

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1- Généralité sur les Céréales

Les céréales représentent la famille des Poacées ou Graminées. Ce sont des plantes cultivées principalement pour leurs graines et utilisées en alimentation humaine sous différentes formes.

Au Sénégal comme dans la plupart des pays du Sahel, le régime alimentaire des populations est largement dominé par les céréales. Il s'agit principalement du mil, du sorgho, du maïs et du riz. Le mil constitue la céréale traditionnelle la plus répandue en milieu rural où il est consommé partout sous diverses formes. La consommation annuelle par tête est estimée à 30,2Kg/tête/an au niveau national selon une étude menée par l'USAID en 2017. Cette valeur est inférieure à la moyenne des zones rurales équivalente à 53,3Kg/tête/an et supérieure à celle par tête au niveau urbain égale à 23,1Kg.

I.1.1- Le mil

Le mil occupe la 6^{ème} place parmi les céréales les plus importantes au monde (JAICAF, 2009). Au moins 500 millions de personnes dépendent du mil pour leur survie (Saïdou, 2011). La culture du mil couvrait plus de 33,11 millions d'hectares en 2013 dans le monde. Elle se répartit principalement dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique avec 21,12 millions d'hectares cultivés pour une production de 15 millions de tonnes, et de l'Inde où la production du mil atteint 10,9 millions de tonnes sur une superficie de 9,2 millions d'hectares (FAOSTAT, 2016). Les principaux pays producteurs en Afrique, par ordre d'importance décroissante sont : le Nigéria, le Niger, le Burkina Faso, le Tchad, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. Dans ce dernier pays, le mil le plus cultivé est le mil pénicillaire, mil à chandelle ou petit mil (en anglais "pearl millet", "bulrush millet", "cattail millet") qui est une herbe annuelle du genre *Pennisetum* (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) dont le cycle végétatif est de 45 à 180 jours. Le mil à chandelle, *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. est une céréale originaire d'Afrique de l'Ouest, plus précisément de la zone Nord-Est du fleuve Sénégal (Tostain, 1998). Le plus grand nombre d'espèces, aussi bien sauvages que cultivées se trouve dans cette partie de l'Afrique (FAO, 1995). C'est une céréale majeure des zones sèches et sahéliennes. En Afrique de l'Ouest, ces deux céréales poussent dans des environnements divers avec une limite septentrionale pour le mil à l'isohyète 300 mm. Cependant, certaines variétés plus tardives descendent assez loin au Sud dans la zone bioclimatique dite guinéenne avec plus de

1200 mm de précipitations annuelles (Traoré *et al.*, 2003). Le mil est une plante à jour court quoiqu'il existe des variétés indifférentes à la longueur du jour (Vietmeyer, 1996). Le mil exige, pour son développement, une somme de température de 2050 à 2550°C. Ses températures de germination sont : 10-12°C (minimum), 37-44°C (optimum) et 44-50°C (maximum) (Loumrem, 2004). Le mil est une céréale plus tolérante à la sécheresse que le sorgho et le maïs et peu exigeante sur la nature du sol. Le mil se caractérise par une forte aptitude à mettre en place des mécanismes physiologiques qui lui permettent de tolérer la sécheresse (Bezançon *et al.*, 1997 ; Moumouni *et al.*, 2015).



Figure 1 : Plants de mil en phase de maturation

I.1.2- Conditions de stockage

Le bon stockage et la bonne conservation ont pour but de préserver au maximum les qualités originelles des grains et graines.

Les pertes sont essentiellement dues aux insectes, aux rongeurs, aux moisissures et bactéries.

Certaines conditions physiques, notamment la teneur en eau, l'humidité relative, la température, peuvent entraîner des pertes qualitatives par la dégradation de la qualité des denrées stockées.

La connaissance et l'application de certaines règles permettent d'assurer un bon stockage et une bonne conservation.

L'utilisation des pesticides devra se faire dans les conditions qui seront prescrites pour assurer une efficacité des traitements alliés à une bonne protection des agents de traitement et des populations environnantes.

Les conditions d'emballages, de stockage, d'entreposage et la gestion du stockage sont des facteurs très importants qui peuvent contribuer à une bonne ou une mauvaise conservation des grains et des graines.

Le stockage permet de préserver autant que possible la valeur de la graine de mil pour son utilisation future prévue, autrement dit de conserver une proportion aussi élevée que possible soit de semences viables pour plantation à la saison suivante, soit de la valeur alimentaire de la graine pendant un temps aussi long que possible. C'est ainsi qu'en milieu rural où la majorité des stockages de mil est faite, diverses méthodes parfois rudimentaires mais non moins efficaces sont mises en place afin de préserver la céréale, moyen de subsistance.

I.1.2.1- Moyens traditionnels de stockage

Le stockage traditionnel en milieu rural s'effectue dans des silos en chaumes tressés ou en terre (banco). Il est certain que ces procédés sont imparfaits et peuvent être grandement améliorés par des silos en dur et à l'échelon coopératif par des silos métalliques permettant un ensilage hermétique. De bons résultats ont déjà été obtenus dans cette voie, et l'équipement progressif du pays se poursuit. Chez le petit cultivateur l'utilisation de fûts de 200 litres hermétiquement scellés, constitue une méthode d'auto désinfection très valable et couramment utilisée depuis un certain nombre d'années.

I.1.2.2- Emballage hermétique

Le principe consiste à effectuer une fumigation initiale avec un gaz insecticide pour tuer tous les insectes à tous leurs stades de développement et ensuite à empêcher l'infestation des produits traités par un emballage hermétique. Cette technique employée dans certains pays d'Afrique tropicale (Nigéria, Ghana) qui utilisent du dibrométhane en berlingot ou du tétrachlorure de carbone et des sacs en polyéthylène soudés, devrait pouvoir se généraliser assez rapidement dans le milieu rural.

I.1.2.3- Emploi de poudres insecticides

L'emploi des poudres insecticides est pratiqué depuis longtemps au Sénégal. En effet, pour lutter contre les termites qui attaquent les Seccos, les Wangs et les bruches, les cultivateurs sénégalais emploient depuis 1945 le HCH en poudre. L'odeur de moisi du produit n'est pas trop gênante pour les arachides en coque. Par contre, pour traiter les arachides décortiquées,

ou les graines alimentaires (riz, maïs, mil, sorgho, blé), il est nécessaire d'employer le lindane soit en poudrage, soit en pulvérisation, soit en fogging.

I.2- Généralité sur *Tribolium castaneum*

Les espèces appartenant à ce genre figurent parmi les plus importants ravageurs. Ces insectes possèdent un large spectre tropique en étant à la fois psychophages, mycophages, nécrophages et prédateur. Bien que les denrées infestées soient très variées, *Tribolium* montrent une très nette préférence pour les farines, qu'elles soient de céréales ou de légumineuses.

Tribolium castaneum (Herbst) (Tribolium rouge de la farine) qui est, parmi les insectes des stocks, le plus ubiquiste, le plus polyphage et le plus redoutable (ACG, 2015). Les larves sont mobiles et se nourrissent. Ils sont d'une teinte blanche avec du jaune et passent par 5 à 11 mues avant d'atteindre 5 mm à la fin de leur croissance (ACG, 2015). A la fin du dernier stade larvaire, les larves s'immobilisent, cessent de se nourrir et se transforment en nymphes immobiles. Ce processus s'étend sur 3 à 9 semaines (ACG, 2015). Les nymphes se retrouvent, nues, dans les mêmes aliments que les larves. Elles sont blanches au départ mais leur couleur s'assombrit graduellement avant de devenir adultes, ce qui a lieu 9 à 17 jours plus tard. Les adultes se nourrissent des mêmes aliments que les larves et vivent entre 15 et 20 mois (ACG, 2015).

On peut rencontrer cinq générations par an. Les adultes et les larves ne s'implantent généralement dans les grains qu'après les attaques de ravageurs primaires qui leur ouvre la porte (Camara, 2009) ou lorsque les grains sont brisés (Seck *et al.*, 1992). Les souillures de *T. castaneum* corrompent de très nombreuses denrées amylacées notamment les farines de céréales (Bonneton, 2010). Les recherches de Seck (1983) ont montré que l'infestation de *T. castaneum* est plus souvent notée sur le mil battu et conservé en sacs, que sur les épis entiers stockés dans les greniers traditionnels

I.2.1- Origine et Taxonomie

Le genre *Tribolium* fut créé en 1825 par W. S. Mc. LEAY pour une espèce déjà décrite par HERBST (1797) sous le nom de *Colydium castaneum* (= *Tribolium castaneum*). Hinton (1948) a procédé à la révision systématique du genre. Il y compte vingt-six espèces réparties en cinq sections bien caractérisées morphologiquement et zoogéographiquement et qui pourraient avoir valeur de sous-genre ou même de genres distincts. D'après lui, le genre

Tribolium qu'il apparente au genre *Lyphia* MULSANT, remonterait au Crétacé. Smith (1952) tend à confirmer la validité de deux au moins des deux sections de Hinton (année ?). Cet auteur a fait l'étude cytologique de trois espèces du genre et a montré que si « l'assortiment chromosomial » de *T. confusum* et de *T. destructor* est identique, celui de *T. castaneum* par contre, est d'un type nettement différent. Cela confirme donc les vues de Hinton (année) qui considère ces trois espèces comme appartenant à deux complexes supra-spécifiques distincts. L'espèce, très fréquente en contexte archéologique, serait originaire de l'Inde où elle se trouve en milieu naturel. Sa présence en Égypte à des périodes reculées viendrait à l'encontre de cette hypothèse. En effet, les plus anciens spécimens découverts (*Tribolium castaneum/confusum*) proviennent d'une jarre pharaonique datée de c. 2500 a.C.146 et d'autres spécimens sont cités de la tombe de Toutankhamon (1350 a.C.). D'un contexte égyptien plus récent, l'espèce figure également dans des niveaux du fort romain de Mons Claudianus. À Santorin, on retrouve sa trace au sein d'une jarre (pithos) de l'âge du Bronze ayant contenu de la farine. Enfin, en Israël, l'espèce est citée à Hadar, dans des niveaux de l'âge du Fer et au Royaume-Uni, dans différents sites de la période romaine.

Tribolium castaneum est classé comme suit :

Règne : Animal

Phylum : Arthropodes

Classe : Hexapodes (Insectes)

Ordre : Coléoptères

Famille : Ténébrionidés

Genre : *Tribolium*

Espèce : *Tribolium castaneum* (Herbst.)

I.2.2- Morphologie

Tribolium rouge de la farine (*Tribolium castaneum*, Herbst 1797) est un insecte de 3-4 mm de long (Benneton, 2010). Les adultes sont bruns rougeâtre, plats avec un corps fin

Il est étroit, allongé, à bord parallèles, à pronotum presque aussi large que les élytres et non rebordé antérieurement. On note aussi un élargissement brutal des antennes de *Tribolium castaneum* au niveau du sommet. Les trois derniers articles des antennes sont nettement plus gros que les huit premiers. Contrairement à *Tribolium confusum*, le chaperon ne dépasse pas l'œil latéralement. Dimorphisme sexuel : la base du fémur antérieur possède chez le male un tubercule pilifère arrondi qui est absent chez la femelle. La larve mesure 6mm, environ 8 fois plus longue que large, d'un jaune très pâle à maturité, avec latéralement quelques courtes soies

jaunes (Hamdani et Bourega, 2018). Les larves sont minces, actives et blanc brunâtre. Elles ont six pattes thoraciques et un appendice fourchu distinctif à l'extrémité de l'abdomen. La capsule céphalique et la face dorsale sont légèrement rougeâtres (Camara, 2009).



Figure 2 : Adulte de *T. castaneum* (Thiaw *et al.* 2013)

I.2.3- Bio écologie et répartition géographique

La longévité de l'insecte est de 2 à 8 mois suivant les conditions abiotiques. Dès l'âge de trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs qui, vers 30°C, éclosent au bout de cinq jours. Les œufs sont déposés en vrac sur les graines et sont difficiles à déceler. Les larves circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphoses sans cocon. Les larves sont d'une teinte blanche avec du jaune et passent par 5 à 11 mues avant d'atteindre 5 mm à la fin de leur croissance. A la fin du dernier stade larvaire, les larves s'immobilisent, cessent de se nourrir et se transforment en nymphes immobiles. Ce processus s'étend sur 3 à 9 semaines. Les nymphes se retrouvent, nues, dans les mêmes aliments que les larves. Elles sont blanches au départ mais leur couleur s'assombrit graduellement avant de devenir adultes, ce qui a lieu 9 à 17 jours plus tard. Ce développement peut être influencé par la disponibilité de la nourriture et sa période peut être extrêmement allongée en fonction de la nourriture et des conditions de l'environnement (Diome, 2012). Les adultes se nourrissent des mêmes aliments que les larves et vivent entre 15 et 20 mois. On peut rencontrer cinq générations par an. Les adultes et les larves ne s'implantent généralement dans les grains qu'après les attaques de ravageurs primaires qui leur ouvre la porte (Camara, 2009) ou lorsque les grains sont brisés (Seck *et al.*,

1992). *Tribolium castaneum* est considéré comme un ravageur secondaire strict causant d'importants dégâts sur les stocks de mil battu dans toutes les zones sahéliennes (Roorda *et al.*, 1982).

Tribolium castaneum est principalement trouvé dans les terres semi arides caractérisées par une faible précipitation annuelle (0 à 800 millimètres), qui se produit de façon rare et irrégulière et une végétation résistante à la sécheresse (Penning *et al.*, 1998). Les étés sont très chauds de même que les hivers à basse latitude. On le trouve aussi dans les terres humides de latitude moyenne ayant quatre saisons distinctes avec des étés chauds ou très chauds et des hivers frais ou froids.

L'espèce est actuellement cosmopolite. Il existe dans le monde de très nombreuses lignées présentant des caractères de résistance attestée aux insecticides, aussi bien fumigants que non fumigants.

I.2.4- Dégâts

Tribolium castaneum est un insecte nuisible commun appartenant à l'ordre des coléoptères. Il s'agit de l'un des deux insectes les plus dangereux (avec *Silvanide Oryzaephi Jus surinamensis*) des céréales stockées et de leur produit. Il s'agit d'un très grave parasite pour les installations de transformations des aliments, telle que les entrepôts des usines de transformation et les magasins de vente au détail (Mohammed *et al.*, 2014)

D'après Steffan *in* Scotti (1978), ils sont très polyphages, ce sont des cléthrophages secondaires, car les larves et les adultes se nourrissent surtout de brisures, elles attaquent les grains endommagés, escortent souvent les charançons ou parachèvent leurs dégâts. Il n'attaque pas le grain dur mais des lésions microscopiques suffisent pour permettre à la larve d'entamer la graine ; seul le germe est consommé la plupart du temps. L'adulte libère des substances quinoléiques en cas de fortes infestations, ce qui confère à la denrée une odeur répulsive caractéristique (Seck, 1994).

Son régime alimentaire (psychophage, mycophage, nécrophage et prédateur) sa fécondité, sa capacité de dispersion et sa résistance aux pesticides en font un des ravageurs des denrées entreposées les plus redoutables au niveau mondial (Delobel et Tran, 1993).

Les pertes post récoltes dans le Sahel avant transformation sont estimées à environ 4 milliards de dollars. Ces pertes représentent 13,5% de la valeur totale de la production céréalière (Ouédrago *et al.*, 2014). Ces pertes sont à 44 engendrées par les insectes (Sezonlin, 2006) dont *Tribolium castaneum* (Herbst) (Guèye *et al.*, 2011) reconnu comme étant le plus redoutable des stocks. Outre cet aspect quantitatif, les insectes par leur sécrétions, souillures,

et déjections affectent inéluctablement la qualité en rompant l'équilibre nutritionnel, mais aussi en détériorant les propriétés organoleptiques (odeur, gout, couleurs) des produits. Des retombés sanitaires sont aussi à craindre car il est avéré que l'installation des insectes crée un milieu favorable aux microorganismes qui sont responsables de maladie souvent graves (Guèye, 1997).



Figure 3: Dégats causés par *T. castaneum*

I.3- Zones agro écologiques

On distingue au Sénégal 6 ou 7 grandes zones agro-écologiques qui appellent à des approches spécifiques (différenciées) d'aménagement et de développement :

- la Vallée du Fleuve Sénégal
- la zone des Niayes
- la Basse et Moyenne Casamance
- la zone sylvo-pastorale
- le Bassin arachidier
- le Sénégal oriental et la Haute Casamance

Notre étude porte sur ces deux dernières zones agro écologiques qu'on va scinder en 4 groupes : le Nord du bassin arachidier, le Sud du bassin arachidier, le Sénégal Oriental et la Haute Casamance.

Le Bassin arachidier couvre l'ouest et le centre du pays, correspondant aux régions administratives de Louga, Thiès, Diourbel, Fatick et Kaolack. Il couvre le tiers de la superficie du Sénégal et abrite environ la moitié de la population.



Arachidier

Cette zone est en pleine mutation à cause de la sécheresse. Du fait du déclin de la production arachidière, elle est en train d'abandonner la culture de l'arachide et de développer à la place, du niébé. Les principales cultures sont le mil/sorgho, le niébé et l'arachide.

➤ **Sud du Bassin Arachidier**

Il est composé d'une zone **Sud-Ouest** caractérisée par la prédominance des sols très sableux peu propices à la culture du maïs et d'une zone **Sud-Est** avec un plus gros potentiel agricole à cause de sa fertilité, de la possibilité de cultiver le maïs et aussi dans une certaine mesure le coton en plus du mil et de l'arachide et enfin de son niveau relativement élevé d'équipement agricoles. Les principales cultures sont l'arachide, le mil/sorgho, le maïs et le coton.

➤ **Le Sénégal oriental**

Il correspond aux régions administratives de Kédougou et Tamba et la Haute Casamance aux régions de Vélingara, Kolda et de Sedhiou. Ces deux groupes forment la zone cotonnière et connaît une grande pauvreté rurale malgré de fortes potentielles agricoles et pastorales, et une grande pression sur les ressources naturelles. Les sols de cette zone sont peu profonds et très vulnérables à l'érosion éolienne et aux eaux de ruissellement.