faire paître le champ traité avant la fin de la période de sécurité (Abu Dhabi ., 2011).

III-2-10-Règles générales de sécurité pour le stockage des pesticides

Le stockage des pesticides est l'une des étapes importantes du traitement des pesticides, car il préserve la sécurité des pesticides contre les dommages causés par les facteurs environnementaux. Les règles les plus importantes sont les suivantes:

Les conditions de stockage sont généralement sèches, à des températures modérées et dans des endroits secs. Déterminer la capacité de stockage en fonction des besoins réels en pesticides de la ferme ou des magasins vendant du matériel agricole. Lisez attentivement l'étiquette du pesticide avant de le stocker pour connaître les exigences et les conditions de stockage des pesticides.

Le local de stockage doit être correctement construit, si structurellement, pour être étanche, ignifuge et verrouillé. Seules les personnes autorisées ou expérimentées sont autorisées à entrer. Le magasin doit disposer d'un éclairage adéquat pour assurer une bonne visibilité. Stockez la plus petite quantité possible de pesticides sur la ferme conformément aux exigences des programmes de contrôle dans la ferme. Placez une trousse de premiers soins dans chaque lieu de stockage. Des panneaux d'avertissement doivent être placés à l'intérieur et à l'extérieur des magasins de la ferme, dans des endroits visibles, et en arabe et dans d'autres langues. Mettez de côté les pesticides dangereux avec des signes de danger tels que tête de mort et os croisés. La liste des symboles de matières dangereuses doit être colorée et affichée dans le magasin. L'entrée non autorisée est interdite.

Il est interdit de manger et de fumer sur le site. Disponibilité de documents de sécurité chimique pour chaque pesticide stocké. Fournir aux magasins un système de refroidissement approprié à une température de 18 à 20 degrés Celsius. L'endroit où les pesticides seront déposés doit être d'une manière qui ne nuit pas à la sécurité de

l'environnement. L'emplacement du magasin doit être éloigné des sources susceptibles de provoquer des incendies, telles que le carburant et les sources d'incendie. Former tous les travailleurs des entrepôts de pesticides commerciaux ou agricoles pour faire face aux urgences (Abu Dhabi ., 2011).

***Partie
expérimentale***

Chapitre 01

Matériels et méthodes

I-Problématique

Le stockage est un bon moyen de préserver et de prévenir les dommages alimentaires ou la corruption, et la plupart des sociétés dans tous les pays du monde utilisent des moyens de stockage et de conservation des aliments pendant plusieurs années afin de prolonger sa vie et sa durée de vie spécifique, les gens l'utilisent. De nombreux moyens et méthodes de conservation des aliments, y compris ceux qui ne sont plus utilisés, dont certains sont encore utilisés aujourd'hui, ont aidé les anciennes méthodes à développer des méthodes de stockage et des technologies modernes. L'objectif de cette étude est de se familiariser avec le système de stockage et d'analyser les abus qui se produisent à son niveau; Pour le blé et les pommes de terre, qui est considéré comme l'un des produits paysans les plus consommés dans la vie quotidienne, ainsi que l'étude de la relation de ces abus à l'apparition de mycotoxines, dont certains sont dangereux pour la mort. Nous avons également étudié la relation entre l'application de pesticides à ces produits, pendant la phase de culture, et leur impact sur la santé des consommateurs. Notre étude vise à analyser les abus qui se produisent au sein du système de stockage du blé et de la pomme de terre et leur relation avec l'émergence de mycotoxines, ainsi que les abus qui se produisent lors de l'application de pesticides en agriculture et leur impact sur la santé humaine, et pour voir s'il existe-t-il une relation entre le système de stockage et les mycotoxines, et quelle est la relation entre les pesticides et les mycotoxines et la santé humaine ?

I-1-Formulaire d'enquête

Notre étude a été menée à travers une enquête basée sur un questionnaire créé avec des objectifs fixés. Il se compose principalement des sections suivantes :

-  Les ingénieurs
-  Les agriculteurs.
-  Les responsables de stockage.

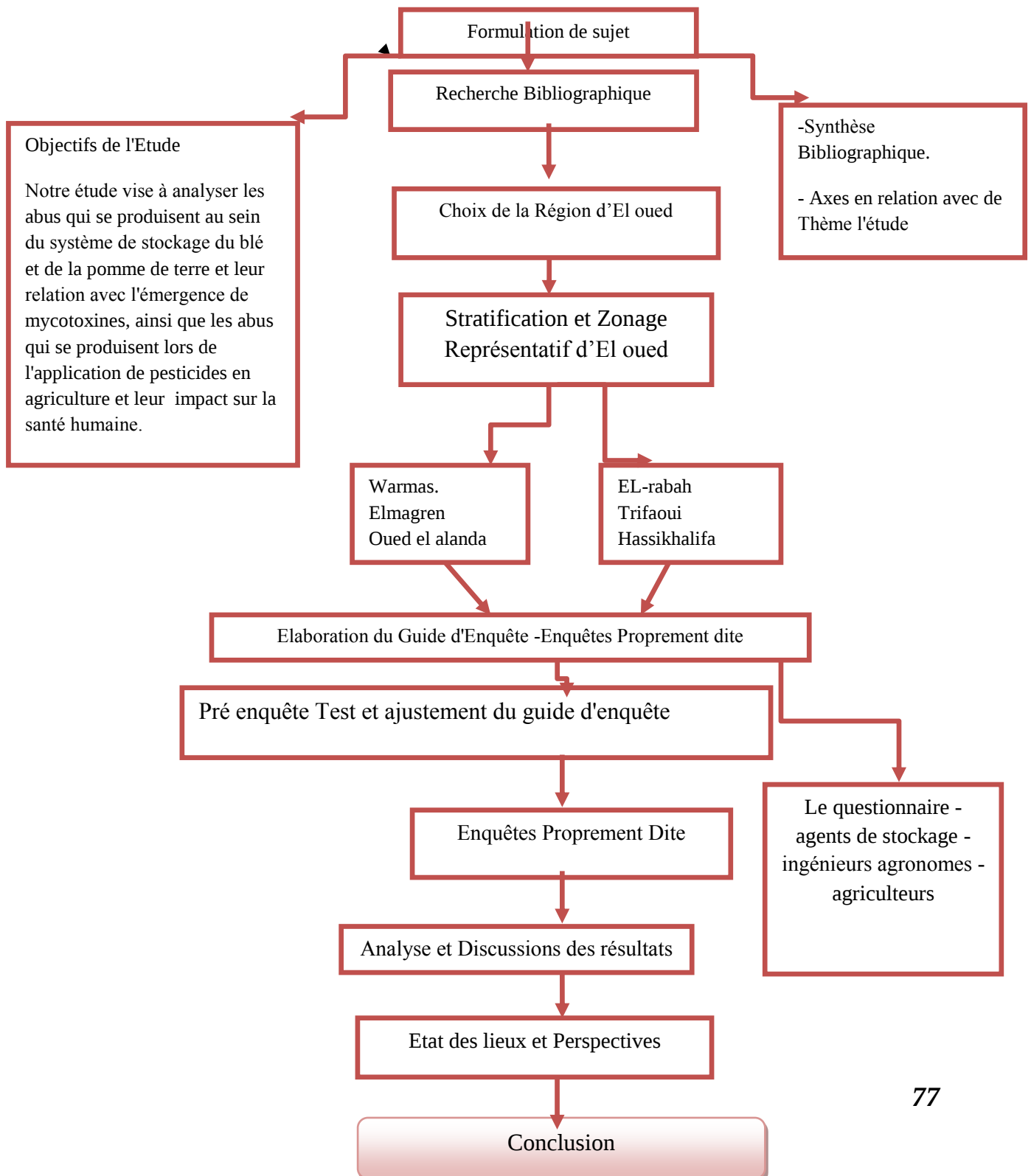
I-2- Déroulement de l'enquête

L'enquête a commencé dans la période de septembre 2022 à mars 2023, et ce qu'il faut souligner, c'est que l'enquête n'a pas été facile, en raison de la difficulté d'accéder aux locaux de stockage, ainsi que de l'existence d'un local de stockage destiné à la consommation de blé humain, qui a été fermé par l'État. De plus, le manque de champs de blé au niveau de l'État.

Nous avons mené des enquêtes auprès de 79 personnes et chaque étude a fourni des questionnaires aux agriculteurs, aux gestionnaires de stockage et aux agronomes.

I-3- Analyse statistique des résultats

Après avoir collecté les informations, nous avons traités les résultats par le programme SPSS.



I-4-Matériel et méthodes

Notre travail présente une étude des facteurs qui conduisent à la sécrétion de mycotoxines, ainsi que les effets des pesticides agricoles sur les produits agricoles (blé, pomme de terre) destinés à la consommation humaine au niveau de wilaya 'El Oued. Ceci a été réalisé en utilisant une étude de terrain à travers des questionnaires distribués aux travailleurs du secteur agricole et du secteur du stockage. Là où il est impossible de mener des analyses médicales qui révèlent définitivement la présence de mycotoxines, et donc notre étude était une étude déductive basée sur les résultats des questionnaires.

I-5-Matériels humaine

Le nombre de personnes sur lesquelles nous avons travaillé dans notre étude était de 79 personnes, réparties en 17 dans notre étude sur le blé, et 62 dans notre étude sur la pomme de terre. Chaque étude a fourni des questionnaires aux agriculteurs, aux responsables du stockage et aux ingénieurs agronomes. Les résultats de ces questionnaires ont été étudiés à l'aide du programme SPSS.

I-6-période d'étude

L'étude a été débuté en septembre 2022 et s'achevée le mois de mars 2023. Durant cette période, notre visite aux zones est régulière afin de collecter des informations.

I-7-Sites d'études

Notre étude a été réalisée dans la wilaya d'El Oued, dans les régions suivantes :

Hassi Khalifa -Al-Muqrin- Al-Rabbah -Al-Tarifawi- Wadi Al-Alanda- Warmase

I-8-Climat des zones d'études

Le climat d'El Oued, est caractérisé par une aridité extrême (climat hyperaride). L'hyperaridité et la chaleur sont ses caractères essentiels (Moussaoui et al., 2019).

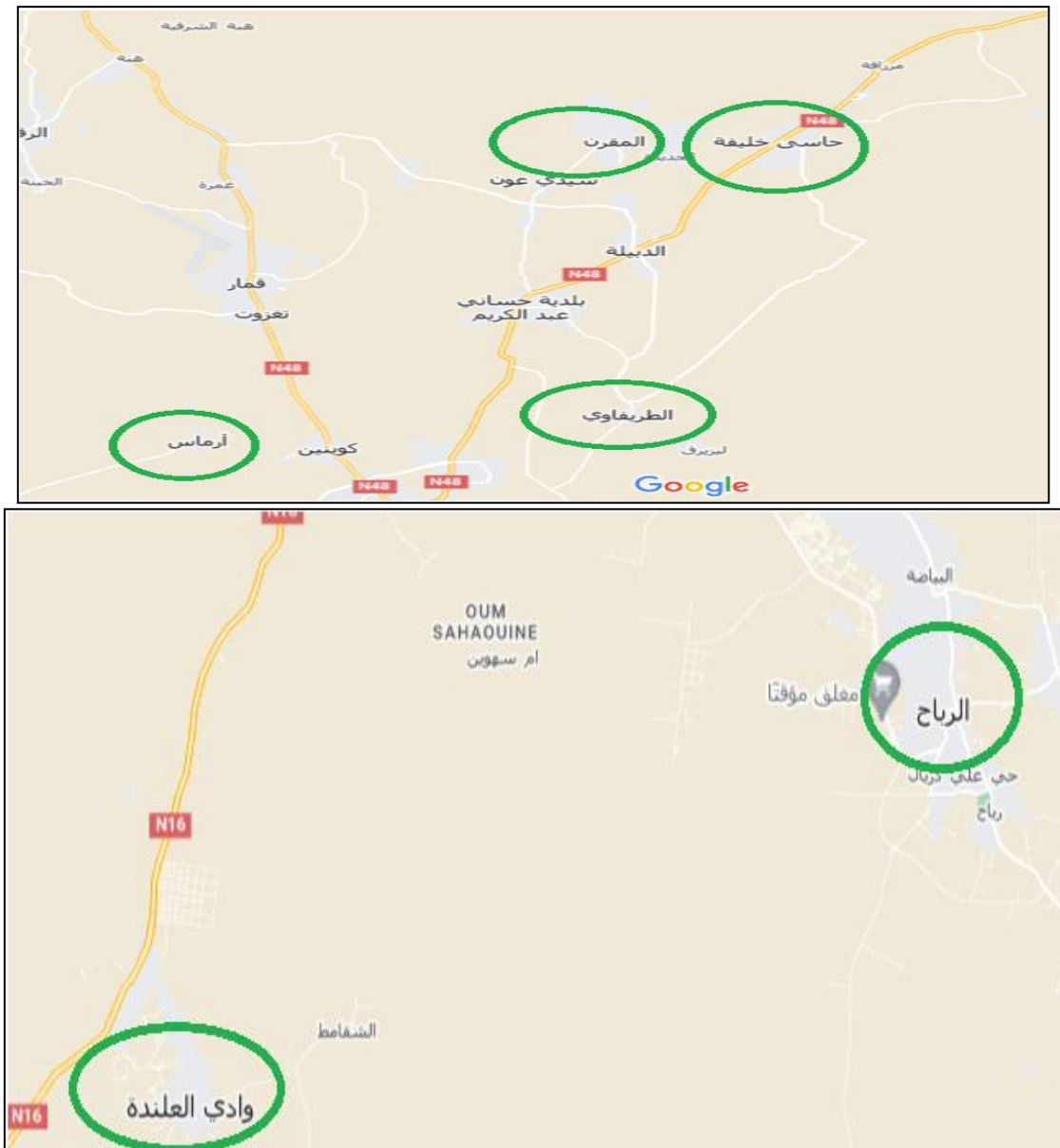


Figure 24: Carte géographique représentant les zones étude (google maps)

Chapitre 02

Discussion et résultats

II- Résultats et discussion

A travers les résultats de la production de pomme de terre présentés dans le tableau, nous constatons que la wilaya d'El Oued est une région agricole qui produit la pomme de terre en abondance, et c'est pour cette raison que nous l'avons choisie comme objet de l'étude. A travers les résultats de la production de pomme de terre présentés dans le tableau, nous constatons que la wilaya d'El Oued est une région agricole qui produit la pomme de terre en abondance, et c'est pour cette raison que nous l'avons choisie comme objet de l'étude.

II-1-Blé

Du fait de l'existence d'un seul entrepôt de stockage de blé destiné à la consommation humaine, et qui a été fermé, notre étude s'est limitée au blé destiné à la consommation animale, qui à son tour affecte indirectement l'homme à travers les produits animaux (lait, viande, œufs...) qui sont consommés par l'homme.

II-1-1-Agricultures

Au niveau d'El Oued le pourcentage d'agriculteurs qui cultivent le blé chaque saison est 87.5% , et ceux qui changent le produit chaque année 12.5%(Figure 25). Dans notre résultat, on a trouvé que les l'agriculteurs de l'état d' El oued cultivent 100 % le blé à l'automne (septembre). Et il utilisent 100% les même médicaments pour traiter le blé « les médicaments les plus connu sont Vidimev-Engeo-Force-seucor ». ils sont les utilisent deux fois dans le cycle de vie du blé selon de stade de croissance, en le comparant au facteur de risque d'exposition continue, on voit qu'ils n'en tiennent pas compte. Les agriculteurs ont dit que nous donnions le médicaments selon la dose indiquée dans la boîte. Ils ne respecte pas la nombre de fois d'utiliser le médicament prescrite par les ingénieurs et sa utilisent selon leur besoins , en comparant leur réponse avec le facteur de risque, qui est le respect de la dose, on voit qu'ils respectent la dose indiquée .tous respectent la durée précité du l'affliction du médicaments avant de récolter le blé, en comparant la réponse avec le facteur de risque (le délai de sécurité), on constate qu'ils respectent tous ce durée .100% des l'agriculteur utilisent le mémé médicaments plus d'une fois pour obtenir de meilleurs résultats, en le comparant au facteur de risque d'utilisation répétée de pesticides, on constate qu'ils ne respectent pas ce facteur. 87.5% Ils utilisent des semences locales et 12.5% d'entre eux utilisent des semences importées (figure 26). 87.5% l'agriculteur ne présentent pas des symptômes après avoir utilisé les médicaments mais 12.5% d'entre eux le font, c'est la preuve du début des effets des

pesticides (figure 27). Ils ne dirigent pas le blé pour la consommation avant la fin de la période qui doit être respectée après l'application des médicaments. L'agriculteur d'Al Oued ne traite pas le sol avant la plantation, en comparant le facteur de risque (résidus de pesticides) et la réponse, nous avons constaté que les agriculteurs ne se soucient pas de ce facteur.

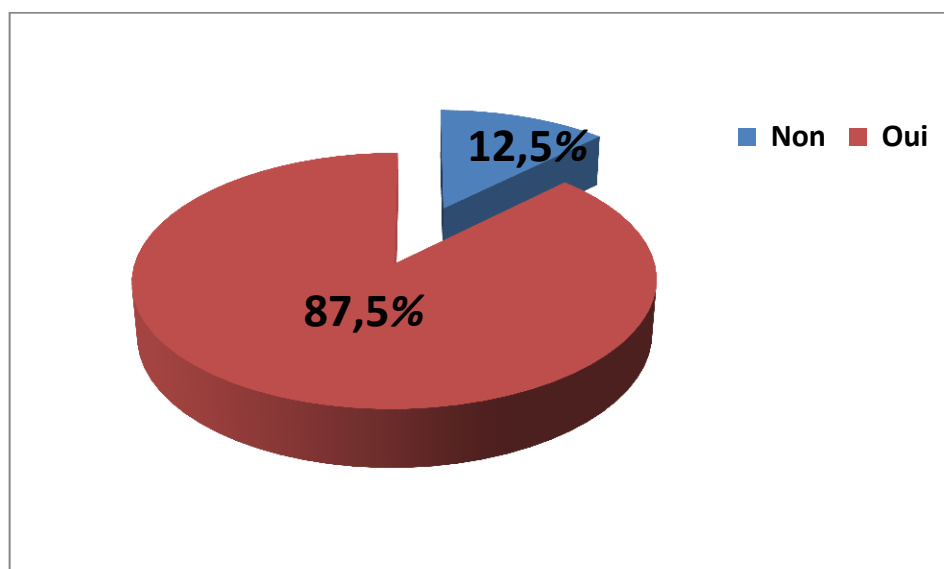


Figure 25: La proportion d'agriculteurs qui cultivent du blé à chaque saison et qui changent de produit.

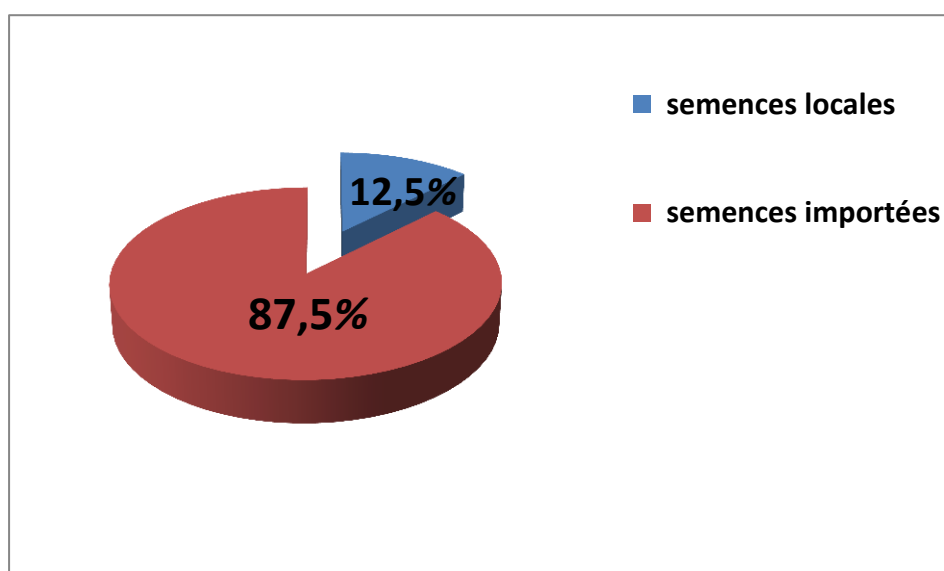


Figure 26: Pourcentage de semences locales et importées.

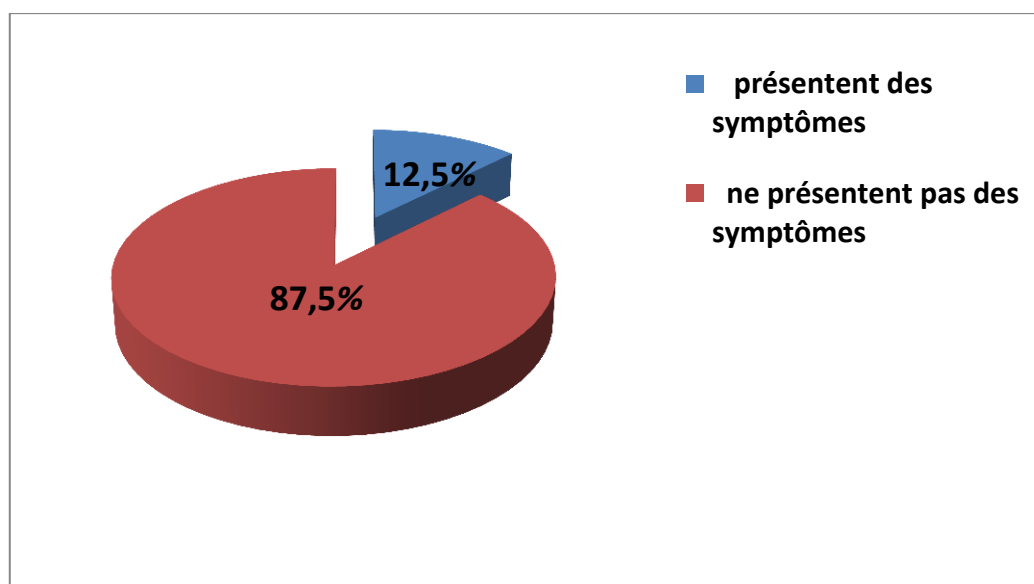


Figure 27 : L'incidence des symptômes

II-1-2-Responsable des stockage de blé

100% responsables des stockage d'El oued stockent le blé interrieure et exterieure. Et ils utilisent une chambre de stockges (chambre froide) spéciale pour de blé. 75% des responsables de stockage stockent le blé en tempirateur entre 20°C-25°C et 25% stockent le blé en tempirateur entre 25°C-30°C (Figure 28). Tous les responsables de stockage d'El oued utilisent le nettoyage normale à la main sans protocole. Et ils disent que l'humidité affecte sur le blé (A notre, la zone d'eloued n'est pas humide sauf quelques fois). 75% des responsables de stockage suivent un protocole de stockage spicifique et 25 % ne suivent pas un protocole destockage(Figure 29).

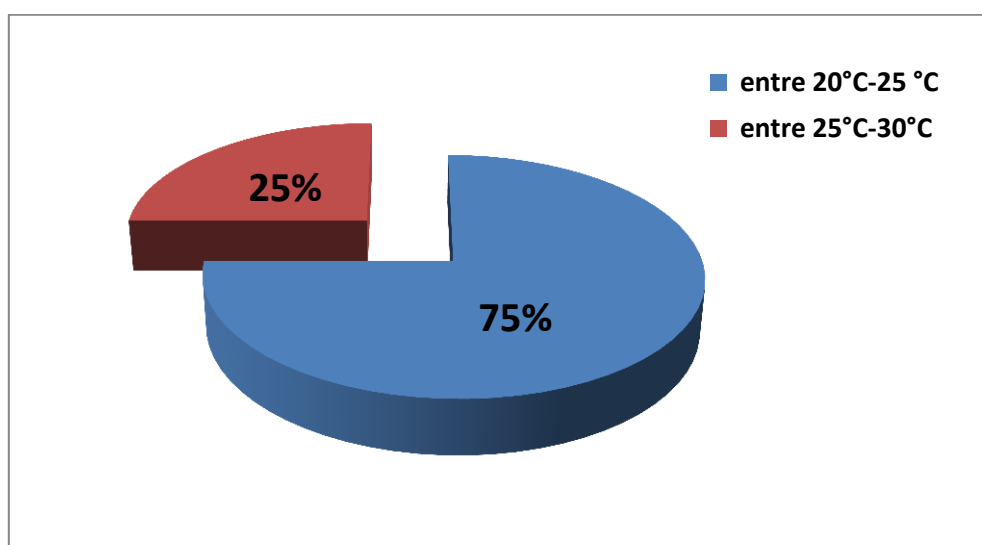


Figure 28: Le pourcentage de différence de température pendant le stockage

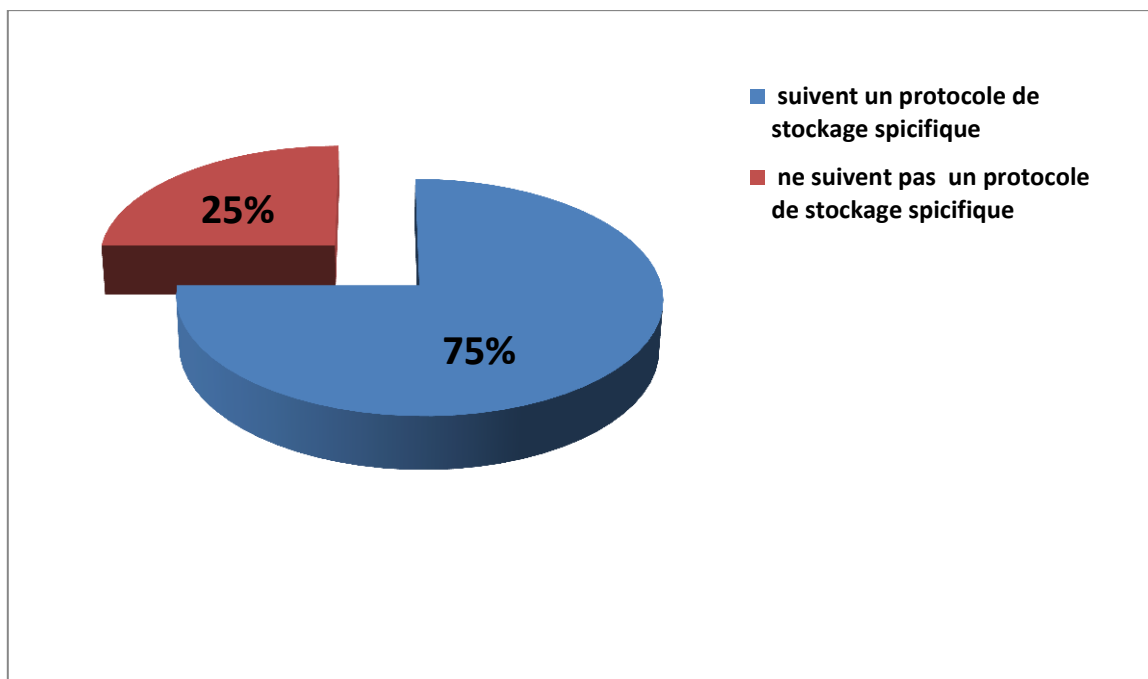


Figure 29 :Le pourcentage de ceux qui suivent ou non un système de stockage spécial

100%des responsables de stockage ne appliquent pas des mesures pour prtéger le blél'humidité.50% des stockeurs disent la durée de stockage est inférieure deux mois ,Et autres 50% disent la durée de stockage est plus de deux mois (Figure 30).75% des stockeurs disent que la période de stockage n'rien à voir avec la saison Alors que 25/100 pensent qu'il est lié au saison(Figure 31).100% les rs disent si une partié de la récolte est endomagees elle est éliminé immédiatent. Et ils traitent le chambre de blé avant de le stockage (nettoyage,désinfectants,inscticids).tousles stockeurs respecte de periodé de vide lygiénique avant le nouveau stocke.75%des responsables de stockage disent il n'ont pas de contrôle administative sur les salles de stockage.et ls autres 20% ont de controlé (Figure 32).

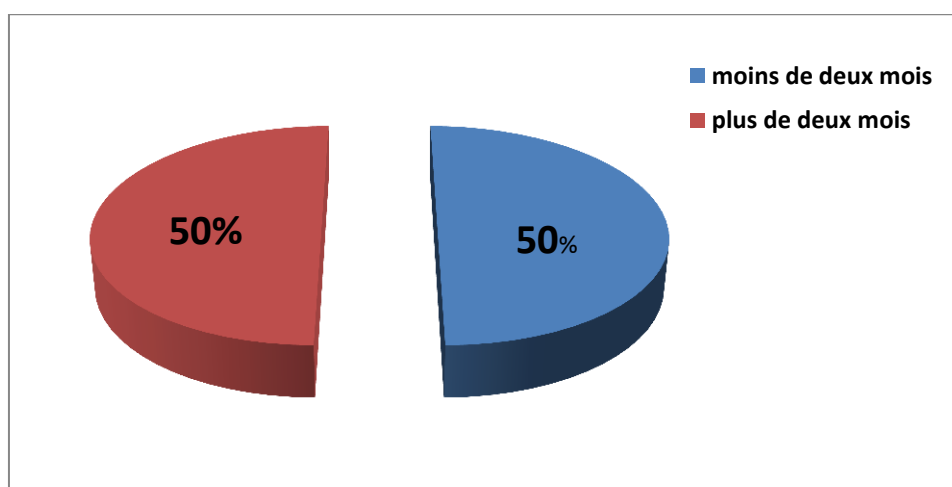


Figure 30 :Pourcentage de ceux qui stockent moins de deux mois et plus de deux mois

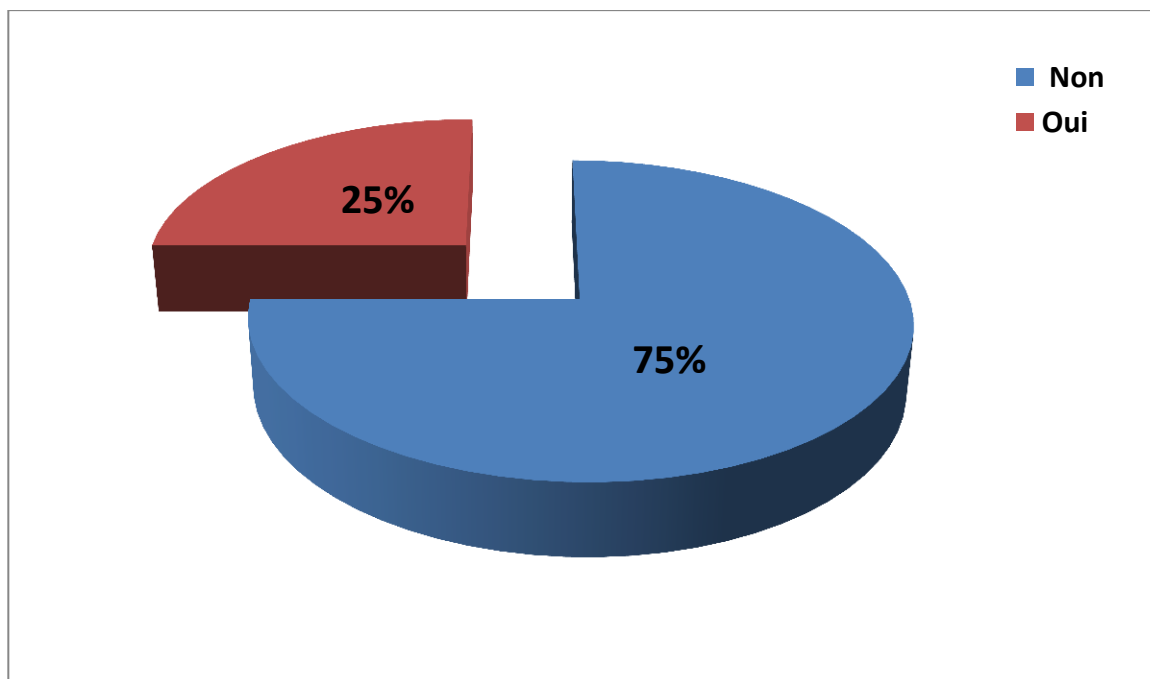


Figure 31 :Relation de stockage avec la saison

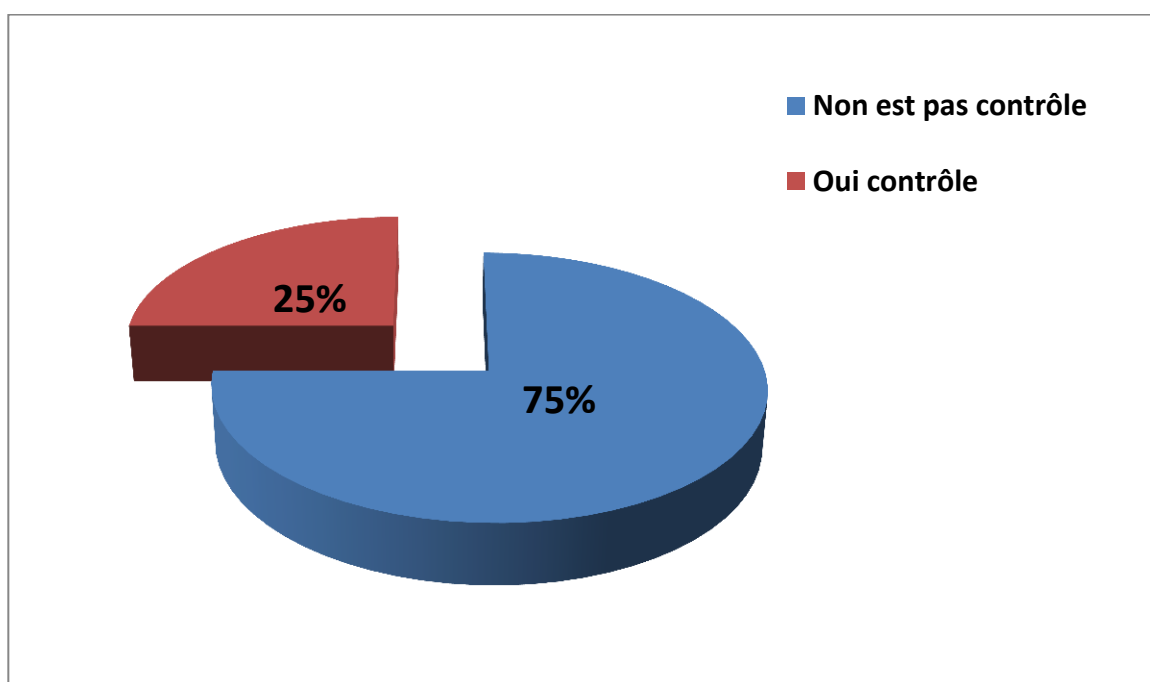


Figure 32 :Relation de contrôle de gestion pendant la période de stockage

II-1-3-Ingenieurs

Tous Les ingénieurs disent que ils faut utilisant les médicaments agricoles. Et les médicaments les plus fréquemment utilisés sont (sencor-engeo-force).Et 100% Les ingénieurs disent que ils faut utilisant les médicaments en tous les étapes de croissances de plants .Aussi 100% Les ingénieurs disent que ils faut utilisant les médicaments selon le besoin (les médicaments préventifs ou curatifs). Comme ça 100% Les ingénieurs disent que ils faut

utilisant un médicaments déférents pour ils 'ne récoltes pas de résultats satisfaisant. Comme ça 100% Les ingénieurs identifient le temps entre appliqué les médicaments et récoltent 60% des ingénieurs, ils rencontrent des ne difficultés pour fournir des conseils sur le type des médicaments et la maniéré de l'utilise et 40% les autres ne rencontrent pas problèmes (Figure 33). Aussi 100% des ingénieurs disent il n'y a pas de nouveaux médicament sur le marché dans les années 2020/2021. Et 80% des ingénieurs disent il y'a une période spécifique pour l'utilisation de médicaments et 20% l'autres disent qu'il n'y a pas de période spécifique pour les médicaments (Figure 34). Aussi 80% des ingénieurs disent les médicaments utilisés préventifs et curatifs 20% l'autre disent les médicaments utilisés pour le curatifs seulement (Figure 35).

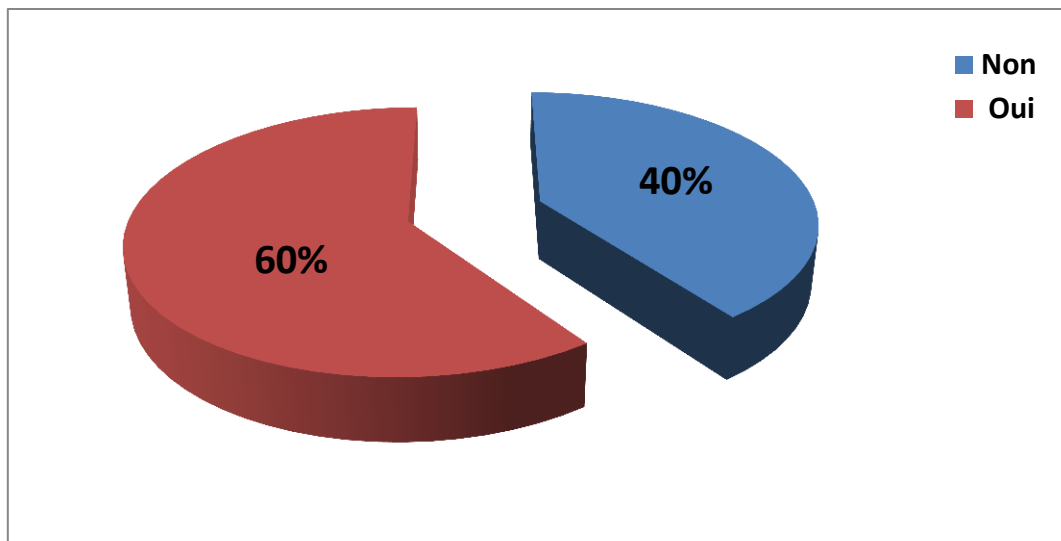


Figure 33 : Pourcentage de personnes qui reçoivent des conseils sur le type de médicament et son utilisation, et qui refusent

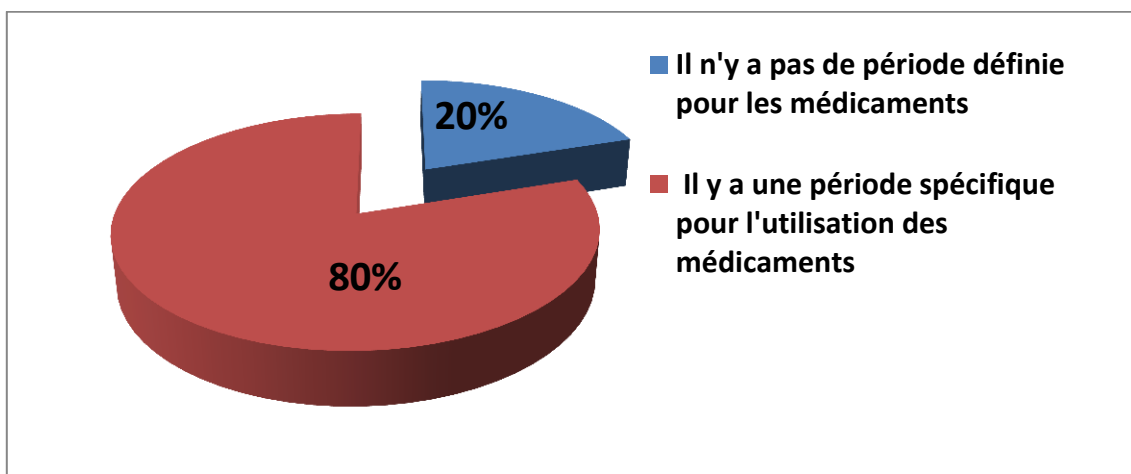


Figure 34 : Pourcentage de respect de la période d' utilisation des médicaments.

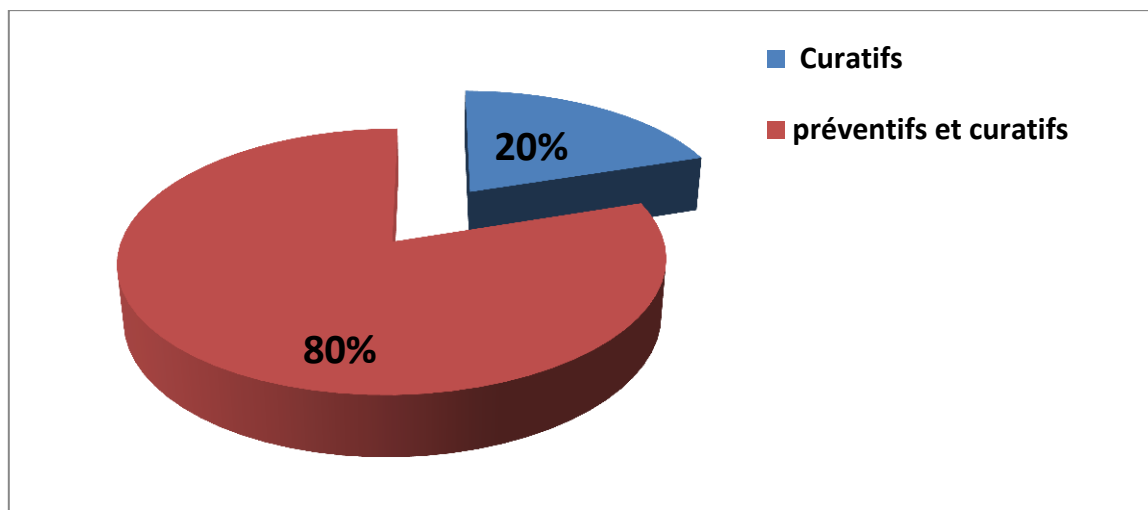


Figure 35 : Pourcentage d'utilisation des médicaments pour curatifs ou pour préventifs et curatifs ensemble.

II-2-Pomme de terre

II-2-1-Agricultures

Au niveau d'El Oued, le pourcentage d'agriculteurs qui cultivent la pomme de terre à chaque saison est de 75%, et ceux qui changent de produit à chaque saison est de 25%(figure 36). 67.9% Des agriculteurs utilisent des graines importées et 7.1% d'entre elles en utilisant local et le reste 25% utilisent local et importé (figure 37). 64.3% des agriculteurs montrent des symptômes satisfaisants après l'utilisation de médicaments, c'est la preuve du début des effets des pesticides et 35,7% ne montrent aucun symptôme(figure 38).

Les pommes de terre sont cultivées dans l'état de la vallée en toutes saisons, mais elles sont davantage cultivées en été qu'en hiver. Il y a une différence dans l'utilisation des médicaments à base de pomme de terre, il y a des agriculteurs qui utilisent à nouveau le même médicament plus d'une fois dans le cas de la maladie de la pomme de terre, d'autres changent de type de médicament et l'autre type utilise le médicament au besoin, et le quatrième type change parfois et utilise parfois le même médicament. Tous les agriculteurs utilisent le médicament pendant la vie de la pomme de terre selon les besoins.

60.7% des agriculteurs utilisent les mêmes médicaments agricoles, tandis que 39,3% d'entre eux changent. Par comparaison entre la réponse et le facteur de risque d'exposition et d'utilisation continue des pesticides, nous avons constaté qu'ils 39,3 sont respectés et 60,7% non respectés(figure 39). 71.4 des agriculteurs respectent la période d'application du médicament sur les pommes de terre et 28,6 d'entre eux en utilisant leur propre besoin. Par comparaison entre la réponse et le facteur de risque d'exposition et d'utilisation continue des pesticides,

nous avons constaté qu'ils 71.4% sont respectés et 28,6% non respectés (figure 40). 53.6% Des agriculteurs utilisent le même médicament plus d'une fois pour obtenir de meilleurs résultats tandis que 46.4 ne font pas. Par comparaison entre la réponse et le facteur de risque d'exposition et d'utilisation continue des pesticides, nous avons constaté qu'ils 53,6% sont respectés et 46,4 non respectés (figure 41).

Dans notre étude, nous avons constaté que 96.4 des agriculteurs respectent la période requise après l'application du médicament sur la plante avant la pomme de terre, par comparaison entre leurs réponses et le facteur de risque, le délai de sécurité, nous avons constaté qu'ils 96,4% respectaient ce délai et 3,6% ne respectaient (figure 42). 67.9 des agriculteurs directes de pommes de terre pour la consommation avant la fin de la période requise après l'application du médicament et 32.1 Respecter cette période, par comparaison entre leurs réponses et le facteur de risque, le délai de sécurité, nous avons constaté qu'ils 32,1 respectaient ce délai et 67,9% ne respectaient (figure 43). 42.9 Ils traitent le sol avant de planter des pommes de terre et 57,1 ne le font pas, par comparaison entre leurs réponses et le facteur de risque des résidus de pesticides, nous avons constaté qu'ils 42,9% sont respectés et 57,1% non respectés (figure 44).

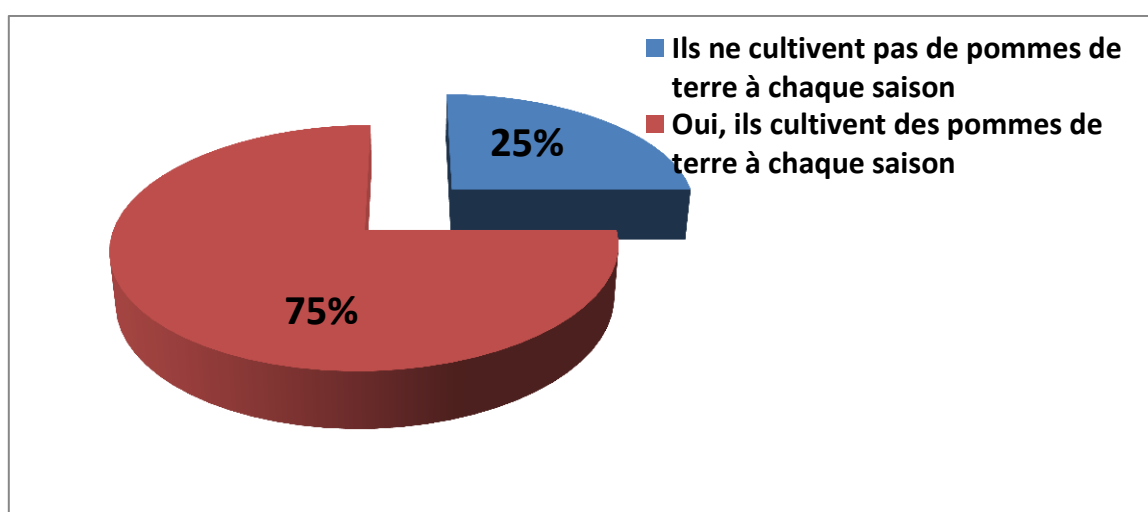


Figure 36 : La proportion de personnes qui cultivent des pommes de terre à chaque saison et qui changent.

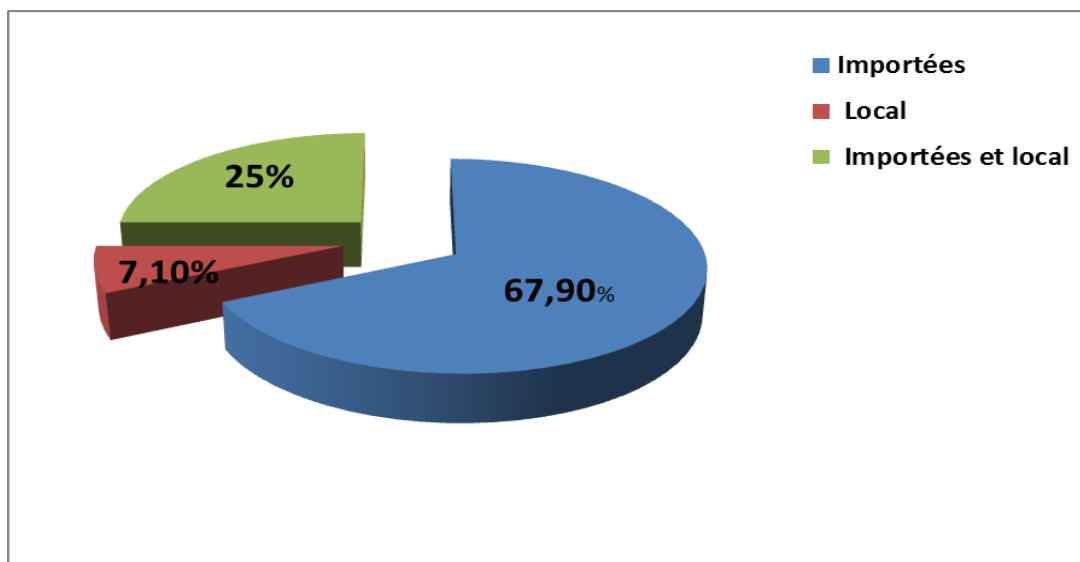


Figure 37: Pourcentage de semences importées et de semences locales

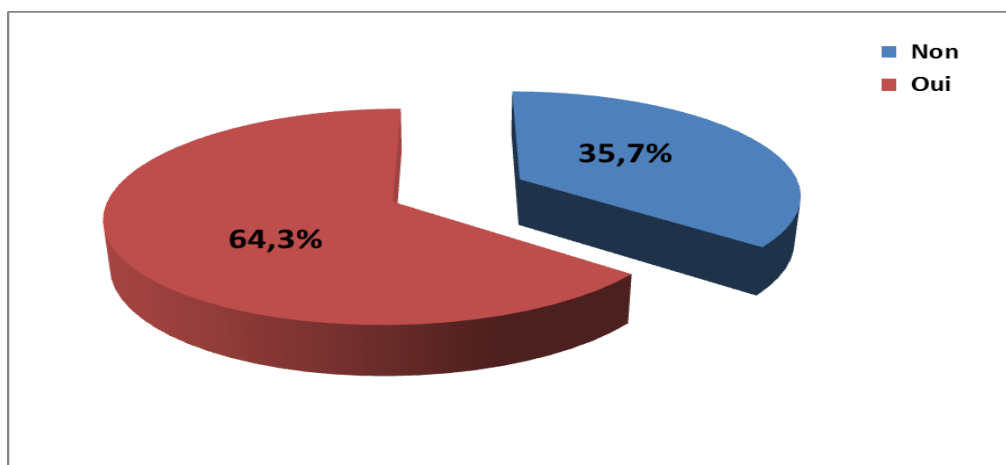


Figure 38: L'incidence des symptômes.

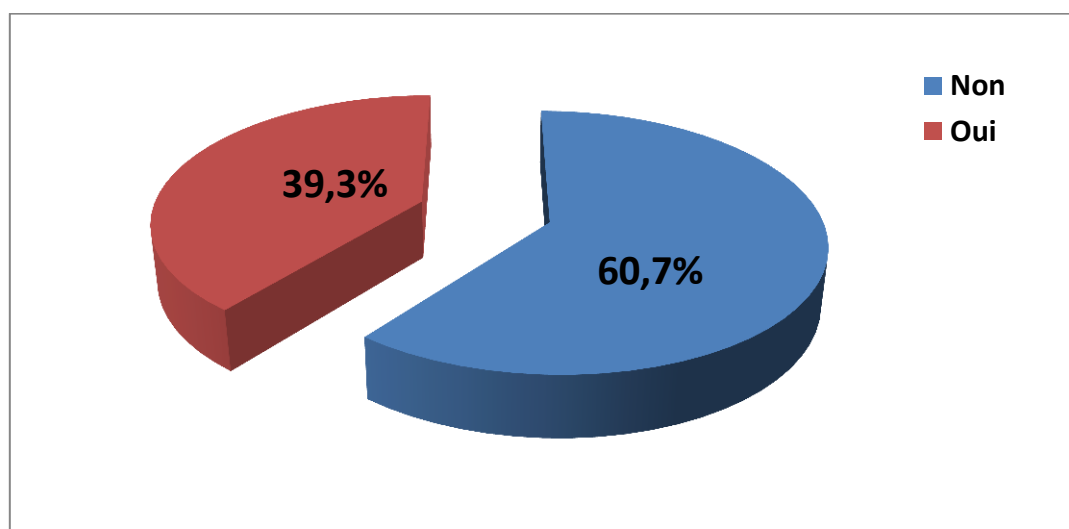


Figure 39 :Pourcentage d'agriculteurs qui utilisent les mêmes médicaments et ceux qui utilisent des médicaments différents

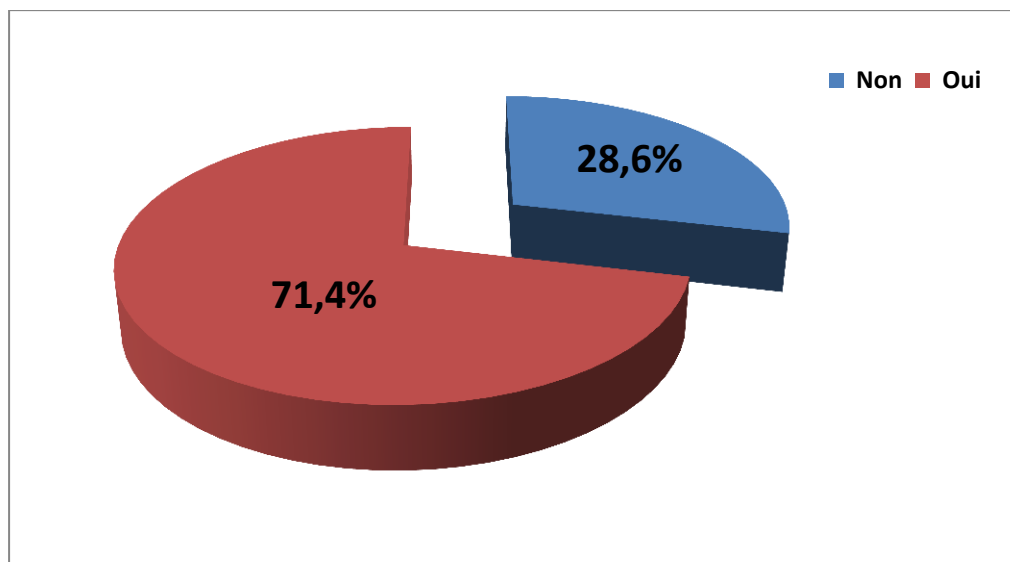


Figure 40 : Pourcentage d'agriculteurs qui respectent la période d'application du médicament sur les pommes de terre

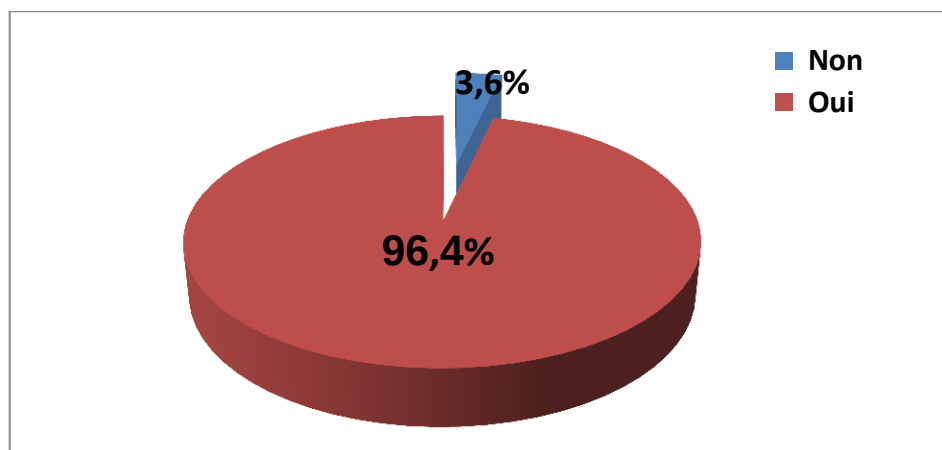


Figure 41 : Pourcentage d'agriculteurs qui respectent le délai requis après l'application du médicament aux pommes de terre

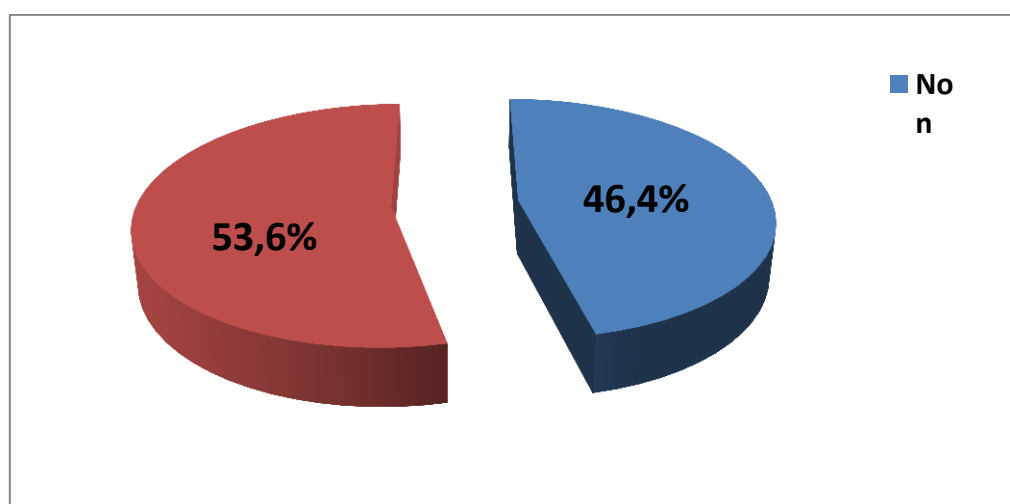


Figure 42: Pourcentage d'agriculteurs qui utilisent le même médicament plus d'une fois

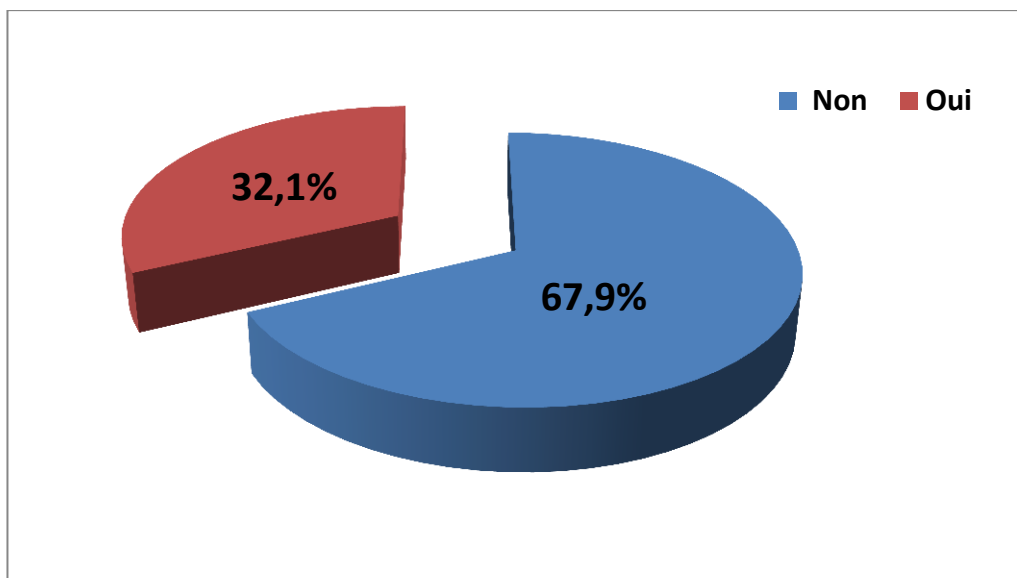


Figure 43 : Pourcentage d'agriculteurs qui dirigent les pommes de terre vers la consommation avant la fin de la période requise après l'application du médicament.

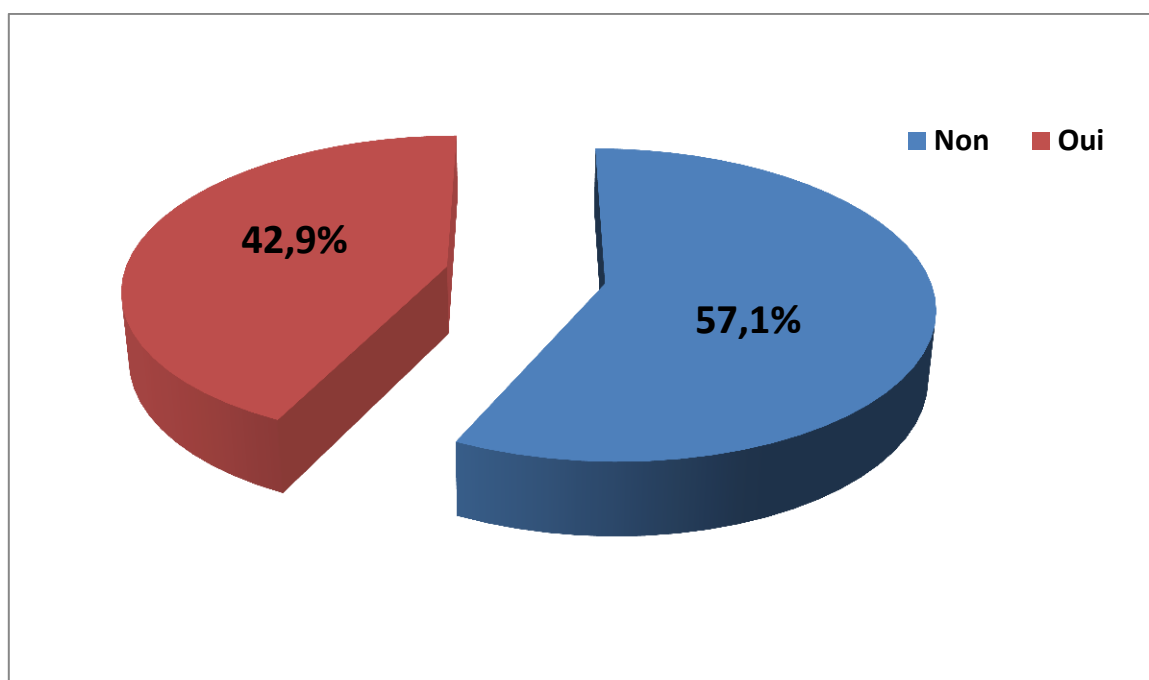


Figure 44 : Pourcentage de ceux qui traitent et de ceux qui ne traitent pas le sol avant de planter des pommes de terre

II-2-2-Responsable des stockage de pomme de terre

95.2% des responsables de stockage stockent les pommes de terre locales et 4,8% d'entre eux stockant des pommes de terre de l'extérieur de la wilaya (Figure 45). 28.6 % des responsables de stockage stockent des pommes de terre à une température de 6°C et 71,4 % d'entre elles stockant des pommes de terre à une température de 4 °C (Figure 46). 85.7% des responsables de stockage utilisent uniquement une salle de stockage de pommes de terre et 14.3% en utilisant

des chambres partagées avec d'autres produits (Figure 47). 71.4% Les responsables de stockage suivent un protocole spécifique au stockage et 28.6 stockent tous les produits de la même manière (Figure 48). 76.2% des responsables de stockage suivent un motif spécifique dans le nettoyage de la salle de stockage et 23,8 ne suivent pas un certain style (Figure 49). 47,6 % d'humidité affecte les pommes de terre et 52,4 % d'humidité n'affecte pas l'humidité (Figure 50). Les mesures qu'ils prennent 76,2% pour protéger les pommes de terre est de respecter la température et l'humidité, et 23,8% d'entre eux n'utilisent aucune mesure (Figure 51). 85.7% des stockeuses répondent qu'une période de stockage peut durer plus de deux mois et 14,3 d'entre elles ont été stockées pour les stocker pendant moins de deux mois (Figure 52). Et tous les stockeurs séparent et sortent les pommes de terre au cas où une quantité d'entre elles serait gâtée et traitent le reste. 81% des stockeurs ont répondu que la durée de stockage a un lien avec les saisons et 19 d'entre eux (Figure 53). 47.6% des responsables de stockage sont traités d'une manière spécifique avant de stocker des pommes de terre et 52,4% ne le font pas (Figure 54). 42.9% Les responsables de stockage ont une surveillance éteinte de la salle de stockage et 57.1 % Ils n'ont aucun contrôle (Figure 55). Aussi 42.9% Les responsables de stockage ne respectent pas la période de survie de la salle de stockage vide avant de stocker un autre produit (vide sain) et 57.1% Respect de cette période (Figure 56).

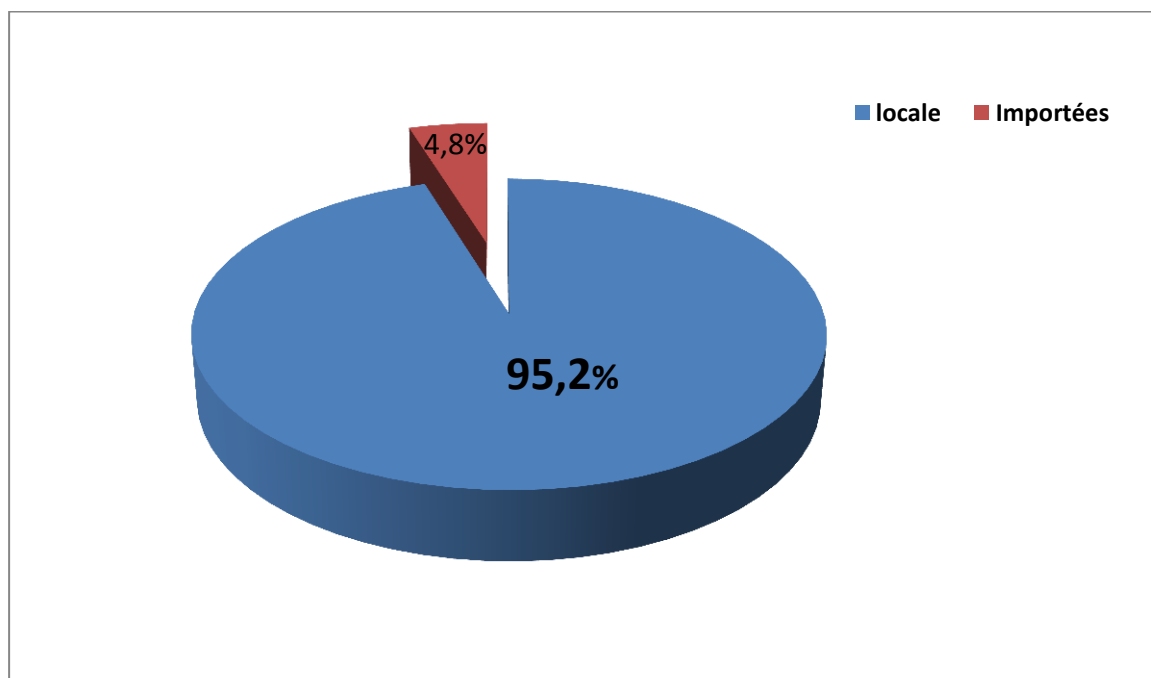


Figure 45 : Pourcentage de pommes de terre stockées (locales ou importées)

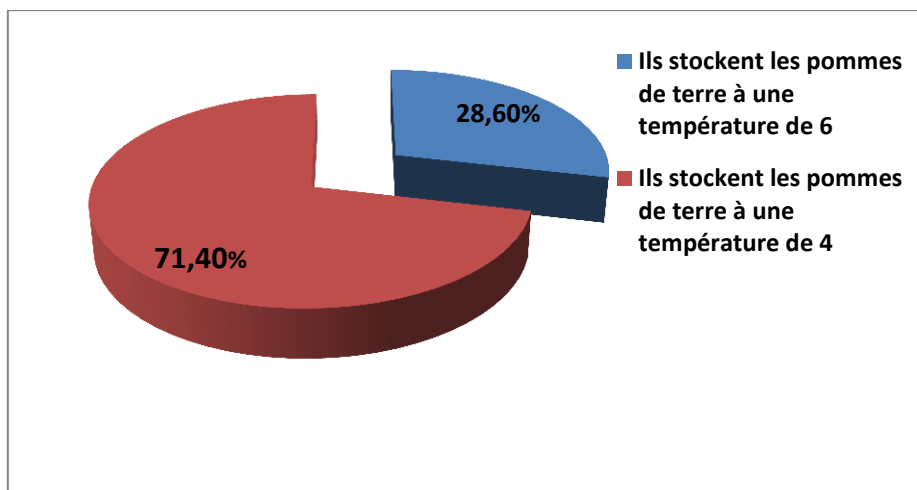


Figure 46 : La différence entre la température pendant le stockage

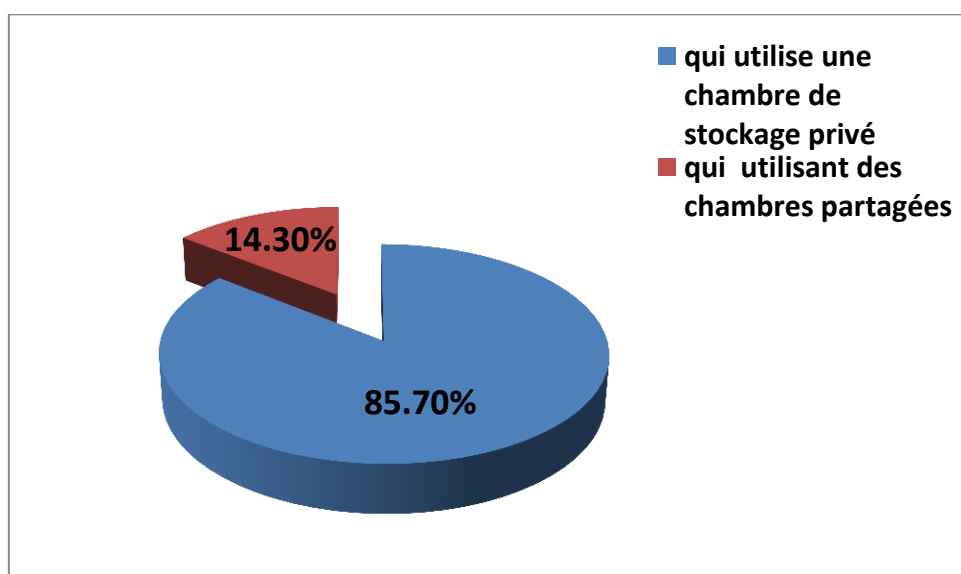


Figure 47 :pourcentage qui utilise une chambre de stockage privé de pommes de terre et qui utilisant des chambres partagées avec d'autres produits

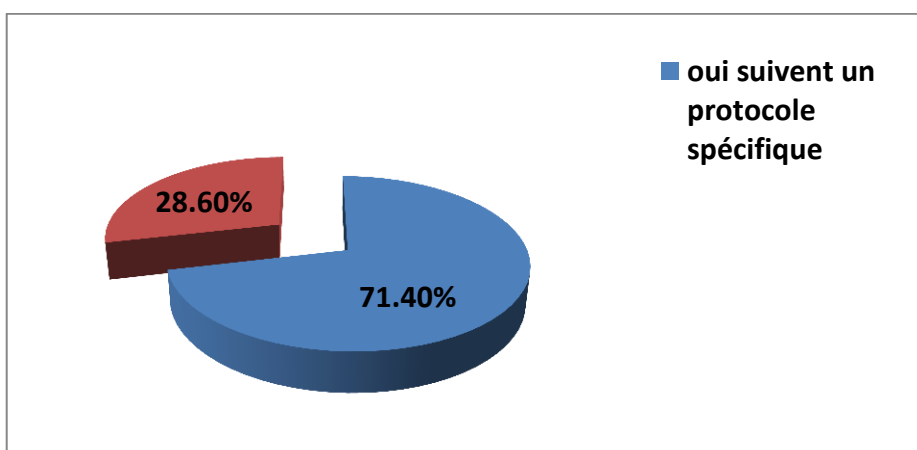


Figure 48 : pourcentage quisuivent un protocole spécifique ou non.

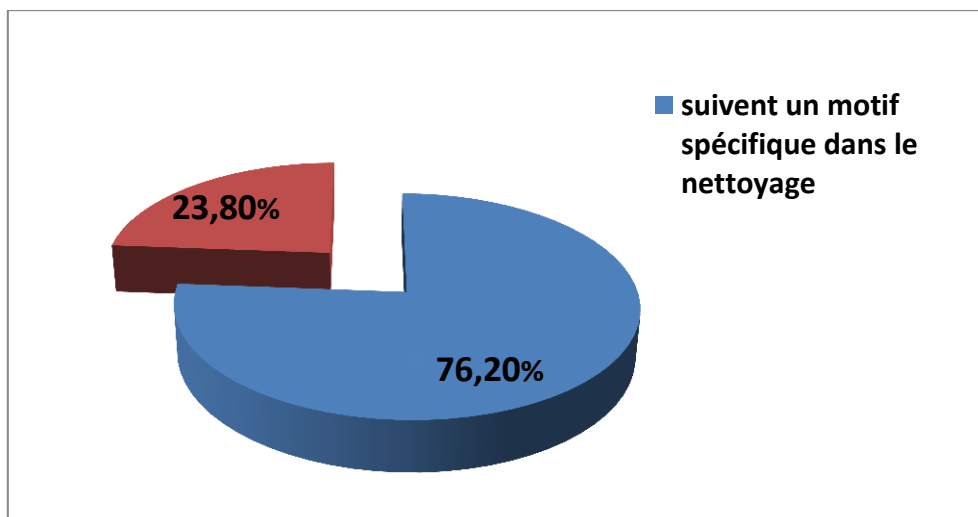


Figure 49 : pourcentage qui suivent un motif spécifique dans le nettoyage de la salle de stockage

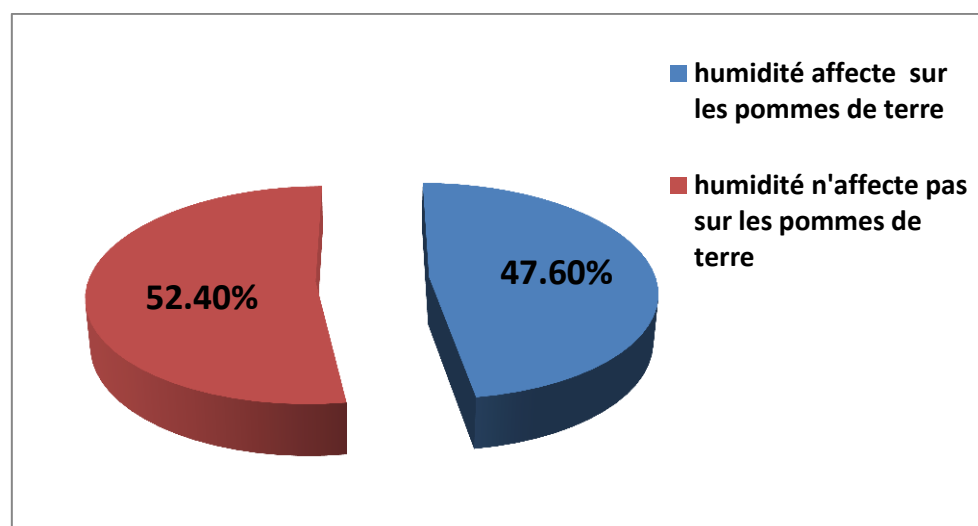


Figure 50 : pourcentage affecté d'humidité sur affecte les pommes de terre.

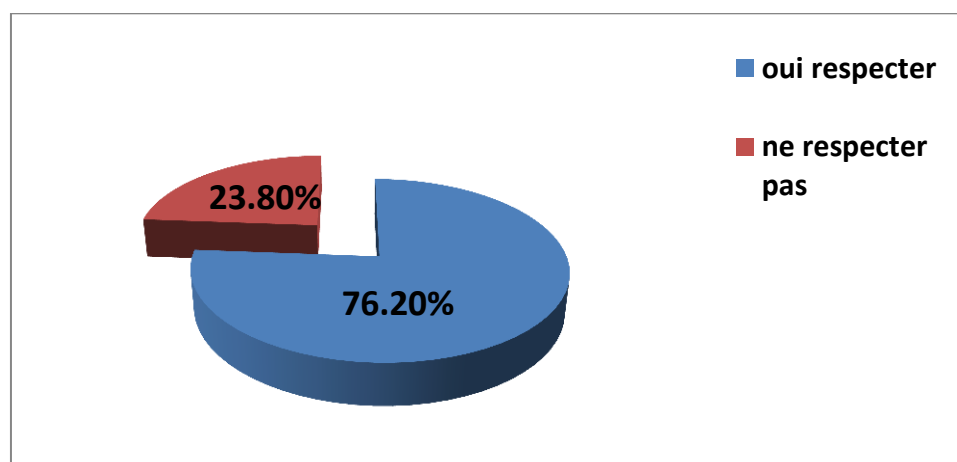


Figure 51: pourcentage de respecter à Les mesures pour protéger les pommes de terre.

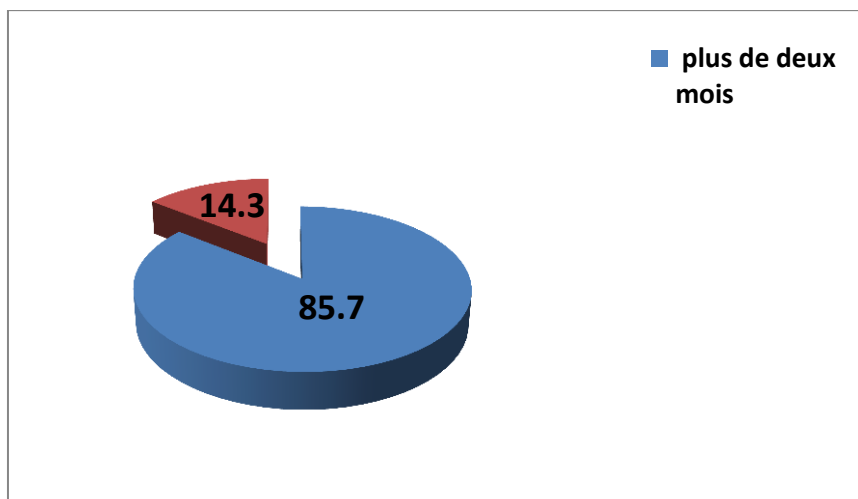


Figure 52 : Pourcentage de ceux qui stockent moins de deux mois et plus de deux mois.

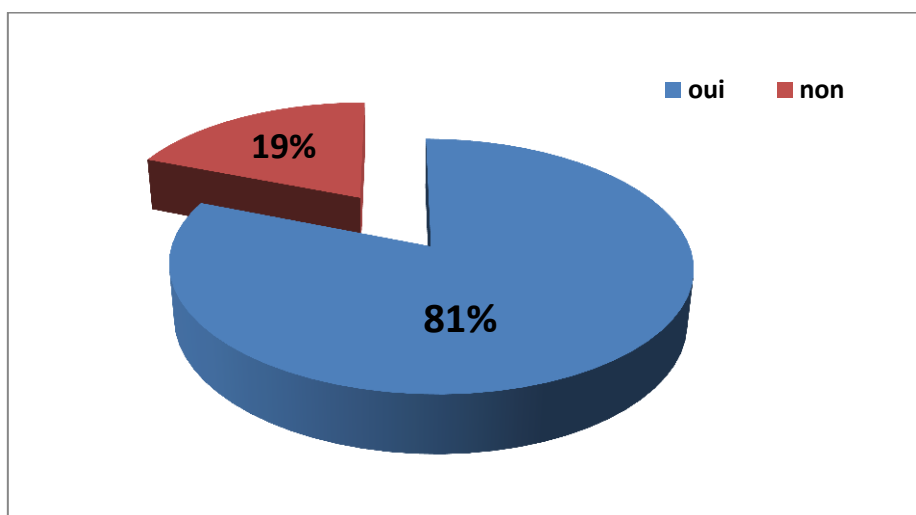


Figure 53 :persontage la relation de durée de stockage avec les saisons

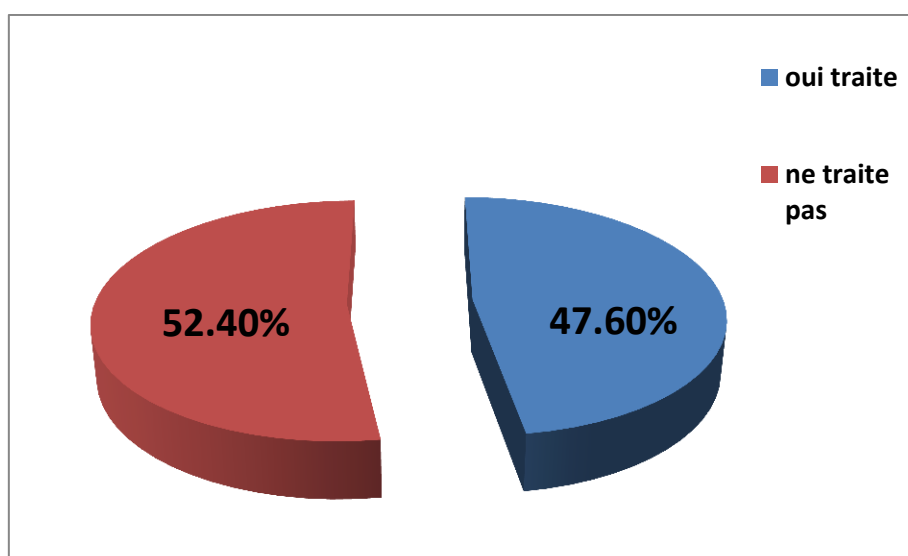


Figure 54 :persntage sont traitésavant de stockerdes pommes de terre

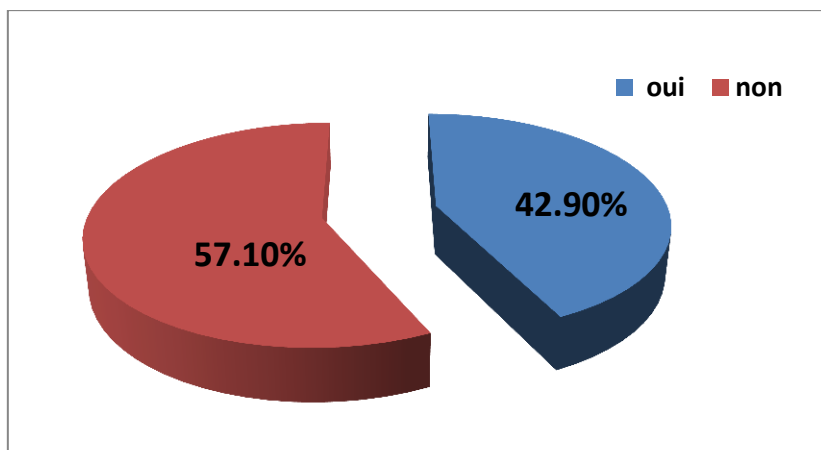


Figure 55 : Les responsables de stockage Ils ont une surveillance éteinte de la salle de stockage et Ils n'ont aucun contrôle

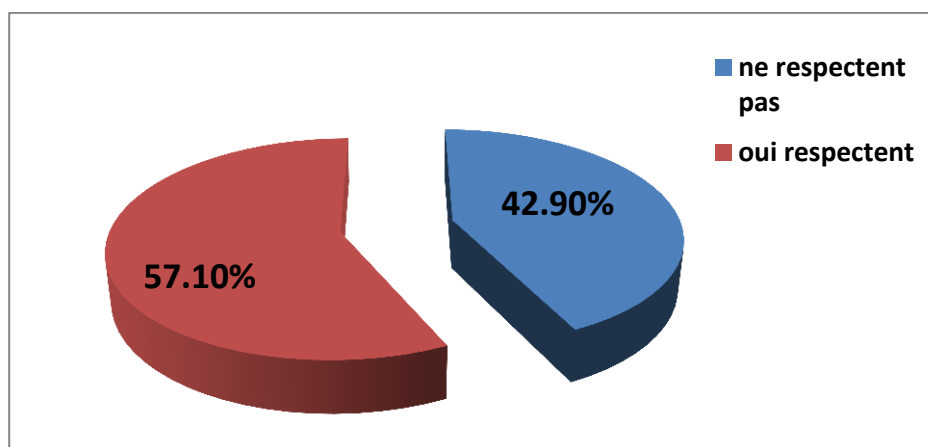


Figure 56 : persontagerespecte la période de survie

II-2-3-Ingénieurs

100% les ingénieurs agricoles répondu a les agriculteurs utilisent des médicaments sur les pommes de terre. Et les médicaments utilisés sont fréquents dans les champignons, les insecticides et les pesticides des mauvaises herbes et des araignées. Tous les ingénieurs agronomes ont répondu que l'agriculteur utilise le médicament plusieurs fois selon le besoin et l'état de santé. Tous les ingénieurs agronomes ont répondu que l'agriculteur utilise un médicament différent lorsqu'il ne trouve pas de résultats satisfaisants. Et 100% les ingénieurs agronomes précisent à 100% un délai entre l'application du médicament et l'enlèvement des pommes de terre. Et 76,9% des ingénieurs agronomes rencontrent des difficultés pour traiter avec les agriculteurs tout en donnant des conseils sur la qualité des médicaments, et 23,1% ne souffrent pas de ces difficultés (Figure 57). Et 61,5% des ingénieurs ont répondu qu'il y avait de nouveaux médicaments de 2020 à 2022, et 38,5% ont nié (Figure 58). Et 38,5% des

ingénieurs agronomes ont répondu qu'il y a une période spécifique d'utilisation du médicament, et 61,5% d'entre eux ont répondu qu'il est utilisé au besoin (Figure 59). Et 92,3% Des ingénieurs agronomes ont répondu que les médicaments sont considérés comme préventifs et curatifs ensemble, et 7,7% d'entre eux ont répondu qu'ils sont considérés comme préventifs uniquement (Figure 60). Et 46,1% Les ingénieurs utilisent des médicaments à toutes les étapes et 23,1% ont répondu que le paysan est utilisé dans la première phase et 30,8% d'entre eux ont répondu que les paysans sont utilisés dans la phase de la tubercul (Figure 61).

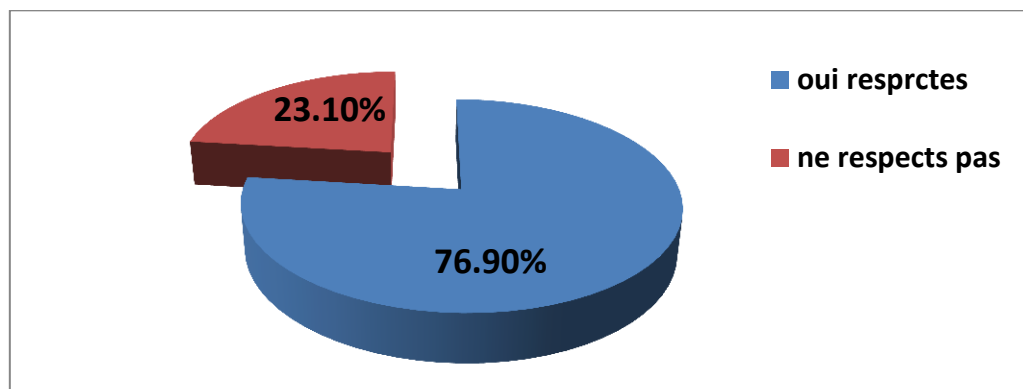


Figure 57 : pourcentage des ingénieurs qui respecte des conseils

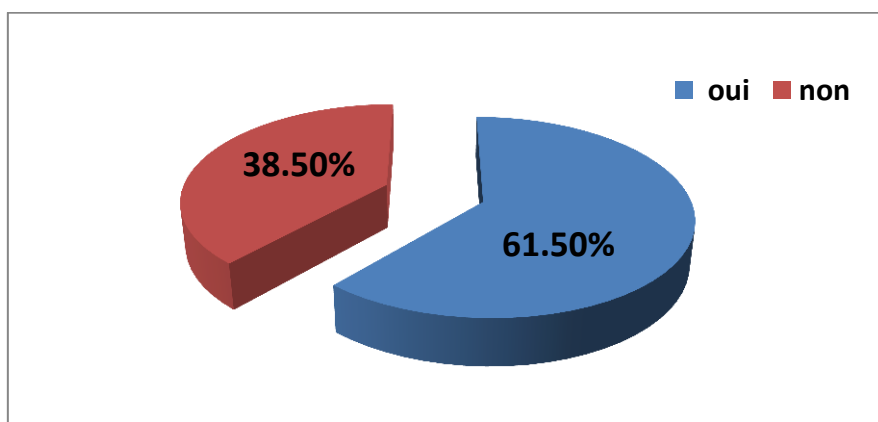


Figure 58 : pourcentage nouveaux médicaments

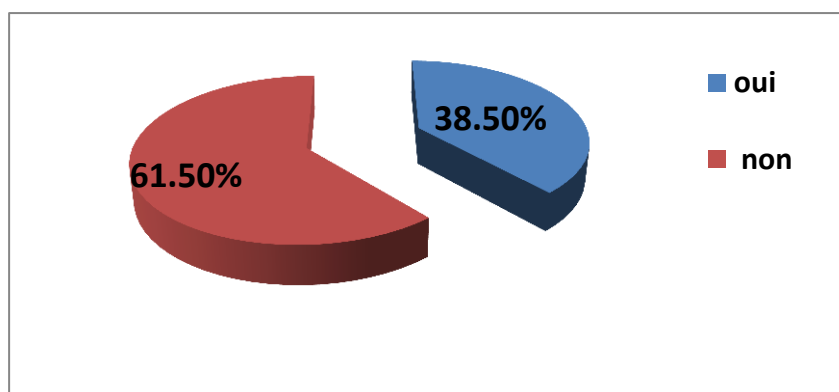


Figure 59 : une période spécifique d'utilisation du médicament

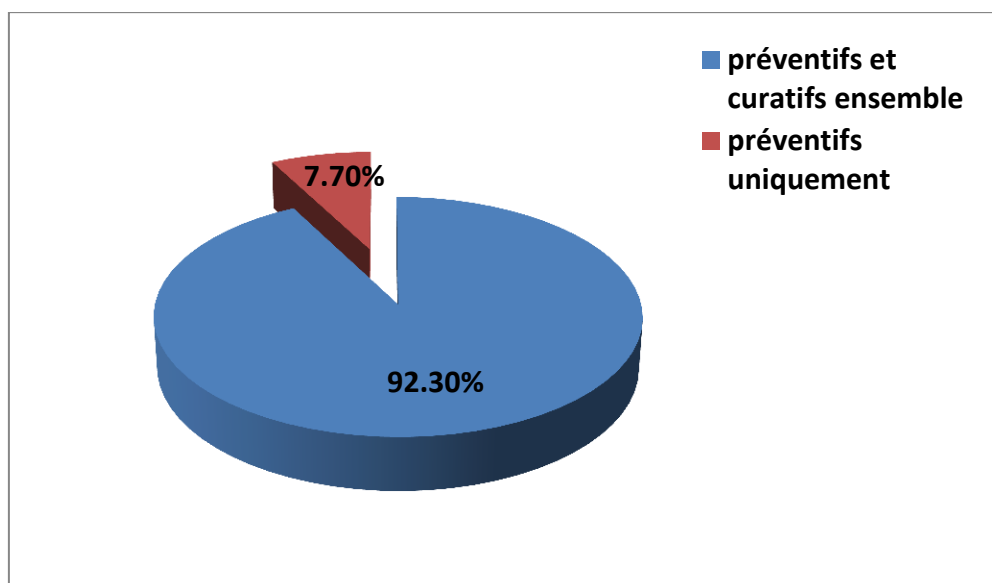


Figure 60 : pourcentage des médicaments préventifs et curatifs ensemble ou préventifs uniquement

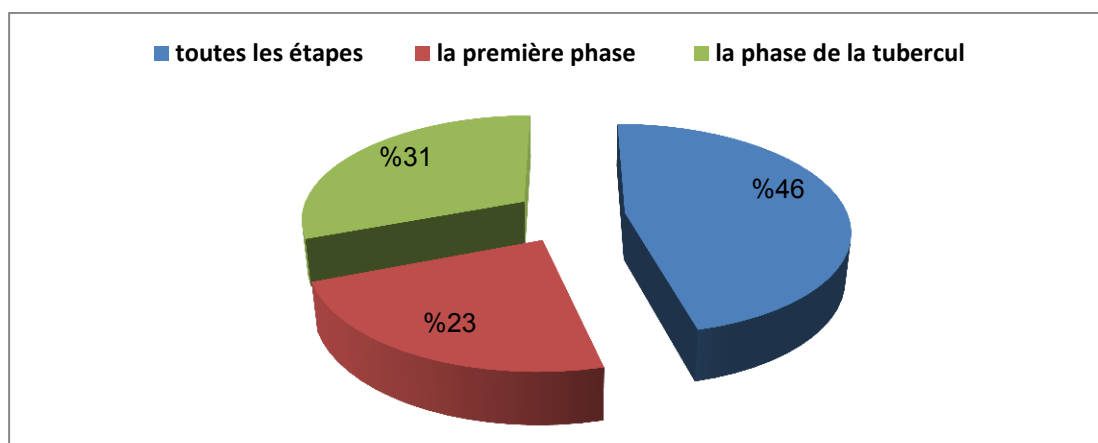


Figure 61 : utilisent des médicaments dans les étapes de référence

En comparant entre les facteurs qui favorisent l'émergence de mycotoxines et les résultats de la lecture des questionnaires, on remarque qu'il existe des différences et des irrégularités qui se produisent lors du stockage du blé, qui sont considérées comme des raisons fondamentales indiquant la formation de mycotoxines dans le milieu, notamment

La température a toutes les températures mentionnées par les stockeurs qui sont divisées en deux parties (20/25 C) et (25/30 C) Il peut activer la production de mycotoxines.

La nettoyage de la chambre de stockage où tous les stockeurs ont dit utiliser un nettoyage normal sans protocole et Ils n'utilisent pas d'antifongiques et ils ne respectent pas le degré d'humidité pendant le stockage, car tous les responsables de stockage ont déclaré que le

wilaya d'eloued est sec et qu'il n'y a pas d'humidité dedans. Bien qu'il puisse y avoir des moments où de l'humidité apparaît soudainement dans l'air, comme des périodes de pluie ou des jours nuageux .25/100 des responsables de stockage n'appliquent pas de protocole particulier pour le stockage du blé, ce qui peut causer des dommages à la culture qui peuvent être invisibles pour ils , mais cela peut entraîner une activité fongique .50/100 des stockeurs stockent du blé plus de deux mois, et la longue durée de stockage peut contribuer à la formation de mycotoxines lorsque les conditions de leur formation sont présente . 75\100 des stockeurs disent n y'a pas de controle controlé leurs chambres de stockage regulierement

En comparant entre les facteurs qui favorisent l'émergence de mycotoxines et les résultats de la lecture des questionnaires du pomme de terre on remarque qu'il existe des différences et des irrégularités qui se produisent lors du stockage du comme de terre notamment

4,8 / 100 des stockeurs stockent des pommes de terre provenant de l'extérieur d'eloued , qui peuvent avoir été exposées à plusieurs facteurs chimiques ou climatiques nocifs pendant leur culture, leur transport et avant leur stockage dans le chambres de stockage intérieurs .14,3/100 des stockeurs utilisent une chambre de stockage commune avec d'autres produits, ce qui peut provoquer l'infections fongiques entre les produits à l'intérieur de la chambre.28,6/100 Ils n'utilisent pas de protocole spécial dans le stockage des pommes de terre dans le stockage des pommes de terre et les stockent au hasard .52,4 / 100 Ils disent que l'humidité n'affecte pas les pommes de terre, au contraire, en termes de conditions de formation de mycotoxines, l'humidité est considérée comme l'un des facteurs importants et essentiels de son apparition .23,8 / 100 Ils n'utilisent pas de protocole spécial pour nettoyer la salle de stockage et n'utilisent pas d'antifongiques .52,4/100 Ils ne traitent pas les pommes de terre avant de les stocker avec des anti-fongiques et des anti-insectes «Alors que les champignons et les insectes sont les causes les plus importantes de la formation de mycotoxines. 23,8/100 Ils n'appliquent pas de procédures pour éviter l'humidité à l'intérieur des chambres de stockage .57,1/100 déclarent ne pas avoir de de controle particulière des cbambres de stockage. L'absence de contrôle peut entraîner la survenue de plusieurs irrégularités lors du stockage des pommes de terre

De l'étude que nous avons réalisée sur deux produits agricoles qui sont considérés parmi les produits les plus importants et les plus importants pour la consommation quotidienne. Et en les comparant avec les valeurs spécifiques d'apparition et de formation de mycotoxines, ainsi qu'avec la toxicité et les effets des pesticides que nous avons déjà évoqués précédemment,

nous notons que les résultats de ces comparaisons confirment le caractère inévitable de la présence de mycotoxines dans notre alimentation quotidienne, avec des valeurs bien supérieures aux valeurs spécifiées par l'Organisation mondiale de la santé. Cette étude confirme également l'effet négatif des insecticides sur les agriculteurs ainsi que sur les produits agricoles et les consommateurs devant

Conclusion

Conclusion Générale

Conclusion

En Algérie, le manque des examens médicaux, le mauvais emballage, les méthodes de stockage et la mauvaise ventilation, outre la principale raison étant l'utilisation inconsidérée des pesticides agricoles par les agriculteurs, augmentent les risques de développement et de multiplication des mycotoxines.

A travers les résultats et les comparaisons, nous avons conclu que le risque pesticide n'existe pas au niveau du blé contrairement à la pomme de terre qui présente un risque pesticide. La présence de mycotoxines est certaine, mais nous avons constaté qu'il existe de nombreux résidus au niveau des locaux de stockage, ce qui a entraîné la présence de mycotoxines dans des proportions non autorisées.

En effet, faute d'un nombre suffisant de laboratoires de contrôle agréés, l'Algérie est totalement dépendante des contrôles pratiqués dans les pays importateurs. On suppose qu'il existe un contrôle international sur les salles de stockage et l'utilisation correcte des pesticides agricoles, et que les agriculteurs ont une expérience scientifique de l'agriculture et de la manière de stocker correctement le blé et les pommes de terre, et qu'il existe un contrôle préventif sur les plantes dans les champs et le stockage.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

1. ACGIH., 1999 - *Bioaerosols : assessment and control*, Janet Macher Editor
2. Armand, B., & Germain, M. (1992). *Le Blé: éléments fondamentaux et transformation*. Presses Université Laval, 9-188.
3. Asma, H., & Maizi Nahla, B. B. (2021). *Recherche des Aspergillus Flavi dans le blé et évaluation des risques des mycotoxines sur la santé humaine*.
4. BADDI, M., NASSIK, S., ALALI, S., & EL HRAIKI, A. (2021). *L'impact économique et sanitaire des mycotoxines entre aujourd'hui et demain*. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 9(3).
5. Bamouh H., (1999). *Technique De Production De La Culture De Pomme De Terre*, *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA*, N° 58, p .p.1- 5.
6. Bannerot, H., & Gallais, A. (1992). *Amélioration des espèces végétales cultivées: Objectifs et critères de sélection*. *Amélioration des espèces végétales cultivées*, 1-768.
7. Benyahia N., Saduot A . (2011). *mycotoxico-sea viaire. projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire*
- Bernhards U., 1998 - *la pomme de terre solanum tuberosum l. monographie institut national agronomique paris – grignon*.
8. Boiron, P (1996). *Organisation et biologie des champignons*. Edition Nathan. P : 13-19-69-79.
9. Botton B ., Beton A ., Fever M., Gaithier S ., Guy p.h ., Larpent J.P ., Reymond P. Sanglier J.J., Vayssie Y ., Veau P. (1990). *Moisissures utiles et nuisibles importance industrielle*. 2eme edition. Masson .Collection Biotechnologies .P : 34-428.
10. Boudih S. 2011. *Identification des moisissures et de leurs métabolites secondaires colonisant des supports papiers: évaluation de la toxicité sur des cellules épithéliales respiratoires in vitro*. *Thèse de doctorat d'état, université Paris-Est*
11. Bourgeois C.M., Mescle J.F., Zucca J. (1989). *Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments*. Lavoisier. Paris. P : 216-244.
12. Butt M.S., Nasir M., Akhtar S., Sharif K., 2004- *Internet journal of food safety*, Vol 4 : 1-6.
13. Cahagnier B., 1998- *Céréales et produits dérivés*. In : Bourgeois C. M., Mescle J.-F., Zucca J. (coord.). *Microbiologie alimentaire : Aspects microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments*. Ed. Tec & Doc, Paris, pp. 392-414.
14. CAMACHO., (2021). *TraPe : Les moisissures*.
15. Chafiq, F., Rhalem, N., & Soulaymani, R. *Intoxication par les insecticides organophosphorés*.

16. Chapeland-Leclerc F., Papon N., Noël T., Villard J. 2005- Moisissures et risques alimentaires (mycotoxicoles). *Revue Francophone des Laboratoires*, N°373 :61-66.
17. Cruz JF., Troude F., Griffon D., et Hebert JP., 1988., *Conservation des grains en régions chaudes*, 2^{ème} édition, ministère de coopération et de développement Paris ; 544 p.
18. Davet P. (1996). *Vie microbienne du sol et production végétale*. INRA. Paris. P : 52-57.
19. Delphine, D. N., Marie, M. P., Mahamat, A., &Valerie, N. N. (2017). *Ethnological studies on melliferous plants of the Soudano-Sahelian Zone of Chad*. *Journal of Medicinal Plants*, 5(3), 193-198.
20. Doumaindji, A., Doumaindji, S., &Doumaindji, B. (2003). *Cours de technologie des céréales*. Ed.
21. Doumandji-Mitiche, B. (1989). "Les parasites de la datte dans les oasis Algériennes et particulièrement les cas d'EctomyeloïsceratoniaeZeller ", *Actes du Séminaire Maghrébin sur la Phoéniculture*.
22. Elsharif, A. A., Dheir, I. M., Mettleq, A. S. A., & Abu-Naser, S. S. (2020). *Potato Classification UsingDeep Learning*.
23. ELSHARIF, Abeer A., DHEIR, Ibtesam M., et ABU METTLEQ, AlaaSoliman. *Classification of Potato Using Deep Learning*. 2020. *International Journal of AcademicPedagogicalResearch (IJAPR)*
24. FAREH, Z., FETTAK, A., REMILI, A., & BOUHERAMA, A. (2020). *Les analyses physico-chimiques et l'étude mycologique et la détection des mycotoxines au niveau de la farine et de blé tendre (Doctoral dissertation)*.
25. Feillet P. 2000. *Le grain du blé : composition et utilisation*. Ed. INRA. 308p.
26. Fredot, E. (2005). « connaissance des aliments ». Pages : 157 à 199.Edition TEC et DOC. Lavoisier-Paris
27. Gauthier, A. (2016). *Les mycotoxines dans l'alimentation et leur incidence sur la santé*. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01315198>
28. Gautier J. 1991 . *Notation d'agriculture*. Ed. Gautier, Paris, pp575.
29. Gock M.A., Hocking A.D., Pitt J.I., Paulos P.G., 2003- *Influence of temperature, water activity and pH on growth of some xerophilic fungi*, *International Journal of Food Microbiology*, 81 : 11-19.
30. Guiraud J. P., 1998- *Microbiologie alimentaire*. Dunod. Paris. P. 7-330

31. JACQUET, F., & COSTE, J. (1986). *Céréales et produits céréaliers en Méditerranée: actes du colloque de Rabat, Maroc, 6-8 mars 1985, Institut national agronomique et vétérinaire Hassan II. F. Lerin (Ed.). Centre international des hautes études agronomiques méditerranéennes.*
32. Jemmali, M. (Ed.). (2017). *Mycotoxins in Foodstuffs—3: Invited Lectures Presented at the Third International IUPAC Symposium on Mycotoxins in Foodstuffs, Paris, France, 16-18 September, 1976. Elsevier.*
33. Koifman, S., Koifman, R. J., & Meyer, A. (2002). *Human reproductive system disturbances and pesticide exposure in Brazil. Cadernos de Saúde Pública, 18, 435-445.*
34. Labbaci, H., Afiane, R., Dabbaha, F., & Boulgheb, A. (2022). *Etude comparative de la qualité de grains de quelques variétés locales de blé tendre de la région d'Adrar (Doctoral dissertation, UNIVERSITE AHMED DRAIA-ADRAR).*
35. Lecellier A. 2013. *Détection, caractérisation et identification des moisissures par spectroscopie vibrationnelle infrarouge et Raman. Thèse de doctorat d'état, Reims.*
36. Meghazi N. 2015. *Activité antifongique de quelques huiles essentielles sur les moisissures du blé stocké. Thèse de doctorat d'état.*
37. MEGHAZI, N. (2012). *Activité antifongique de quelques huiles essentielles sur les moisissures du blé stocké (Doctoral dissertation).*
38. MeitahMerzaka (2019). *Etude de comportement variétal de trois variétés de pomme de terre (Solanumtuberosum L) dans la région de Biskra.*
39. Merzaka, G. A. H. M. O. U. S. (2020). *L'effet du temps de trempage sur les caractéristiques des couches minces TiO2 super-hydrophilique élaborées par voie sol-gel (dipcoating).*
40. Moreau C., 1996- les mycotoxines. In : Bourgeois C. M., Mescle J.-F., Zucca J. (coord.). *Microbiologie alimentaire : Aspects microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Ed. Tec & Doc. Paris, pp.176-185.*
41. N. Thibault. *Burgau t " PG UERRE.lesfumonisines:nature,origine et toxicité Pharmacie Toxicologie.École Nationale de Vétérinaire de Toulouse .*
42. Nguyen Van Long, N. (2017). *Impact de facteurs abiotiques sur la physiologie des moisissures d'intérêt agro-alimentaire (Doctoral dissertation, Brest).*
43. Nicklin J., Graeme-Cook K., Paget T., Killington R. (2000). *L'essentiel en microbiologie. Edition Berti. P : 210-216.*

44. Nicklin J., Graeme-Cook K., Paget T., Killington R. (2000). *L'essentiel en microbiologie*. Edition Berti. P : 210-216.
45. OMS.,(2020). Résidus de pesticides dans les aliments sur <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>
46. Ouali, W., & Abderraouf, B. (2020). Etude de la variabilité génétique chez plusieurs variétés locales et introduites de blé dur (*Triticum durum*) cultivées dans la station ITGC d'Oued Smar (Alger) (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
47. PIRES, J. A., LIMA, D. C., SILVA, L. C. A. S., et al. Effects of irradiation (Co60) on the physical-chemical properties of minimally processed potato. *REBRAPA-Brazilian Journal of Food Research*, 2017, vol. 8, no 1, p. 72-79.
48. Proctor D., 1995. *Techniques d'emmagasiner des grains : évolutions et tendances dans les pays en développement*, Bulletin des services agricoles de la FAO n°109, FAO, Rome.
49. Proctor, D.L., 1995 - *Techniques d'emmagasiner des grains : évolutions et tendances dans les pays en développement*, Bulletin des services agricoles de la FAO n°109, FAO, Rome.
50. Reboux G, 2006 – *Mycotoxines : effet sur la santé et interactions avec d'autres composants organiques*. *Revue Française d'allergologie et d'immunologie clinique* 46 (2006) 208 – 212
51. Rousselle P., Robert Y., Crosnier J C.,(1996). *La Pomme De Terre – Production, Amélioration, Ennemis Et Maladies, Utilisations*. 1 Ed. Paris : INRA Editions. P278
52. Rousselle P., Robert Y., Crosnier J C.,(1996). *La Pomme De Terre – Production, Amélioration, Ennemis Et Maladies, Utilisations*. 1 Ed. Paris : INRA Editions. P278
53. Samuel, O., & St-Laurent, L. (2002). *Institut national de santé publique du Québec. Évaluation*.
54. Shejbal, J., & De Boislambert, J. N. (1982). *stockage en atmosphères modifiées. Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés: céréales*,
55. *sidybaha, manuel de stockage et conservation des céréales et des oléagineux*, Livre, 1999/
56. *oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux*/coordonnateur, JL Multon; préface, E. David.

57. Soltner D., (2005) . *Les grandes productions végétales. Céréales. Collection sciences et techniques agricoles. 20è édition. Paris. France, pp 21-55*
58. Souilah N., (2005) . *Contribution à l'étude de l'effet de la densité de peuplement sur les composantes de rendement chez deux génotypes de blé dur (Triticum durum DESF.) en zone humide (El- Harrouch). Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie. Univ Skikda. 61p.*
59. Stark, J. C., Thornton, M., & Nolte, P. (Eds.). (2020). *Potato production systems. Springer Nature.*
60. TANTAOUI-ELARAKI A. (2014). *Les mycotoxines : production, transfert et persistance dans les denrées alimentaires ; perspective marocaine. Témara : éditions FENEX.*
61. Tantaoui-Elaraki, A., Riba, A., Oueslati, S., & Zinedine, A. (2018). *Toxigenic fungi and mycotoxin occurrence and prevention in food and feed in northern Africa—a review. World Mycotoxin Journal, 11(3), 385-400.*
62. Touati R, Amor-Chelihi L. (2016). *Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en microbiologie. Edition Berti. P: 3-6.*
63. Wilson, C., & Tisdell, C. (2001). *Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. Ecological Economics, 39(3), 449-462.*
64. Yves H, Buyser J, 2001. *Du grain à la plante, origine des blés. BELTIN POUR LA SCIENCE, 69-72P.*
65. ZAGHDANE AMANI, Z. S. (2019). *MYCOTOXICOSES CHEZ LA POULE PONDEUSE (Doctoral dissertation).*
66. م/ فهد بن حمد البريدي م/ ماجد بن سعود الفهيد. 2020. دليل المبيدات الزراعية في المملكة العربية السعودية
67. عبدالرحمن بريندي، 1974م - 1443هـ، كتاب دليل المبيدات و الآفات الزراعية المستخدمة في مكافحة
68. الخرابشة. 2020. الاستخدام الامن للمبيدات الكيميائية واجراءات السلامة العامة

Annexes

Références Bibliographiques

المنطقة: الجنس:

العمر: التاريخ:

Questionnaire pour les responsables de stockage

الرقم	الاسئلة	الأجوبة
01	هل البطاطا الذي تقوم بتخزينها من خارج أو داخل الوادي؟	
02	ماهي درجة حرارة تخزين البطاطا ؟	
03	هل تستخدم غرفة تخزين خاصة بالبطاطا فقط أو غرفة مشتركة؟	
04	هل تتبع بروتوكول معين للتخزين أم تخزن كل المنتوجات بنفس الطريقة؟	
05	ما هو نمط تنظيف غرفة التخزين؟	
06	هل تؤثر الرطوبة على هذا البطاطا ؟	
07	ما هي الاجراءات التي تتخذها لحماية البطاطا من الرطوبة؟	
08	كم تدوم مدة التخزين للبطاطا ؟	
09	هل مدة التخزين لديها علاقة مع الفصل؟	
10	في حالة تلف كمية من البطاطا المخزنة كيف تقوم بالتعامل مع البطاطا ؟	
11	قبل تخزين البطاطا هل تقوم بمعالجة الغرفة بطريقة معينة أو لا؟	
12	هل لديك مراقبة ادارية خاصة بغرف التخزين أولا؟	
13	هل تحترم الفترة اللازمة لبقاء غرفة التخزين فارغة قبل تخزين منتج آخر) فترة الفراغ الصحي)؟	

Questionnaire pour l'agriculteurs

العمر:

المنطقة:

التاريخ:

الجنس:

الرقم	الاسئلة	الأجوبة
01	هل تزرع نفس المنتج كل موسم؟	
02	في أي فصل تتم زراعة البطاطا ؟	
03	ماهي الادوية التي تستخدمها لهذا البطاطا خلال فترة الزراعة؟	
04	هل تستخدم نفس الادوية للبطاطا ؟	
05	اذا كنت تستخدم الادوية على البطاطا فأأي نوع من الادوية تستخدم؟	
06	في أي مرحلة من عمر البطاطا تستخدم هذا الدواء؟	
07	كم من مرة تقوم باستخدام هذا الدواء خلال عمر البطاطا؟	
08	كم قيمة الجرعة التي تقوم بإعطائها للبطاطا ؟	
09	هل تحترم فترة تطبيق الدواء على البطاطا أم تستعمله حسب الحاجة الخاصة؟	
10	هل تحترم المدة اللازم انتظارها بعد تطبيق الدواء على النبات قبل نزع البطاطا؟	
11	هل تستخدم نفس الدواء أكثر من مرة للحصول على نتائج أفضل؟	
12	هل البذور محلية أو مستوردة؟	
13	ماهي الأعراض التي تظهر عليك بعد استخدام الأدوية؟	
14	هل توجه البطاطا للاستهلاك قبل انتهاء الفترة اللازم احترامها بعد تطبيق الدواء؟	
15	هل تقوم بمعالجة التربة قبل الزراعة؟	
16	ماهي التقنيات التي تتبعها لعلاج التربة؟	

Questionnaire pour les responsable des stockages

المنطقة:

الجنس:

العمر:

التاريخ:

الرقم	الاسئلة	الأجوبة
01	هل القمح الذي تقوم بتخزينه من خارج أو داخل الوادي؟	
02	ماهي درجة حرارة تخزين القمح ؟	
03	هل تستخدم غرفة تخزين خاصة بالقمح فقط أو غرفة مشتركة؟	
04	هل تتبع بروتوكول معين للتخزين أم تخزن كل المنتجات بنفس الطريقة؟	
05	ما هو نمط تنظيف غرفة التخزين؟	
06	هل تؤثر الرطوبة على هذا القمح ؟	
07	ما هي الاجراءات التي تتخذها لحماية القمح من الرطوبة؟	
08	كم تدوم مدة التخزين القمح ؟	
09	هل مدة التخزين لديها علاقة مع الفصل؟	
10	في حالة تلف كمية من القمح المخزنة كيف تقوم بالتعامل مع القمح ؟	
11	قبل تخزين القمح هل تقوم بمعالجة الغرفة بطريقة معينة أو لا؟	
12	هل لديك مراقبة ادارية خاصة بغرف التخزين أولا؟	
13	هل تحترم الفترة اللازمة لبقاء غرفة التخزين فارغة قبل تخزين منتج آخر (فترة الفراغ الصحي)؟	

Questionnaire pour l'agriculteurs

المنطقة:

العمر:

الجنس:

التاريخ:

الرقم	الاسئلة	الأجوبة
01	هل تزرع نفس المنتج كل موسم؟	
02	في أي فصل تتم زراعة القمح ؟	
03	ماهي الادوية التي تستخدمها لهذا القمح خلال فترة الزراعة؟	
04	هل تستخدم نفس الادوية لعلاج القمح ؟	
05	اذا كنت تستخدم الادوية على القمح فأي نوع من الادوية تستخدم؟	
06	في أي مرحلة من عمر القمح تستخدم هذا الدواء؟	
07	كم من مرة تقوم باستخدام هذا الدواء خلال عمر القمح ؟	
08	كم قيمة الجرعة التي تقوم بإعطائها للقمح ؟	
09	هل تحترم فترة تطبيق الدواء على القمح أم تستعمله حسب الحاجة الخاصة؟	
10	هل تحترم المدة اللازم انتظارها بعد تطبيق الدواء على النبات قبل نزع القمح؟	
11	هل تستخدم نفس الدواء أكثر من مرة للحصول على نتائج أفضل؟	
12	هل البذور محلية أو مستوردة؟	
13	ماهي الأعراض التي تظهر عليك بعد استخدام الأدوية؟	
14	هل توجه القمح للاستهلاك قبل انتهاء الفترة اللازم احترامها بعد تطبيق الدواء؟	
15	هل تقوم بمعالجة التربة قبل الزراعة؟	

Questionnaire pour l'ingénieur

المنطقة: الجنس:
العمر: التاريخ:

الرقم	الاسئلة	الأجوبة
01	ماهي الأدوية المستخدمة للقمح ؟	
02	أي من الادوية المستعملة بكثرة لعلاج القمح ؟	
03	في أي من مرحلة من عمر القمح يستعمل الفلاح هذا الدواء؟	
04	كم من مرة يستخدم الفلاح هذا الدواء؟	
05	هل يستخدم الفلاح دواء مختلف عندما لا يحصل عن نتائج مرضية؟	
06	هل تقوم بتحديد وقت بين وضع الدواء ونزع القمح؟	
07	هل تواجه مشكل في التعامل مع الفلاحين أثناء تقديم نصيحة حول نوعية الدواء؟	
08	ماهي الادوية الجديدة من 2020 الى 2022؟	
09	هل هناك فترة محددة لاستخدام الدواء وأي مرحلة؟	
10	هل تعتبر الادوية علاجية او وقائية بالنسبة القمح ؟	

























Galaxy M32