

République Algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement et de la recherche scientifique
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers (SNV &STU)
Département d'Ecologie et Génie de l'Environnement

Support de cours de la matière :
Phytopathologie et santé publique

Niveau d'études : Première année Master

Filière : Sciences agronomiques

Parcours : **Phytopharmacie et protection des végétaux**

Semestre : 2

Réalisé par
Dr. ALLIOUI Noura
Mars 2020

Chapitre II

Les parasites et les ravageurs des produits agricoles stockés

2.1. Introduction

Les denrées alimentaires entreposées peuvent être attaquées par différents types de parasites et de ravageurs ; certains d'entre eux se nourrissent de grains et matières alimentaires stockées et provoquent des pertes quantitatives considérables, d'autres contaminent les produits stockés, les salissent avec leurs excréments, les rendant ainsi impropres à la consommation humaine, les moisissures et les bactéries peuvent également se développer au niveau des locaux d'entreposage et être responsables d'intoxications alimentaires très graves.

2.2. Les champignons parasites des denrées stockées

Les moisissures sont extrêmement omniprésentes, et peuvent se développer en aérobie ainsi que dans des environnements où il n'y a que très peu d'oxygène. Certaines moisissures sont même anaérobiques.

La formation de moisissures se produit sur les produits agricoles de base dans les champs mais aussi pendant l'entreposage, en causant d'énormes dégâts. Les principaux effets de l'infestation de moisissures sont la perte de nutriments, l'altération de couleur et d'odeur, l'agglutination des grains, et la détérioration de la capacité de germination dans le cas des semences.

Un grand nombre d'espèces de moisissures présents dans l'air ambiant, le sol, sur les cultures..., sont capables, en se développant par exemple sur certains substrats tels que l'arachide, le café, les produits céréaliers, les céréales, le raisin..., de synthétiser et d'excréter des mycotoxines, qui représentent un danger potentiel si elles sont consommées par des êtres humains ou des animaux.

Les céréales sont les principaux vecteurs de mycotoxines car elles sont universellement consommées par l'homme et par les animaux. Elles peuvent être contaminées à plusieurs moments (en plein champ ou lors du stockage). En général, ce sont les insectes qui sont les vecteurs.

Les études mycologiques sur les céréales sèches révèlent souvent des quantités importantes de moisissures de champ, particulièrement des espèces d'*Alternaria* et de *Fusarium*, ainsi que les mycètes xérophiles capables de provoquer la détérioration du substrat.

Les conditions optimales de croissance pour les moisissures sont à une température de 21- 32°C et une humidité relative entre 65 et 90 %.

Les moisissures les plus communes, responsables de la détérioration des céréales sèches sont :

- Les ***Eurotium*** sp., en particulier *E. chevalieri*, *E. repens*, *E. rubrum*, *E. amstelodami*.
- Les ***Aspergilli*** (*Aspergillus* sp.), notamment, *A. flavus*, *A. candidus*, *A. niger*, *A. versicolor*, *A. wentii* et *A. fumigatus*, *A. sydowii*, *A. terreus*, *A. fumigatus* et *A. ochraceus*.
- Les ***Penicillia*** (*Penicillium* sp.), tels que : *P. aurantiogriseum*, *P. chrysogenum*, *P. brevicompactum*, *P. corylophilum* et *P. crustosum*.
- **Autres espèces :** *Trichoconiella padwickii* (*Alternaria*), *Curvularia* sp., *Fusarium semitectum*, *Fusarium oxysporum*, *Bipolaris oryzae*, *Nigrospora oryzae*, *Chaetomium* sp., *Phoma* sp., *Diplodia maydis*, , *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Trichoderma viride*, *Mucor racemosus* et *Colletotrichum* sp..

2.3. Les bactéries parasites des denrées stockées

En plus des moisissures, les denrées alimentaires peuvent contenir des bactéries de différents genres et dont certaines sont des producteurs de toxines très dangereuses.

Elles proviennent essentiellement du sol, elles se rangent principalement dans les familles suivantes : *Pseudomonadaceae* (*Pseudomonas*), *Xanthomonadaceae* (*Xanthomonas*), *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, *Bacillaceae*, etc. Les grains ne constituent pas un milieu favorable pour les germes pathogènes ou toxigènes comme *Salmonella*, *Clostridium* ou *Staphylococcus*. À la récolte, les produits céréaliers sont toujours faiblement contaminés par les *Streptomycetaceae*, microorganismes que l'on connaît surtout pour leur aptitude à produire des antibiotiques, et dont les principaux représentants sur grains semblent être : *Streptomyces albus* et *Streptomyces griseus*.

2.4. Les insectes des denrées stockées

C'est parmi les coléoptères que l'on rencontre la plus grande variété d'insectes des produits emmagasinés LEPESME mentionnait (en 1944) 399 espèces appartenant à 38 familles. Les insectes d'entrepôt peuvent être subdivisés en deux groupes :

* **Les insectes ravageurs primaires** : capables d'envahir des grains non endommagés et de les infester, même s'ils se nourrissent également de grains endommagés. La plupart des ravageurs primaires sont également capables de lancer leurs attaques dans les champs, avant la récolte.

* **Les ravageurs secondaires** : attaquent ou s'établissent dans les grains qui ont déjà été endommagés ou attaqués par les ravageurs primaires d'entrepôt.

En général, une température et une humidité relative élevées influent considérablement sur l'évolution des infestations chez les ravageurs primaires et secondaires. Des températures entre 25°C et 34°C et une humidité relative d'environ 70 % sont considérés comme à risque.





La teneur en humidité (th) des grains entreposés est également un facteur déterminant de la prévention des infestations d'insectes. Les grains séchés avec une teneur en humidité inférieure à 12 % freinent le développement de la plupart des espèces d'insectes ravageurs, même si quelques espèces, peuvent exceptionnellement se développer sur des grains secs.




Les insectes des denrées alimentaires stockées, sont aussi bien des insectes rampants (charançon du blé : *Sitophilus granarius*) que volants (pyrale de la farine : *Ephestia kuehniella*).

Les produits tels que les céréales, les noix, les épices..., sont particulièrement exposés. Ces insectes peuvent également causer des dommages aux emballages, ce qui rend certains produits alimentaires susceptibles de cumuler plusieurs maladies d'origine alimentaire, tout en réduisant leur durée de vie.

Le [tableau 04](#), indique les principales espèces d'insectes couramment rencontrées dans les entrepôts des denrées stockées.

Tableau 04 : Quelques espèces d'insectes ravageurs d'entrepôts
(adapté de FAO, 2014)

Espèce	Caractéristiques	Cultures attaquées	Dégâts
Ravageurs primaires			
<p>Le Charançon (<i>Sitophilus</i> spp.)</p>  <p>Charançon du maïs femelle et mâle (<i>Sitophilus zeamais</i>)</p>	<p>Le Charançon du maïs est coléoptère de la famille des Curculionidae, sa taille adulte peut atteindre 3.5 mm.</p>	<p>Il attaque les céréales, principalement le maïs, le sorgho, le riz et le blé.</p>	<p>L'infestation débute généralement dans les champs, où les œufs sont pondus dans les grains intacts. Après récolte, les grains sont emmagasinés dans l'entrepôt où les larves sortent des grains en les grignotant, laissant un trou caractéristique. Les adultes comme les larves peuvent causer des dégâts, mais la plus grande partie des dégâts est due aux larves.</p>
<p>Le Grand Capucin du maïs (<i>Prostephanus truncatus</i>)</p> 	<p>C'est un coléoptère perceur de bois Il se reproduit dans les produits alimentaires secs tels que les tiges de maïs, les restes d'épi et le bois.</p>	<p>Il est un parasite primaire hautement destructif pour le maïs entreposé en épi.</p>	<p>L'infestation débute souvent dans les champs avant la récolte et continue pendant l'entreposage. Les larves mais aussi les adultes percent des trous ronds et nets dans les grains et se nourrissent des grains produisant de grandes quantités de poudre. Les pertes atteignent en moyenne jusqu'à 30 % pour le maïs entreposé.</p>
<p>Le Petit Perceur des céréales ou Petit capucin (<i>Rhyzopertha dominica</i>)</p> 	<p>Il se rencontre actuellement dans toutes les parties chaudes du monde. Ces petits coléoptères de couleur marron foncé à noir sont très voraces.</p>	<p>Il est un parasite destructif de la plupart des grains de céréales entreposées</p>	<p>L'infestation débute dans les champs et les larves s'introduisent à l'intérieur des grains dans les systèmes d'entreposage où elles se développent. Les adultes et les larves percent des trous dans les grains et se nourrissent de l'endosperme. Le parasite a une longue durée de vie et peut détruire chaque jour des grains d'un poids équivalent à huit fois son poids corporel.</p>
<p>La Teigne des céréales (<i>Sitotroga cerealella</i>)</p> 	<p>C'est un insecte dangereux post-récolte, qui se rencontre couramment dans les entrepôts à céréales en épi en particulier peu après les récoltes.</p>	<p>C'est un parasite considérablement destructif pour les céréales à grand grain, incluant le blé, l'orge, le maïs et le sorgho.</p>	<p>Elle attaque les céréales en cours de maturation dans les champs, puis, est généralement transportée à l'intérieur des céréales dans les entrepôts. La larve, après éclosion, perce des trous dans un grain et achève complètement son développement à l'intérieur de ce grain unique. Les infestations produisent beaucoup de chaleur et d'humidité, ce qui favorise la formation de moisissure et la prolifération de ravageurs secondaires.</p>

<p>Le Bruche du niébé (<i>Callosobruchus maculatus</i>)</p> 	<p>C'est un coléoptère marron rougeâtre. Principalement parasite des champs, mais les œufs et les larves sont emmenés à l'intérieur des grains dans l'entrepôt après récolte.</p>	<p>Les légumineuses telles que les haricots communs, les pois chiches.... sont susceptibles d'être attaqués par le bruche du niébé.</p>	<p>Le bruche du haricot attaque couramment les légumineuses sèches. L'infestation peut débuter dans les champs où les œufs sont pondus librement sur les cosses en cours de maturation. L'étape larvaire est la cause primaire des dégâts qui peuvent atteindre jusqu'à 90 % des légumineuses entreposées.</p>
Ravageurs secondaires			
<p>Le Coléoptère rouge de la farine (<i>Tribolium</i> spp.)</p>  <p>(<i>Tribolium castaneum</i>)</p>	<p><i>Tribolium castaneum</i> est un coléoptère marron rougeâtre, et sa larve est blanche jaunâtre.</p>	<p>Il attaque le maïs, l'arachide, le riz, le haricot, le pois, le sorgho et le blé. Il préfère les grains abîmés mais peut également attaquer les grains de blé entiers intacts.</p>	<p>Les adultes mais aussi les larves se nourrissent tout d'abord du germe puis de l'endosperme. Les aliments peuvent prendre une coloration rosée quand un nombre important d'insectes sont présents.</p>
<p>La Teigne de l'amandier ou Teigne des entrepôts (<i>Ephestia</i> spp.)</p>	<p>La moitié externe de leurs ailes antérieures est de couleur bronze, cuivrée ou gris foncé, alors que la moitié supérieure est de couleur gris jaunâtre, avec une bande foncée à la jonction des deux.</p>	<p>Elle infeste tous les types d'aliments secs tels que le maïs, le riz et le blé.</p>	<p>La larve se nourrit de l'extérieur sur les grains mais la plus grande partie des dégâts causés aux produits entreposés provient de la contamination par la quantité abondante de soie filée par la teigne, qui accumule également les boulettes fécales, les exuvies et les coquilles d'œuf.</p>
<p>Termites (<i>Macrotermes</i> sp.)</p> 	<p>Les termites ont la taille épaisse et un corps mou, et passent par une métamorphose incomplète.</p>	<p>Ils ne ciblent pas en particulier les grains (ils ne mangeront que les grains qu'ils trouvent sur leur chemin),</p>	<p>Les dégâts des termites sont très coûteux parce qu'ils n'affectent pas seulement le produit entreposé mais également l'infrastructure d'entreposage.</p>

2.5. Les acariens

Les acariens, sont beaucoup plus petits que les insectes (moins de 0,5 mm). Ils se présentent sous la forme d'agrégats dans les denrées alimentaires (Fig. 10). L'optimum de développement est soit de 25 °C et 90 % d'humidité, soit dans les grains à 17 ou 18 % de teneur en eau. Ils se nourrissent des moisissures et consomment les germes humides. Leur cycle est de 10 à 12 jours entre 23 et 25 °C dans des grains à 17 % d'humidité. Leur mauvaise tolérance au sec les empêche de coloniser les grains stockés dans de bonnes conditions. Cependant, rencontrés dans les entrepôts, les acariens peuvent causer des dégâts importants et provoquer des réactions allergiques chez les humains et le bétail, consommateurs de produits contaminés.

Parmi les espèces nuisibles rencontrées dans les locaux de stockage, on peut citer : *Pidoglyphus destructor*, *Blomia tropicalis*, *Acarus siro* (ciro de la farine), *Tyrophagus putrescentia* (acarien du colza),

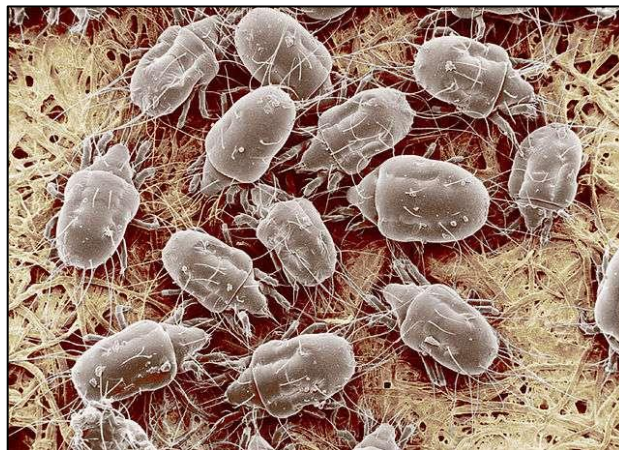


Figure 10 : Vue d'un groupe de *Tyrophagus putrescentia* (acarien du colza).

© USDA, DP (König, 2016)

2.6. Les rongeurs

Les rongeurs sont responsables d'un pourcentage considérable des pertes subies dans toute la chaîne post-récolte. En effet, les rats et les souris sont considérées comme de redoutables ravageurs de culture à cause de leur taux de reproduction élevé et leur omniprésence, très souvent à l'intérieur des maisons et des entrepôts. La souris domestique

(*Mus musculus*), le surmulot (*Rattus norvegicus*), et le rat noir (*Rattus rattus*) sont les principaux rongeurs d'entrepôts.

Les rongeurs peuvent également causer de graves dégâts aux installations d'entreposage et aux matériaux d'emballage, et peuvent être des vecteurs de propagation de maladies dangereuses.

2.7. Les oiseaux

Même si les oiseaux ne constituent pas un problème majeur dans les structures d'entreposage fermées, elles peuvent causer des pertes considérables dans les structures d'entreposage ouvertes.

Les oiseaux causent principalement des dégâts d'ordre quantitatif, par prélèvement de grains (notamment pour les petits grains), mais surtout qualitatif, par l'accumulation de leurs fientes et de leurs plumes, ainsi que de débris végétaux utilisés pour la construction de leurs nids, et parfois même de cadavres sur les grains, et de ce fait, ils constituent donc des vecteurs de germes (moisissures et bactéries), pouvant engendrer la détérioration biologique des denrées stockées. Parmi les oiseaux qui endommagent les entrepôts figurent, les moineaux domestiques et les pigeons.

Chapitre III

Impact des parasites des cultures et des produits agricoles sur la santé du consommateur

3.1. Introduction

Les parasites et les ravageurs des cultures et des denrées stockées peuvent être à l'origine d'altérations diverses des produits. En plus des pertes quantitatives et qualitatives des denrées contaminées, ils peuvent être responsables d'intoxications alimentaires et de maladies très graves chez le consommateur, que ce soit par la production de toxines (moisissures et bactéries) ou par transfert de germes infectieux (rongeurs).

3.2. Impact des attaques par les rongeurs sur la santé du consommateur

Les rats consomment chaque jour de la nourriture correspondant à 7 % de leur poids. Pour un rat de 250 g, cela fait 18 g par jour, soit 6,5 kg de céréales par an et par rat ! Même calcul pour la souris avec 15 % de son poids en nourriture journalière : pour une souris de 25 g, cela représente jusqu'à 4 g de nourriture par jour, soit 1,4 kg de céréales par an et par souris. Mais les pertes occasionnées par les rongeurs dépassent les quantités ingérées, par le fait des contaminations par l'urine, par les matières fécales, par les poils et par les agents pathogènes transmis, rendant ainsi les lots inconsommables.

En plus des pertes quantitatives et qualitatives provoquées aux produits, les rongeurs d'entrepôts peuvent être à l'origine de maladies très graves chez le consommateur, parmi lesquelles, nous pouvons citer :

* **la toxoplasmose** : Le toxoplasme (*Toxoplasma gondii*) est un parasite qui s'installe définitivement dans certains animaux (chats), il se multiplie puis s'évacue par les selles. Il y a donc possibilité de contagion à d'autres animaux ou à l'homme par : les légumes frais, la terre.... Chez les rongeurs, le toxoplasme n'est pas évacué dans les selles. Un rongeur peut être contaminé par exemple s'il se roule dans de la terre où un chat a fait ses besoins, ou bien qu'il mange une herbe fraîche avec des larves de toxoplasmes; et ainsi être porteur du mycoplasme (enkysté).

Des travaux de recherche ont montré une relation étroite entre la toxoplasmose et des maladies psychiatriques chez l'homme telles que les dépressions nerveuses, la maladie peut être très dangereuse chez les personnes dont le système immunitaire est faible.

* **la leptospirose** : maladie bactérienne, la bactérie vit dans les reins des rongeurs et peut être transmise à l'homme par contact d'animal atteint. Cela se manifeste par des insuffisances cardiaques, pulmonaires et rénales, des vomissements ou toux hémorragiques, et la mort dans 3 à 5% des cas.

* **la rickettsie** : c'est une maladie causée par une bactérie gram négative. La bactérie se multiplie dans différents organes notamment, le cœur, les reins, les organes gastro-intestinaux, ..., elle provoque la fièvre, des hémorragies, des douleurs abdominales, des troubles neurologiques, ...

Les oiseaux, peuvent également contaminer les grains avec leurs excréments et leur urine et être des vecteurs de propagation de maladie telle que la salmonellose.

3.3. Les parasites producteurs de toxines

- Notion de toxine et de mycotoxine

Une toxine est une substance toxique fabriquée par un organisme vivant : une bactérie, un champignon, un végétal ou un animal.

Le terme mycotoxine vient du grec "mycos" qui signifie champignon et du latin "toxicum" qui signifie poison. Il désigne les substances chimiques toxiques produites par certaines moisissures qui se développent sur certaines denrées alimentaires, en particulier sur les céréales.

3.3.1. Les moisissures

Les moisissures contaminant les denrées stockées peuvent produire des substances toxiques appelées mycotoxines. Les mycotoxines sont des "métabolites fongiques qui, lorsqu'ils sont ingérés, inhalés ou absorbés à travers la peau, entraînent une diminution des performances, une maladie ou la mort chez l'homme ou les animaux, y compris les oiseaux.

Ce sont des métabolites secondaires, c'est à dire ne sont pas nécessaires au développement du champignon comme le sont les acides aminés, les acides gras et les

protéines. Si la toxine est en quantité suffisante dans l'aliment, elle peut provoquer une intoxication chez le consommateur.

Les mycotoxines les plus couramment rencontrées, sont les aflatoxines, et les ochratoxines. Les mycotoxines les plus dangereuses sont les aflatoxines, qui peuvent être mortelle. Les aflatoxines peuvent se trouver dans tous les grains qui ont été attaqués par les moisissures, et ne peuvent être détruites ou éliminées par la cuisson ou le chauffage des grains.

Mais la présence de moisissures productrices de mycotoxines sur une denrée alimentaire ne signifie pas toujours qu'une mycotoxine est produite. Les conditions optimales de la toxinogénèse dépendent d'une combinaison des facteurs température et humidité ainsi que de l'oxygénation au niveau du substrat. La plupart des moisissures se développent entre 15 et 30°C.

La même toxine peut être élaborée par diverses espèces fongiques mais pas obligatoirement par toutes les souches appartenant à une même espèce. Les mycotoxines appartiennent à différentes catégories :

- Les polyacétates : aflatoxines, citrinines, ochratoxines, patuline, zéaralénone, fumonisine.
- Les terpènes : tricothécènes (sesqui), toxine T-2, verrucarine, roridines, fusarénone, trémorgènes (di), désoxynivalénol, diacétoxyscirpénol.
- Les peptides : ergotamine, tryptoquivaline, acide aspergillique, acide cyclopiazonique, slaframine.
- Les dicéto-pipérazines : gliotoxine, roquefortine, sporidesmine.

3.3.1.1. Exemples de mycotoxines et leurs effets sur la santé du consommateur des denrées alimentaires contaminées.

a- Les aflatoxines

- **Généralités** : Les aflatoxines sont des toxines produites par des moisissures appartenant essentiellement à deux espèces du genre *Aspergillus* (*Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus*), champignons pouvant se développer facilement dans les régions chaudes et humides. Les aflatoxines constituent un groupe de 18 composés de structures proches (1 molécule de coumarine et 3 de furannes). Plusieurs aflatoxines (B1, B2, G1, G2) sont présentes dans la nature (Fig. 11), la plus fréquente est l'aflatoxine B1 qui possède des propriétés tératogènes, génotoxiques et cancérogènes. Outre les cultures contaminées,

l'aflatoxine peut également pénétrer dans la chaîne alimentaire par l'intermédiaire des produits d'origine animale. Chez les mammifères les aflatoxine B1 et B2 métabolisées produisent deux dérivés hydroxylés : les Aflatoxines M1 et M2. L'aflatoxine M1 est excrétée dans le lait provenant d'animaux ayant reçu des aliments contaminés par l'aflatoxine B1.

De nombreux produits alimentaires destinés à la consommation humaine ou animale peuvent contenir des aflatoxines, car les agents producteurs (*Aspergillus sp.*) sont des contaminants fréquents de nombreux substrats:

- Grains céréaliers : maïs, riz
- Graines oléagineuses : arachide, tournesol
- Epices : piment, curry et gingembre
- Fruits à coque : amande, noix, pistache
- Figes, dattes, cacao, café
- Lait provenant d'animaux nourris avec du grain contaminé par les aflatoxines.

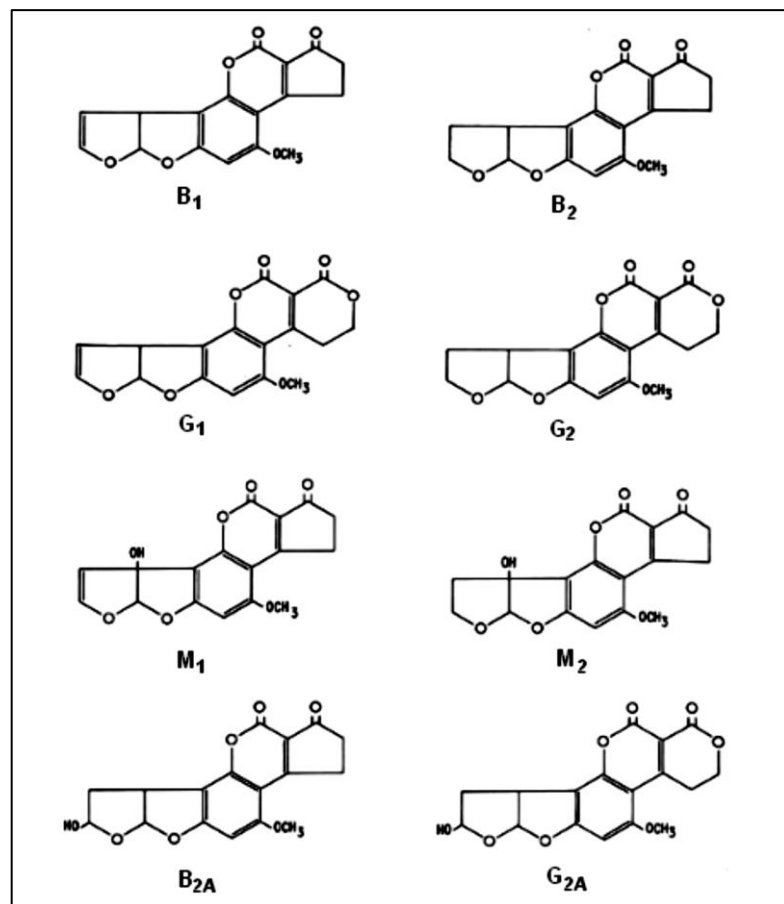


Figure 11 : Structures chimiques des aflatoxines
(Nguyen, 2007)

- **Propriétés biologiques et mode d'action** : L'aflatoxine B1 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 immunodépressives dues à son effet inhibiteur de la synthèse des protéines.

- **Aflatoxines et risques pour la santé humaine** : La voie d'exposition aux aflatoxines chez l'homme est leur absorption au niveau intestinal après ingestion de denrées alimentaires contaminées. Les troubles liés à une intoxication chronique due à l'ingestion d'aliments faiblement contaminés pendant plusieurs semaines ou mois sont : diarrhées, vomissements et perte de poids. Une atteinte du foie qui reste l'organe cible des aflatoxines peut se produire. Les enfants peuvent également être affectés lorsqu'ils sont allaités.

*** Aflatoxines et cancer du foie**

Les aflatoxines sont des substances cancérigènes avérées pour l'homme. L'AFB1 est classée dans le groupe 1 par le CIRC, car elle peut induire l'apparition d'hépatocarcinomes. Ingérée régulièrement, cette substance crée des lésions au niveau du foie qui évoluent en cirrhose. La mutation associée à l'hépatocarcinome (HCC) correspond à une mutation somatique (transversion G:C >T:A de la 3ème base du codon 249 de la protéine p53) qui n'affecte que les cellules hépatiques. Des études épidémiologiques, effectuées à l'échelle mondiale, ont montré que cette mutation est retrouvée dans les pays dont la nourriture est contaminée par *Aspergillus flavus* qui est responsable de l'excrétion de l'Aflatoxine B1. Le taux élevé de cancers primitifs du foie dans les populations d'Afrique, d'Asie ou d'Inde est associée à une consommation d'aliments contaminés, en partie à cause des conditions de stockage.

*** Aflatoxines et autres types de cancer**

Comme les cellules hépatiques, les cellules du système respiratoire sont capables de transformer l'aflatoxine B1 en différents métabolites. Des études de toxicité réalisées chez des animaux exposés aux aflatoxines par voie respiratoire rapportent des lésions et des cancers des voies respiratoires et du foie ainsi que des altérations du système immunitaire. Ceci pose la question de l'éventuelle exposition à ce composé par d'autres voies

que la voie alimentaire. Ainsi, des études ont permis de mettre en relation des expositions aux aflatoxines en milieu professionnel (secteurs agricoles et agroalimentaire) et l'apparition d'atteintes des voies respiratoires qui peuvent évoluer vers des cancers (trachée, bronches, poumons).

b- Les ochratoxines

Neufs composés ont été décrits pour les ochratoxines, mais seule l'ochratoxine A représente un risque de toxicité notamment pour le rein. Elle est produite par des moisissures des genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium*. Parmi les différentes espèces appartenant au genre *Aspergillus* et sécrétant cette mycotoxine on distingue *Aspergillus niger*, *A. ochraceus* et *A. carbonarius*. Leur développement a lieu au cours du stockage lorsque les conditions de conservation sont mauvaises. L'Ochratoxine A (OTA) appartient à la famille des polycétoacides et plus précisément au groupe des ochratoxines. Ce groupe comprend une structure générale qui peut en fonction des groupements R donner en plus de l'OTA différents analogues de structures (Fig. 12).

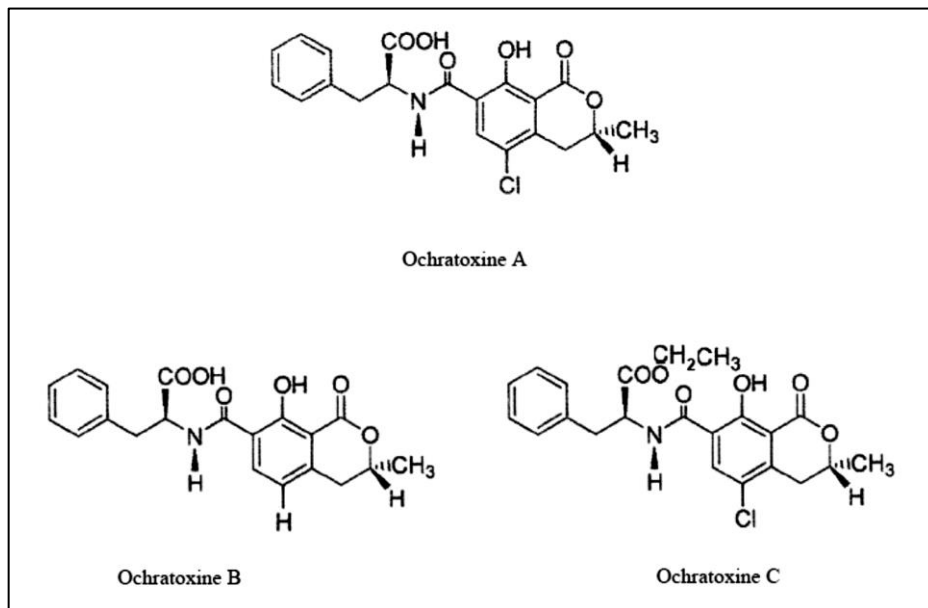


Figure 12 : Structure chimique des ochratoxines A, B et C.

(Nguyen, 2007)

L'ochratoxine A est un contaminant fréquent des céréales, du café, des noix, du poivre, des fruits secs, du jus de raisins, et des abats des animaux. Des effets de toxicité sont observés pour de faibles doses de l'ordre de 2 ppm. L'OTA a un pouvoir immunosuppresseur, génotoxique et cancérigène.

L'exposition humaine à l'OTA, se fait soit par consommation directe des produits contaminés ou indirectement, par consommation de viande ou des dérivées des produits d'animaux qui ont été nourris avec des aliments contenant l'OTA.

c- La zéaralénone

La zéaralénone est appelée originellement toxine F, elle est produite par divers *Fusarium*: *F. roseum* : vomitoxine ; *F. nivale* : T2-toxine, vomitoxine ; *F. trincticum* : buténolide, T2-toxine ; *F. sporotrichoides*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme* : fumomisinés... etc. La zéaralénone est un contaminant des céréales : maïs, blé, sorgho. Elle pose des problèmes dans les élevages de certains animaux, où, si elle est présente dans l'aliment, elle provoque, chez l'animal, une altération des organes génitaux.

d- Les trichothécènes

Ces mycotoxines regroupent un ensemble de composés (déoxynivalénol, T2-toxine, vomitoxine) synthétisés par les moisissures du genre *Fusarium*. La contamination et leur développement a lieu au champ sur les épis de céréales (blé, orge, avoine) et sur le maïs. Des cas d'aleucie alimentaire toxique, anémie sévère avec aplasie, leucopénie et thrombopénie, ont été observés chez les consommateurs de produits contaminés.

e- Les fumonisines

Ces mycotoxines ont été identifiées assez tardivement dans les années 80 en raison de leur caractère soluble qui rendait leur extraction impossible par des méthodes de détections de routine. Elles ont été découvertes à partir de cultures de *Fusarium moniliforme*. C'est un contaminant du maïs. La fumonisine B1 provoque des oedèmes pulmonaires, et des cancers de l'œsophage et du foie chez certains animaux. Les études épidémiologiques ont montré une association avec certains cancers. Les fumonisines sont classées cancérigènes potentielles pour l'homme.

f- La patuline

C'est un contaminant fréquent des pommes abîmées et stockées ainsi que des ensilages (maïs, pulpe de betterave). Elle est synthétisée par des moisissures de stockage du genre *Aspergillus* et *Penicillium*, en particulier *P. expansum*. Ses effets cancérogènes n'ont pas été entièrement avérés.

Le [tableau 05](#) indique les principales mycotoxines produites par certains champignons, les agents producteurs des différentes mycotoxines, ainsi que les facteurs favorables à leur synthèse.

Tableau 05 : Mycotoxines produites par certains champignons
(in Belkacem, 2008)

Mycotoxines	Moisissures	Conditions favorables
Aflatoxine B1, B2, G1 et G2	<i>A. parasiticus</i> , <i>A. flavus</i>	Climats tropicaux et subtropicaux
Ochratoxines A, B, C	<i>A. ochraceus</i> , <i>A. carbonarius</i> , <i>P. verrucosum</i> , <i>P. nordicum</i>	Climats frais et tempérés
Zéaralénone	<i>Fusarium roseum</i> , <i>Fusarium sp.</i>	Moisissures ubiquistes
Vomitoxine, Nivalenol, Fusarenone, Toxine T2, Diacetoxyscirpenol	<i>F. tricinctum</i> , <i>Fusarium sp.</i>	Moisissures ubiquistes
Fumonisine	<i>F. moniliforme</i> , <i>F. proliferatum</i> , <i>Fusarium sp.</i>	Climats tempérés et climats chauds
Citrinine	<i>P. citrinum</i> , <i>Monascus ruber</i>	Climats tempérés
Patuline	<i>P. patulum</i> , <i>Byssosclamyces nivea</i>	Traumatisme, défaut d'aérobiose
Acide penicillique	<i>A. ochraceus</i> , <i>P. cyclospium</i> , <i>P. puberulum</i>	Climats frais
Moniliformine	<i>F. proliferatum</i> , <i>F. subglutinans</i>	Moisissures ubiquistes
Acide cyclopiazonique	<i>A. flavus</i>	Souvent en association aux aflatoxines

Le **tableau 06**, indique les effets probables des principales mycotoxines sur l'homme.

Tableau 06 : Effets probables des principales mycotoxines sur l'homme
(in Belkacem, 2008)

Aflatoxine	<ul style="list-style-type: none"> - Cancérogène : Cancer du foie et des voies biliaires, cancer broncho-pulmonaire et bronchique (B1), - Mutagène : Anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN (B1)
Ochratoxine A	<ul style="list-style-type: none"> - Cancérogène : Cancer du rein - Mutagène : Anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN - Immunosuppresseur, - Néphrotoxique : Néphropathie endémique (Balkans), néphropathie interstitielle chronique (Maghreb)
Patuline	<ul style="list-style-type: none"> - Immunosuppresseur : Diminution du nombre de lymphocytes du sang (lymphopénie) si intoxication chronique - Neurotoxique : Troubles nerveux (action antiacétylcholinestérase)
Fumonisine	<ul style="list-style-type: none"> - Cancérogène : Association avec des cancers de l'oesophage, notamment chez les femmes (Afrique du Sud), et du foie (Chine)
Trichotécène	<ul style="list-style-type: none"> - Mutagène : Anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN (toxine T2) - Immunodépresseur : Altération de la phagocytose, inhibition de la synthèse protéique (Toxine T2 et Désoxynivalénole) - Respiratoire : Pneumopathie interstitielle desquamative - Aleucie (Union Soviétique, Europe Centrale, Etats-Unis, Finlande Chine)
Zéaralénone	<ul style="list-style-type: none"> - Oestrogénique : Puberté précoce et gynécomastie (Porto-Rico)
Trémorgène	<ul style="list-style-type: none"> - Respiratoires : Alvéolites allergiques
Citréoviridine	<ul style="list-style-type: none"> Neurotoxiques : Paralysie des extrémités, convulsion, mort par arrêt respiratoire
Acide aspergillique	<ul style="list-style-type: none"> - Respiratoires : Alvéolites allergiques
Fusarine C	<ul style="list-style-type: none"> - Mutagène : Anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN
Gliotoxine	<ul style="list-style-type: none"> - Immunosuppresseur : Mortalité des lymphocytes
Fusarochromanone	<ul style="list-style-type: none"> - Malformations osseuses chez les adolescents (Chine)

3.3.1.2. Facteurs influençant la toxinogénèse chez les moisissures

La toxinogénèse, ou synthèse de toxines chez les moisissures toxinogènes est un processus qui dépend de plusieurs facteurs, qui peuvent être regroupés en deux séries :

- Facteurs intrinsèques

Les mycotoxines sont essentiellement élaborées par des espèces appartenant aux genres *Aspergillus*, *Fusarium* et *Penicillium*. Certaines mycotoxines peuvent être produites par plusieurs espèces appartenant à des genres différents. Par exemple l'ochratoxine A (OTA) est produite par *Penicillium nordicum*, *P. verrucosum*, *Aspergillus ochraceus* et *A. carbonarius*. De même, une espèce peut élaborer plusieurs mycotoxines. Par exemple l'acide penicillique et l'OTA sont produits par *A. ochraceus*. Cependant certaines mycotoxines sont étroitement liées à certaines espèces fongiques : aflatoxines (*A. flavus* et *A. parasiticus*). Au sein d'une même espèce réputée toxinogène, toutes les souches n'ont cependant pas cette propriété.

Le type et la quantité de mycotoxine dépendent des espèces qui les produisent. Elles diffèrent dans leur caractère morphologique et génétique. Les champignons toxinogènes peuvent être classés en deux groupes principaux :

- Les champignons de champs qui contaminent les produits agricoles avant et pendant la récolte, principalement *Fusarium* et *Alternaria* mais aussi des *Aspergillus* dans le cas des raisins. ;
- Les champignons de stockage (par exemple *Penicillium* et *Aspergillus*) qui tendent à contaminer les denrées alimentaires pendant le stockage.

- Facteurs extrinsèques

• **Disponibilité en eau (AW) :** La disponibilité en eau a une influence déterminante sur le développement du champignon ainsi que sur la production de mycotoxines, notamment dans les denrées peu hydratées comme les céréales et les grains de cafés. Dans ce cas, la toxinogénèse semble proportionnelle à l'activité de l'eau. La plupart des moisissures préfèrent une Aw entre 0.85 et 0.99 pour leur développement. L'Aw minimale permettant le développement de la plupart des champignons contaminant les céréales est de 0.7. Certaines moisissures xérophiles (*A. flavus* ou *P. restrictis*) peuvent se développer dans les fruits secs, le lait en poudre, les confitures..., dont l'Aw est moindre. Généralement les

espèces d'*Aspergillus* et de *Penicillium* sont des contaminants typiques des céréales au stockage tandis que les espèces de *Fusarium* préfèrent le milieu dont l'Aw est plus élevée.

• **Température :** Les moisissures peuvent se développer entre 0 et 35°C. Certaines espèces sont capables de se développer à des températures extrêmes : *Cladosporium herbarum* peut se développer à des températures inférieures à 0°C et *A. flavus* ou *A. fumigatus* jusqu'à 60°C. En général, la température optimale de toxinogénèse est voisine de la température optimale de croissance. Pour d'autres toxines, telles que la zéaralénone élaborée par *F. roseum*, la température optimale de toxinogénèse est généralement inférieure à celle de la croissance, respectivement 15 et 25°C environ. Parfois l'apparition de mycotoxines dans les conditions naturelles est favorisée par des températures relativement basses, au voisinage de la température minimale de croissance : de l'ordre de 1 à 4°C pour les trichothécènes produites par *F. tricinctum*.

• **Composition gazeuse :** La plupart des moisissures sont aérobies. La réduction de la pression partielle en oxygène et surtout l'accroissement de la teneur en CO₂, ont un effet dépresseur important sur la toxinogénèse. La production d'aflatoxines dans l'arachide, modérément réduite entre 21 et 5% d'O₂, est pratiquement inhibée lorsque la proportion en O₂ est inférieure à 1%.

L'augmentation de la teneur en CO₂ (20%), surtout si elle est associée à une réduction en oxygène, provoque une chute importante de la production d'aflatoxines. Après conservation dans une atmosphère confinée, dans laquelle les moisissures peuvent plus ou moins se développer, la remise à l'air libre ou la ventilation provoque rapidement une intense toxinogénèse.

• **Nature du substrat du milieu :** La toxinogénèse des moisissures en comparaison à leur croissance dépend beaucoup de la composition chimique de la denrée sur laquelle elles se développent. Sur une denrée alimentaire, on trouve souvent une espèce dominante de ses toxines. Par exemple, *P. verrucosum* est le producteur principal d'OTA dans les céréales tandis que *P. nordicum* contamine souvent les produits riches en protéines, des produits fermentés à base de viande, de fromages.... Ainsi, les céréales sont, toutes conditions égales par ailleurs, beaucoup plus propices à la toxinogénèse que le soja et le colza (légumineuses).

- **Facteurs divers**

Les fourrages et les céréales sont naturellement en contact avec des spores fongiques avant, pendant et après la récolte, durant le transport et le stockage. Les rongeurs, oiseaux, insectes et acariens interviennent dans le processus de contamination en provoquant des lésions physiques dans les tissus végétaux qui favorisent la pénétration des spores. La contamination d'arachide, de coton, de maïs par *A. flavus* ou les aflatoxines avant la récolte est souvent liée à l'attaque par les insectes. Dans le stockage, les échantillons de grain hébergeant des charançons révèlent en général une population fongique importante et parfois des mycotoxines (aflatoxine B1, ochratoxines A, citrinine dans le maïs ou l'orge). Des microorganismes dit « de concurrence » peuvent affecter la production de mycotoxines sur les produits agricoles. Ils peuvent augmenter ou gêner la formation des mycotoxines en changeant les conditions environnementales les rendant défavorables pour la production de mycotoxines ou en produisant des composés inhibiteurs. Les interactions avec d'autres microorganismes peuvent également être différentes dans les différentes conditions environnementales.

Plusieurs facteurs additionnels peuvent influencer la production des mycotoxines dans le champ (pratiques agricoles, rotation de récolte, fongicides utilisés, variété de la plante et les différences géographiques).

3.3.2. Les bactéries

- *Bacillus cereus*

Bacillus cereus est une bactérie pathogène pour l'homme et les animaux fréquemment rencontrée dans les produits riches en amidon comme le riz et les céréales. Il est capable de produire deux types de toxines dont l'une est thermostable. Ce bacille est responsable de troubles gastro-intestinaux dus soit à l'ingestion de la toxine préformée dans l'aliment, soit à l'ingestion de la bactérie. Les lots de grains peuvent être contaminés par les poussières, le sol ou directement par les matières premières livrées. Sa température de croissance se situe entre 5 et 37 °C, le pH est optimum entre 4,5 et 7 et une activité de l'eau (A_w) supérieure à 0,95 lui est favorable.

Chapitre IV

Lutte contre les parasites des denrées alimentaires stockés

4.1. Lutte contre les ravageurs

La lutte contre les ravageurs d'entrepôt des denrées alimentaires stockées, notamment les insectes, reposent sur l'utilisation de différentes méthodes :

4.1.1. La lutte chimique

Elle consiste à l'utilisation d'insecticides, mais peu de molécules sont autorisées à cet effet, à cause des problèmes de résidus qui peuvent s'accumuler dans les denrées traitées. D'une manière globale, ce sont les fumigants et les insecticides de contact qui sont utilisés pour combattre les ravageurs d'entrepôts. Parmi les molécules (matières actives) utilisées on peut citer :

- Les fumigants à base de Phosphure d'aluminium (560-570 g/L)
- Les insecticides de contact à base de Spinosad (125 g./kg), de pirimiphosméthyle (Actellic), de la deltaméthrine (250 g./kg), et du chlorpyrifos-éthyl (50 g./kg).

L'interdiction d'usage de certains insecticides de contact fréquemment utilisés sur les céréales (dichlorvos et malathion) ont considérablement réduit les possibilités de lutte chimique contre les insectes du stockage.

D'autre part, la résistance des insectes aux pesticides de synthèse est l'un des principaux méfaits de l'application répétée des produits contre les ravageurs. De nombreux cas de résistance sont révélés partout. Actuellement, aucun groupe parmi les organophosphorés, organochlorés, pyréthrinoïdes ou encore fumigants n'échappe à la résistance des insectes.

4.1.2. La lutte physique

Différentes méthodes peuvent être utilisées pour le contrôle physique des ravageurs d'entrepôts. Le choix de la méthode adoptée est fonction de la nature et la quantité du produit stocké, du type d'entrepôt de stockage et des moyens disponibles pour l'application de telle ou telle méthode. Parmi les méthodes utilisées on peut citer :

- ***L'irradiation et la lutte par le froid*** : Ce sont des méthodes procurant de bons résultats, mais qui sont peu utilisées du fait du coût de l'énergie et de la lourdeur des installations de base.

- ***Le stockage hermétique*** : Ce type de stockage est de plus en plus pratiqué en milieu rural. Le plus souvent, des fûts d'huile récupérés, des bidons en plastique et des jarres commodes, sont utilisés pour emmagasiner les grains et les graines. L'une des pratiques courantes est de rajouter quelques comprimés de phostoxin, ou bien des fruits de certaines plantes (*Boscia senegalensis*) à effet insecticides, pour éliminer les populations d'insectes.

- ***L'insolation*** : C'est une pratique effectuée le plus souvent avant emmagasinage des récoltes. Elle permet d'achever le séchage et de faire fuir les insectes grâce à la chaleur et à l'incidence directe des rayons solaires. L'efficacité de cette méthode dépend de la température et de la durée d'exposition au soleil.

- ***L'enfumage*** : Il est surtout pratiqué en milieu rural autant pour les vivres que les semences. Dans le cas des semences, essentiellement de mil et de maïs, les épis sont suspendus au-dessus du foyer, lui conférant une immunité contre les insectes grâce à la chaleur et à la fumée.

- ***Les poudres minérales et terres de diatomées*** : Les poudres à action abrasive à l'image de la cendre et du sable fin ont été traditionnellement utilisées dans la conservation des récoltes. Avec du maïs, des chercheurs ont démontré l'efficacité au bout de six mois de cendres de feuilles d'*Eucalyptus grandis* sur *S. zeamais* à une dose de 20 g par 2 kg par une réduction de la F1 et des pertes de poids de 2,4 %. Aussi, les terres de diatomées sont d'un intérêt considérable. Les avantages de leur utilisation : absence de résidus, efficacité dans le contrôle des insectes sans développement de résistance, facilité de manipulation. Toutefois,

leur efficacité est meilleure aux fortes températures et aux basses humidités et dépend en outre de la denrée traitée et de l'insecte considéré.

- **La ventilation** : Parmi les mesures de prévention, figure en premier lieu la ventilation à l'air ambiant qui consiste à refroidir le grain progressivement (classiquement en trois paliers réalisés, durant l'été avec un objectif de 20°C, l'automne avec un objectif de 12°C et l'hiver pour atteindre 5°C) en y insufflant de l'air ambiant lorsque sa température est inférieure de 7 à 10°C à celle du grain. Lorsque le grain atteint 12°C, les insectes cessent de se reproduire et ont une activité ralentie ; exposés pendant plusieurs mois à 5°C, les populations d'insectes meurent en grande partie.

4.1.3. La lutte biologique

Ce mode de lutte s'articule dans la majeure partie des cas sur l'utilisation de parasitoïdes, parasites et prédateurs. Des micro-organismes entomopathogènes, bactéries, champignons, nématodes, protozoaires et virus ont intéressé les chercheurs dans la lutte biologique. L'espèce la plus connue dans ce domaine est la bactérie *Bacillus thuringiensis*.

Certaines plantes à pouvoir insecticide ou répulsif sont aussi utilisées pour contrôler les insectes d'entrepôts ; les espèces les plus utilisées sont : le neem (*Azadirachta indica*), *Tephrosia vogelii*, *Blumea aurita*, *Dracaena arborea*, *Chenopodium ambrosioides*,... Des feuilles complètes (*Boscia senegalensis*) ou réduites en poudre, ainsi que des huiles essentielles de certaines espèces végétales (*Lavandula hybrida*, *Rosmarinus officinalis*, *Eucalyptus globulus*,...) ont montré des résultats satisfaisants dans le contrôle des ravageurs des denrées stockées.

Cependant, certaines limites s'opposent à l'application de la lutte biologique, notamment, la conservation des agents de lutte biologique, et la difficulté de l'optimisation des facteurs environnementaux pour favoriser le développement d'agents de lutte biologique et empêcher entre autre le développement des parasites nuisibles, notamment les champignons ; ce qui nous incite à rechercher d'autres moyens utilisant des techniques moins coûteuses et dont la mise en œuvre par les producteurs est moins contraignante.

4.2. Lutte contre les rongeurs

Pour lutter contre les rongeurs, plusieurs méthodes sont utilisées :

- **La prévention** : en prenant toutes les dispositions pour éviter les possibilités d'infiltration (portes, fenêtres, égouts, etc...) ;
- **L'utilisation des poisons** : les anticoagulants, les poisons violents, la fumigation.
- **La prévention de la réinfestation.**

4.3. Lutte contre les moisissures

La méthode la plus facile pour prévenir la formation de moisissures est de sécher les produits à entreposer jusqu'à atteindre une teneur en humidité sans risque. Néanmoins, une température réduite combinée à une faible humidité est plus efficace que le simple séchage dans la prévention de la bio-détérioration par les moisissures. Pour cela, il faut assurer une bonne ventilation et une bonne aération qui permettent de rafraîchir la température de l'entrepôt et de réduire la possibilité de transfert d'humidité entre grains. Il faudra en tenir compte lors de la sélection d'un entrepôt.

4.4. Lutte intégrée contre les nuisibles

Les solutions les plus efficaces pour se protéger contre les insectes des produits stockés et les autres nuisibles consistent à mettre en œuvre un programme de gestion intégrée. Une approche de gestion intégrée qui combine des principes fondamentaux, semble être efficace et adéquate pour combattre les nuisibles :

1. **Inspection:** Inspection détaillée des locaux par un expert,
2. **Exclusion:** Éliminer les possibilités d'entrée,
3. **Restriction:** Formation du personnel en matière de sensibilisation aux nuisibles pour repérer les premiers signes d'infestation,
4. **Destruction:** Utilisation de solutions innovantes pour éliminer les parasites des lieux infestés,
5. **Monitoring:** Contrôles réguliers et dispositifs de surveillance pour détecter les signes précoces d'alerte des infestations d'insectes

Bibliographie

- **Afrique verte (2004)**. Module de formation sur les techniques de stockage et de conservation des céréales. 1^{ère} édition. Conception et rédaction : Coordination d'Afrique Verte Burkina Faso. *Disponible sur* : http://www.afriqueverte.org/r2_public/media/fck/File/Documentation/Formation_animateurs/Module%20technique%20de%20Stockage%20&%20conservation%20en%20fran%C3%A7ais.pdf : 42p.
- **Aidani H. (2015)**. Effet des attaques de Capucin des grains (*Rhizopertha dominica*) sur les céréales stockées. « Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif Cas de blé dur dans la région de Tlemcen ». Mémoire de master en agronomie : Production et amélioration des plantes. Université de Tlemcen : 104p.
- **Andriamparanony I. et Lesoa V.A. (2011)**. Rapport d'étude : Propositions d'amélioration du stockage traditionnel dans le cadre du projet AROPA – Association FERT. *Disponible sur* : http://www.fert.fr/v2/wp-content/uploads/2012/09/MDG_Etude-sur-amelioration-du-stockage-traditionnel_2011.pdf : 38p.
- **Arcourbio (2018)**. L'intérêt du stockage dans l'agriculture biologique. *Disponible sur* : <https://arcourbio.fr/le-stockage-dans-lagriculture-biologique/>
- **Belaïd D. (2017)**. Stockage des céréales : économie et innovation en protection raisonnée des céréales contre l'infestation par les insectes au stockage. *Collection Brochures Agronomiques*. Ed. Arvalis : 16p.
- **Belkacem N. (2008)**. Les mycotoxines : production et voie de biosynthèse. Master 2 Recherche, en Elaboration de la Qualité et Sécurité Alimentaire. Institut national polytechnique de toulouse. ENSAT : 25p.
- **Carpentier M. (2017)**. Stockage des grains « évaluer le risque et ne rien négliger pour prévenir les infestations ». *Disponible sur* : <https://www.terre-net.fr/observatoire-technique-culturelle/strategie-technique-culturelle/article/evaluer-le-risque-et-ne-rien-negliger-pour-prevenir-l-infestation-217-129041.html>.
- **Delobel A. et Tran M. (1993)**. Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Ed. ORSTOM : 442p.
- **FAO et INPhO (1998)** : Synthèse de l'expérience africaine en amélioration des techniques après récolte. *Disponible sur* : <http://www.fao.org/3/W1100F00.htm#Contents>.

- **Futura sciences (2013)**. Les céréales terrain de jeu pour parasites et nuisibles : <https://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/vie-site-dossier-cereales-terrain-jeu-parasites-nuisibles-46072/>.
- **Guèye M.T. ; Seck D. ; Wathelet J.-P. et Lognay, G. (2011)**. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **15**(1), 183-194.
- **Hayma J. (2004)**. le stockage des produits agricoles tropicaux. Agrodok 31. Fondation Agromisa. Wageningen : 80p.
- **Huchet J. B. (2016)**. Le Coléoptère, la Graine et l'Archéologue : approche archéoentomologique de quelques ravageurs des denrées stockées. In book: Plantes, produits végétaux et ravageurs. Actes des Xe Rencontres d'Archéobotanique, Les Eyzies-de-Tayac, 24-27 septembre 2014. Edition: Ausonius. Publisher: Aquitania, supplément 36 Editors: M.-F. Diestch-Sellami, Ch. Hallavant, L. Bouby, B. Pradat. *Disponible sur* : <https://www.researchgate.net/publication/312497540>: 28p.
- **IFDC. (nd)**. Fiche technique : Les concepts de base sur le stockage et la conservation des produits agricoles : 12p.
- **Juin H. (2015)**. Les pertes alimentaires dans la filière Céréales. *Innovations Agronomiques* 48 :79-96. *Disponible sur* : <https://www6.inrae.fr/groupe-filieres/content/download/5417/45872/version/1/file/Vol48-5-Juin.pdf> : 18p.
- **Kermiche M. (2013)**. Caractérisation de certaines souches microbiennes évoluant dans le blé fermenté et mise en évidence de leurs activités enzymatiques. Thèse de Magister en Biotechnologie Alimentaire. Université de Constantine. INATAA : 123p.
- **Kônig C. (2016)**. Les acariens, amateurs de grains humides. *Disponible sur* : <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/botanique-ravageurs-menace-nos-cereales-1658/page/7/>
- **Lamrani K. (2009)**. Étude de la biodiversité des moisissures nuisibles et utiles isolées à partir des Maâsra du Maroc. Thèse de Doctorat en Microbiologie. Université Mohamed V-Agdal, Faculté des sciences – Rabat, Maroc : 213p.
- **Mazeau A. (2012)**. La mouture du blé. Chapitre 01. *le Monde des Moulins* N°42 . Ed. FDMF (Fédération Des Moulins de France). *Disponible sur* : <https://fdmf.fr/la-mouture-du-ble/>.
- **Moule C. (1972)**. Les plantes sarclées et diverses. Tome III. Ed. la maison Rustique- Paris. : 134p.

- **Ndiaye D.S.B. (1999)**. Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux: Ed. Atelier Autrichien de Développement (EWA) et Aide au Développement Gembloux (ADG). Cellule Centrale d'Appui Technique. *Disponible sur* : http://www.resopp-sn.org/IMG/pdf/Manuel_de_stockage_et_de_conservation_des_cereales_et_des_oleagineux.pdf : 61p.
- **Nguyen M.T. (2007)**. Identification des espèces de moisissures, potentiellement productrices de mycotoxines dans le riz commercialisé dans cinq provinces de la région centrale du VIETNAM - étude des conditions pouvant réduire la production des mycotoxines. Thèse de Doctorat en Génie des procédés et de l'environnement. Institut national polytechnique de Toulouse : 147p.
- **Ntsam S. (1989)**. Pourquoi stocker ? in *Céréales en régions chaudes*. AUPELF-UREF, Eds John Libbey Eurotext, Paris : 3-8.
- **Portelli C. ; Fontaine-Verdier E. ; Dop J. et Boni M. (2008)**. Les Mycotoxines. *Disponible sur* : http://www.svpf.fr/IMG/pdf/2008_01_1.pdf : 22p.
- **Ramaratsialonina C. ; Andriantiana C. et Pouzoulic J. (2016)**. Pour un stockage efficace des produits agricoles. Ed. Fert. *Disponible sur* : http://www.fert.fr/v2/wp-content/uploads/2016/06/Fert_MDG_Capitalisation-Stockage_2016.pdf : 28p.
- **Rentokil (2016)**. Des insectes dans les produits stockés. *Disponible sur* : <https://www.rentokil.com/be/blog/fr/insectes-produits-stockes/#.Xo2EX4hKjcc>.
- **Taruvinga C., Mejia D. et Sanz Alvarez J. (2014)** : Systèmes Appropriés de Stockage des Semences et des Grains pour les Agriculteurs à Petite Échelle. Ed. FAO. *Disponible sur* : <http://www.fao.org/3/a-i3769f.pdf> : 52p.