

ÉTAT PHYTOSANITAIRE DU BLÉ DUR LOCALE STOCKÉ EN ALGÉRIE

AOUES Karima^{1*}, BOUTOUMI Hocine² et BENRIMA Atika¹

1. Laboratoire des Biotechnologies des productions végétales, département de biotechnologie, Université Blida 1 (Algérie)

2. Laboratoire de Pétrochimie, Chimie des Matériaux, Electrochimie, Université Blida 1, (Algérie),

Reçu le 19/05/2017, Révisé le 17/06/2017, Accepté et mis en ligne le 30/06/2017

Résumé

Objectifs: L'objectif de cette étude est d'évaluer l'abondance et la diversité des insectes et des acariens ainsi le taux de contamination du aux moisissures dans le blé dur stocké en Algérie.

Méthodes: Les échantillons de grains de blé dur ont été collectés au niveau de silos métalliques de douze wilayas du nord d'Algérie. L'identification des arthropodes est réalisée sous loupe binoculaire et la contamination fongique sous microscope optique en s'appuyant sur les clés et les catalogues d'identifications.

Résultats: L'étude a révélé des infestations croisées d'insectes et de champignons dont le taux diffèrent en fonction des localités. Les insectes présents au niveau des silos appartiennent à l'ordre des Lépidoptères, des Coléoptères et des Hyménoptères ont été enregistrés. Les Coléoptères majoritaires sont représentés par cinq familles avec une dominance des: *Sitophilus oryzae* et *Rhizopertha dominica*. Les Lépidoptères et les Hyménoptères sont représentés respectivement par une seule famille. L'étude mycologique a révélé la présence de moisissures du stockage représenté par l'*Aspergillus* et le *Penicillium* avec une abondance de 31% et 12% et des moisissures du champs du genre *Alternaria*, *Bipolaris*, *Fusarium* et *Rhizopus* avec des abondances respectives de 22%, 10%, 9% et 16%.

Conclusion: La gestion des silos de stockages en Algérie doit être orientée vers une lutte contre toutes les sources de déperditions par un contrôle judicieux et permanent du blé.

Mots clés: insecte, stockage, grains, blé dur, moisissure.

PHYTOSANITARY STATE OF DURUM WHEAT LOCAL STORAGE IN ALGERIA

Abstract

Objectives: The objective of this study is to evaluate the abundance and diversity of insects and the rate of mold contamination of durum wheat stored in Algeria.

Methods: Samples of durum wheat grains were collected at metallic silos in twelve wilayas in northern Algeria. The identification of arthropods is carried out under a binocular microscope and the fungal contamination under optical microscope through the keys and catalogs identifications.

Results: The study found that stored wheat grains were infested with insects and fungi at different rates depending on the locality. The presence of *Lepidoptera*, *Coleoptera* and *Hymenoptera* was recorded. The main *Coleoptera* are represented by five families with a dominance of: *Sitophilus oryzae* and *Rhizopertha dominica*, the *Lepidoptera* and *Hymenoptera* were respectively represented by only one family. The mycological study revealed the presence of two categories of molds, most of which are known to be toxinogenic : The ones of the storage of *Aspergillus* and *Penicillium* with an abundance of 31% and 12% of the total flora identified and the field pathogens Genus *Alternaria* 22%, *Rhizopus* 16%, *Bipolaris* 10% and *Fusarium* 9%.

Conclusion: The management of storage silos in Algeria must be directed towards a fight against all sources of losses by a judicious and permanent control of wheat.

Keywords: insect; storage; grain, durum wheat, mold.

*Auteur correspondant: Aoues Karima, Laboratoire de Biotechnologies des Productions végétales, département des biotechnologies, Université Blida 1 (Algérie), E-mail: aouesk@yahoo.fr

INTRODUCTION

Les grains de céréales constituent depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'Homme et des animaux domestiques. La connaissance des phénomènes régissant leur conservation et la maîtrise des techniques de leur stockage sont déterminantes pour la survie de la population mondiale qui enregistre des taux d'accroissement à peine concevables faisant passer l'humanité de 1,5 milliards d'individus vers 1850 à plus de 7 milliards aujourd'hui [1].

En Algérie, les produits céréaliers, principalement le blé occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale [2]. Cependant, la conservation post-récolte est le seul moyen d'assurer le lien entre la récolte de l'année et la consommation permanente. Les récoltes conservées en général dans des conditions inadéquates, sont attaquées par des moisissures, des insectes et des rongeurs [3]. Des pertes pouvant dépassées 35% sont enregistrées ces dernières années selon les déclarations de l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (O.A.I.C.) [4].

Le développement des insectes et la prolifération de moisissures sur le blé stocké engendre deux conséquences; altérations de la qualité du grain qui va se répercuter sur la valeur nutritionnelle des produits dérivés et la production de mycotoxines [5]. Ainsi, si aucune mesure de protection n'est prise face à cette situation, les ravageurs de stocks des céréales peuvent réduire à néant tout effort de production.

Il urge dès lors que des mesures soient prises pour limiter les différentes déprédations des stocks de céréales. Dans ce sens, l'identification des principaux insectes nuisibles et de moisissures présents dans le local de stockage est importante pour (i) juger si les différents ennemis de stockage rencontrés risquent de causer de sérieux dégâts; (ii) décider des mesures à prendre en vue de mener une lutte efficace contre ces derniers. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude pour évaluer non seulement l'infestation des denrées stockées dans les silos de stockage mais aussi d'établir la diversité des insectes et champignons impliqués dans ces infestations.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Description de la zone d'étude

Douze wilayas caractérisées par un climat subhumide (Blida, Guelma, Tizi Ouzou), ou semi-aride (Ain Defla, Médéa, Bouira, Sétif, Constantine, Tlemcen, Tiaret, Mostaganem et Oum El Bouaghi), productrices de blé et disposant d'infrastructures de stockage ont été choisies pour l'étude (Fig. 1). Des prélèvements de blé dur à partir des silos métalliques de chaque région sont réalisés.

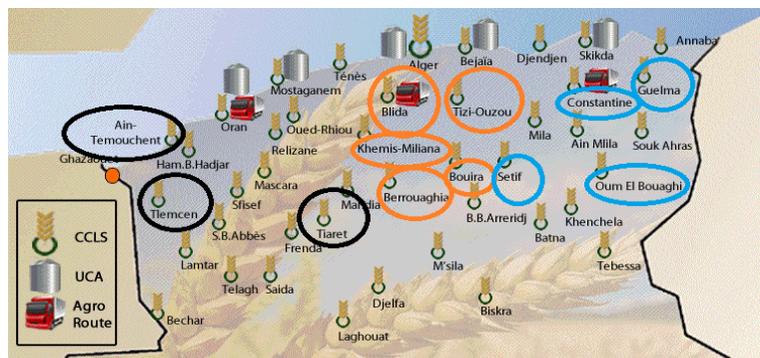


Figure 1: Situation géographique des silos prospectés au Nord de l'Algérie

C.C.L.S.: Coopératives de Céréales et de Légumes Secs,
U.C.A.: Union des Coopératives Agricoles
Cercle noir : Ouest, cercle rouge : Centre, cercle bleu : Est

2. Échantillonnage et analyse des denrées stockées au laboratoire

Des échantillons de 500g de grains de blé dur prélevés des silos de stockage de chaque wilaya ont subi un premier tamisage afin de détecter les formes libres. En vue de mettre en évidence les formes cachées, les émergences d'insectes étaient suivies à partir des échantillons conservés dans des bocaux en verre (grains) 17/8cm (hauteur/diamètre).

3. Mise en évidence de la présence des insectes ravageurs

Des évaluations de l'infestation ont été effectuées chaque semaine sur les échantillons collectés, durant une période d'un mois et demi. Ces évaluations ont consisté à tamiser le contenu de chaque bocal à l'aide d'un tamiseur constitué de quatre tamis de mailles respectives 0,045mm, 0,09mm, 0,5mm et 1mm [6].

L'identification des individus récupérés est réalisée sous loupe binoculaire au grossissement 10×40 en s'appuyant sur des clés et catalogues d'identifications. Delobel et Tran [7] pour les coléoptères et Weidner et Rack [8] pour les lépidoptères. Pour les acariens et les hyménoptères l'identification a été réalisée par Pr Doumandji de l'École Nationale Supérieure d'Agronomie –El Harrach - Algérie-.

4. Mise en évidence des champignons au laboratoire

Pour la mise en évidence des moisissures, cinq graines prélevé aléatoirement des échantillons de blé dur sont ensemencées sur le milieu de culture PDA (gélose dextrosée à la pomme de terre) complété par chloramphenicol (100 mg/l), sous une hotte à flux laminaire afin d'éviter toute contamination éventuelle. Les boîtes ainsi ensemencées ont été mises à l'incubateur à une température de 25°C ± 2 pendant sept jours afin de permettre le développement des pathogènes selon Botton et al. [9] et Wareing [10]. Quarante-huit heures après la sporulation, les moisissures sont identifiées en se basant sur le compendium "Illustrated Genera Imperfect Fungi" de Barnett et Barry [11].

5. Calcul des indices écologiques

5.1. Calcul des indices de diversité

Il correspond au comptage du nombre d'espèces présentes dans l'échantillon.

5.2. Abondance

Il correspond au nombre d'individus relevés pour un taxon donné.

5.3. Indice de diversité de Shannon H

IL est utilisé comme mesure de la diversité spécifique [12]:

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2(p_i)$$

S = nombre total d'espèces; $p_i = (n_j / N)$, fréquence relative des espèces; $n_j =$ l'effectif de l'espèce i dans

l'échantillon et N = l'effectif total. H varie entre 0, dans le cas où le peuplement n'est constitué que d'une seule espèce et $\log_2 S$ dans le cas où toutes les espèces présentes le sont avec la même abondance.

5.4. Indice d'équitabilité R

Il permet de mesurer l'équitabilité ou encore l'équirépartition des espèces du peuplement par rapport à une répartition théorique égale pour l'ensemble des espèces [13, 14]:

$$R = H/H_{max} \text{ avec : } H_{max} = \log_2 S$$

La valeur de R varie entre 0 (une seule espèce domine) et 1 (toutes les espèces ont la même abondance). L'équitabilité prend en compte la diversité potentielle maximale du système (H_{max}); c'est-à-dire la capacité du système à accepter S espèces en proportions équivalentes.

6. Traitement et analyse des données

Les données obtenues ont été soumises à la statistique descriptive (moyenne, pourcentage) et ont permis de présenter les résultats sous forme de graphes et de tableaux. Les données collectées ont été soumises à l'analyse de la variance (ANOVA) grâce au logiciel SYSTAT vers. 12, SPSS 2009 avec une précision au seuil de 5%. Une classification ascendante hiérarchique (CAH) et une analyse factorielle des correspondances (AFC) des espèces de ravageurs dans les lieux de stockages (12 wilayas) ont été élaborées par le biais de logiciel PAST vers. 1.6 (PAST vers. 1.6) [15].

RÉSULTATS

1. Principaux ravageurs inventoriés

L'identification des insectes faite au laboratoire a révélé la présence de huit espèces d'insectes. Les coléoptères majoritaires étaient représentés par cinq espèces réparties dans cinq familles. Les lépidoptères, les hyménoptères et les acariens étaient minoritaires et n'étaient respectivement représentés que par une espèce chacun (Tableau 1). En termes d'espèce,

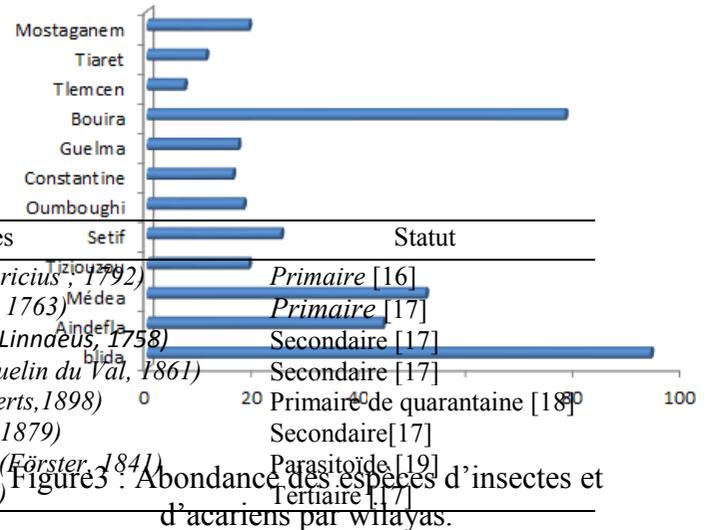
l'analyse de variance a révélé une différence hautement significative ($p=0,008$; $p < 0,05\%$) ou le capucin (*Rhizophthera dominica*) et le charançon du riz (*Sitophilus oryzae*) se sont révélées les espèces les plus fréquentes avec des pourcentages de 39% et 26%. Suivie par *Ephestia kuehniella* 14%. Il apparaît d'autre part, une moindre représentation du *Tribolium castaneum* et *Oryzaephilus. surinamensis* et *Trogoderma granarium*. Le *Lariophagus distinguendus* connu comme une espèce parasitoïde a présenté un nombre important d'individus.

Tableau 1 Principales espèces d'insectes rencontrées dans les silos

Ordres/Familles	Espèces	Statut
Coleoptera:Bostrichidae	<i>Rhizophthera dominica</i> (Fabricius, 1792)	Primaire [16]
Coleoptera:Curculionidae	<i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus, 1763)	Primaire [17]
Coleoptera, Silvanidae	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus, 1758)	Secondaire [17]
Coleoptera:Tenebrionidae	<i>Tribolium confusum</i> (Jaqcuelin du Val, 1861)	Secondaire [17]
Coleoptera:Dermaestidae	<i>Trogoderma granarium</i> (everts, 1898)	Primaire de quarantaine [18]
Lepidoptera:Pyralidae	<i>Ephestia kuehniella</i> (zeller, 1879)	Secondaire [17]
Hymenoptera: Pteromalidae	<i>Lariophagus distinguendus</i> (Förster, 1841)	Parasitoïde [19]
Acarina: Acaroidea	<i>Acarus siro</i> (Linnaeus 1758)	Tertiaire [17]

2.2. Abondance moyenne

En termes d'abondance moyenne, les silos de la wilaya de Blida apparaissent comme étant les plus infesté, ceux de Bouira, Médéa et Ain Defla présentent respectivement 72, 52 et 42 d'individus. Les silos de Tlemcen semblent être les plus pauvres de point de vue nombre de déprédateurs (Fig. 3)



2. Répartition spatiale des déprédateurs

2.1. Richesse spécifique moyenne

Les silos des wilayas de Bouira, Sétif ont présenté le plus grand nombre d'espèces (exception faite pour *Trogoderme*). Les silos de Guelma et Constantine ont été infesté par six ravageurs principalement *Rhizophthera dominica* et *Ephestia kuehniella*. Pour Tiaret et Tlemcen un nombre restreint d'espèces est enregistré (Fig. 2).

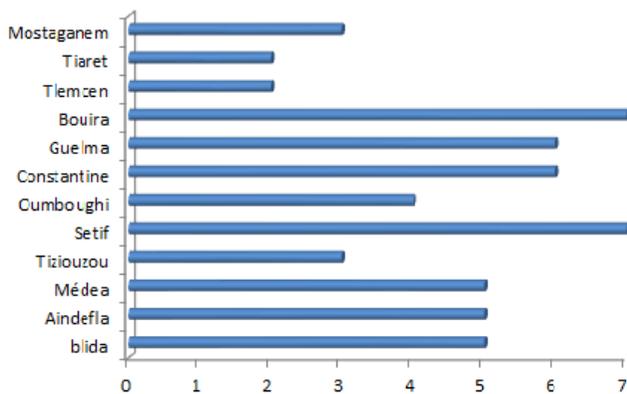


Figure 2: Richesse spécifique d'espèces d'insectes et d'acariens par wilayas

2.3. Indice de diversité de Shannon

IL a révélé que les silos des wilayas de Blida, Médéa, Sétif, Constantine, Guelma et Bouira présentent des valeurs qui varient entre 1,018 et 1,642. Pour les autres wilayas l'indice de Shannon est inférieur à 1.

2.4. Indice d'équitabilité

Les valeurs maximales 0,7551 et 0,7025 sont enregistrées à Tiaret et Tlemcen, et des valeurs minimales à Guelma et Constantine (0,218 ; 0,2344) avec une dominance du capucin et l'*Ephestia* à Médéa. L'indice d'équitabilité est de 0,2907 avec dominance du Capucin et *Sitophilus*.

3. Analyse de la répartition spatiale des espèces ravageuses du blé stocké

L'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) réalisée sur les communautés globales des stocks de blé dur des différentes localités est satisfaisante dans la mesure où les contributions sont de l'ordre de 68%. Sur la base d'une similarité de -1, la classification hiérarchique ascendante a mis en évidence la présence de trois groupes communautaires des espèces ravageuses du blé stocké (Fig. 4 et 5).

Le groupe 1, est caractérisé par une présence du capucin (*Rhyzopertha dominica*) dans les wilayas de Ain Defla, Mostaganem, Tizi Ouzou et Bouira.

Le groupe 2, est caractérisé par une dominance de *Sitophilus oryzae* comme déprédateur primaire et *Oryzaephilus surinamensis* et *Tribolium*

confusum comme déprédateurs secondaires dans les wilayas de Blida, Tiaret et Tlemcen.

Le groupe 3, est caractérisé par une présence *Ephestia kuehniella*, *Trogoderma granarium*, *Acarus siro* et *Lariophagus distinguendus* dans les wilayas de Sétif, Constantine, Guelma, Médéa et Oum el Bouaghi.

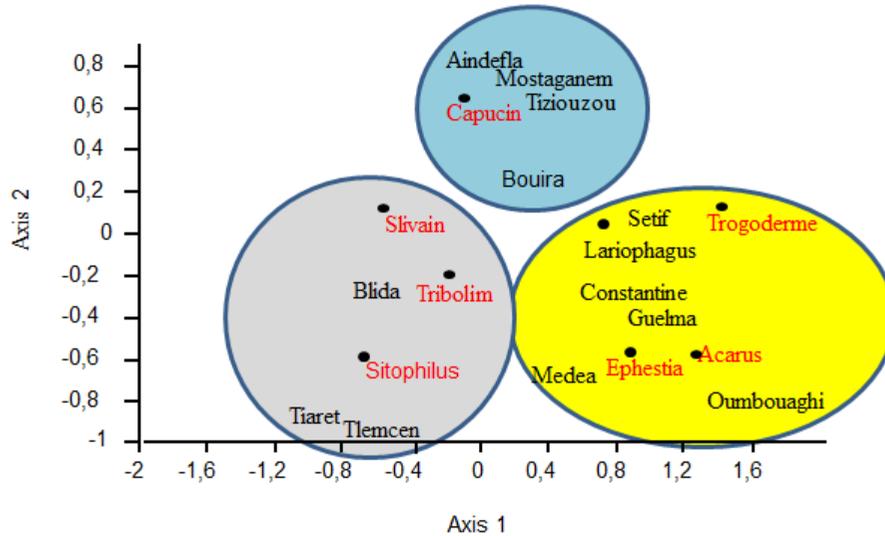


Figure 4: Projection des abondances des espèces ravageuses du blé stocké dans les wilayas sur les deux axes de l'A.F.C)

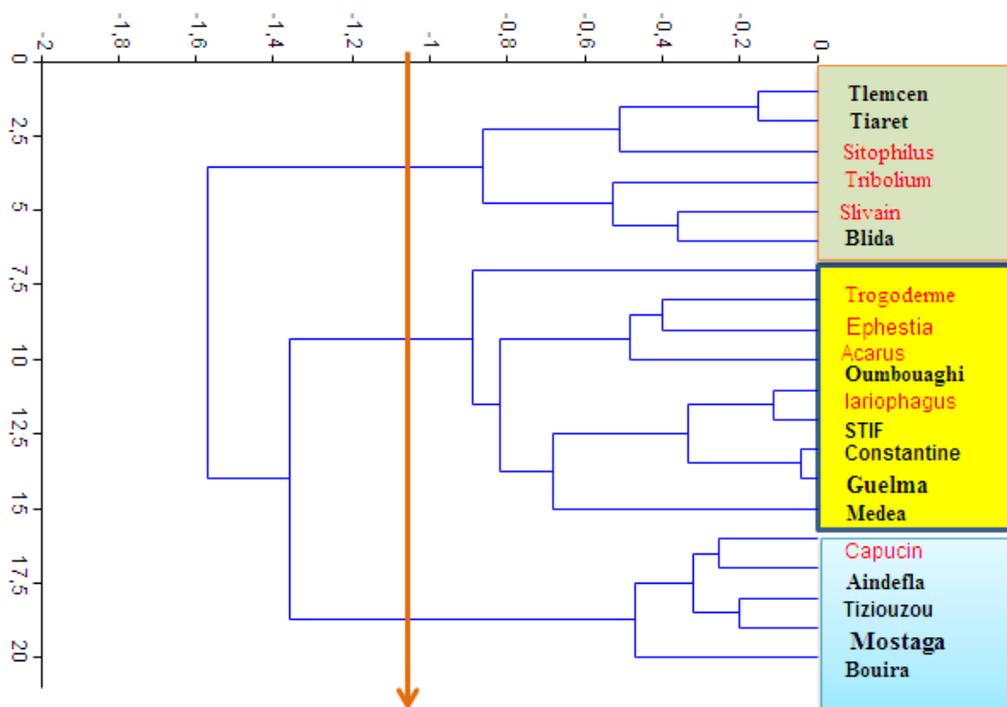


Figure 4: Classification ascendante hiérarchique (CAH) des espèces d'insectes et d'acariens dans les lieux de stockage

4. Analyse mycologique et identification des Isolats fongiques

Malgré l'apparence saine du blé dur, leurs taux de contamination se sont révélés élevés et supérieurs à la norme préconisée par le journal officielle Algérien JORA N° 35 [20].

Un total de 54 souches de moisissures post-récolte ont été isolées révélant que tous les grains stockés étaient fortement contaminés par Les «champignons de champ» et les «champignons de stockage» dont certains sont réputés toxigènes. Cette analyse mycologique a montré une prédominance d'*Alternaria*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Rhizopus* et *Bipolaris*. Le plus haut niveau fongique concernait des espèces d'*Aspergillus* (*A. flavus*, *A. niger*, *A. fumigatus*) considéré comme un champignon des stocks avec 31% de contamination et d'*Alternaria* un champignon des champs avec 22%. Un pourcentage beaucoup plus faible de contamination par *Fusarium* (9%) et *Bipolaris* (10%) est enregistré dans la majorité des wilayas à l'exception de la wilaya de Tlemcen et Tiaret.

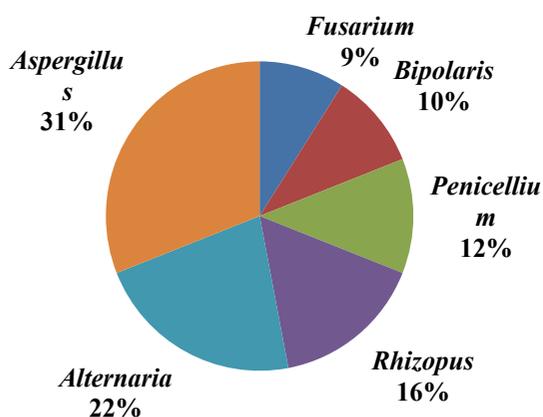


Figure 6: Taux de contamination des échantillons analysés par les principaux genres fongiques

DISCUSSION

Les céréales sont des substrats naturels favorables pour le développement des insectes et des moisissures suite à leur composition nutritionnelle riche en amidon et en protéines [21, 22].

Cette étude a permis de mieux comprendre l'état phytosanitaire des sites de stockage des céréales en Algérie. La présence de trois principaux ordres d'insectes ravageurs, les Lépidoptères, les Coléoptères et les Hyménoptères (regroupant les insectes bénéfiques) a été enregistrée. Cela rejoint les résultats de Waongo [23] qui avait identifié six espèces de coléoptères et 4 espèces de lépidoptères sur 11 espèces d'insectes dans les stocks de maïs, de mil et de sorgho des paysans de la zone Sud-soudanienne Burkinabè et ceux de Patil *et al.* [24] qui avaient identifié 10 espèces de coléoptères sur 12 espèces dans les stocks à domicile ainsi que dans les magasins dans la région de Karad au Nigéria.

Dans le cas de la présente étude, le statut des coléoptères comme insectes majoritaires infestant les denrées stockées est confirmé. Markham *et al.* [25] estimaient que les coléoptères sont de loin le groupe le plus important au sein des insectes ravageurs des stocks au Bénin et en Afrique, c'est le cas aussi des enquêtes réalisées par Barrier-Guillot *et al.* [26] en France.

En plus de cette richesse spécifique de déprédateurs dans le blé dur à cause des conditions appropriées, l'analyse de l'abondance montre que le principal ravageur est *Rhizopertha dominica*. Les résultats concordent avec ceux de Irshad [27]. Il a observé que parmi les 39 espèces d'insectes nuisibles qui attaquent les céréales et les produits céréaliers *Rhizopertha dominica* est la plus importante. Quelques hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cette dominance: son maximum succès reproducteur sur les grains secs, en particulier sur le blé [28 ; 29; 30; 31], sa relative tolérance aux insecticides organophosphorés, notamment au pyrimiphos-méthyl, fenitrothion, pirimiphos methyl, et malathion qui sont les substances actives les plus fréquemment utilisées par les organismes stockeurs [32; 33; 34; 35; 36].

Le charançon du riz *Sitophilus oryzae* s'est révélé la deuxième espèce la plus fréquente avec un pourcentage de 26% dans le blé dur stocké en Algérie lors de notre enquête. Rappelons qu'il était classé en première position du point de vue nuisibilité par l'Institut Nationale de la Protection des Végétaux (INPV) en 1976. Des pourcentages presque semblables (24% et 23%) ont été enregistrés par Barrier-Guillot *et al.* en 2010 et 2011 en France [26].

Ce ravageur primaire du grain entreposé est omniprésent dans la ceinture entre la latitude 40°N et la latitude 40°S de l'équateur [37]. Sa dominance a été signalée dans plusieurs pays, dans le Cameroun septentrional; en Turquie; en Ethiopie [38; 39; 40; 41].

Le troisième ravageur constaté lors de notre étude est *Ephestia kuehniella* avec un taux d'infestation de 14%. Ce déprédateur se trouve dans la plupart des régions tempérées et subtropicales du monde, où les températures moyennes sont autour de 20°C-25°C [42; 43]. En Algérie et en Tunisie cet insecte cause des pertes importantes et génèrent des coûts importants pour l'industrie agroalimentaire [44; 45].

Selon Trematerra [46], les dégâts causés par les ravageurs primaires *Rhyzopertha dominica* et *Sitophilus oryzae*, sur des grains entiers, peuvent faciliter leur colonisation par des ravageurs secondaires. Cette constatation a été expliquée par l'émission de substances volatiles attrayantes détectées par ces insectes ainsi que la présence de farine produite servant de nourriture aux jeunes larves et aux déprédateurs secondaires [47].

Selon Plarre [48], l'infestation préalable pendant 6 mois par *Sitotroga cerealella* dans du maïs rend le milieu plus approprié pour la reproduction par *Tribolium castaneum* et *Oryzaephilus surinamensis*.

Notre étude a révélé la présence de *Tribolium*, d'*Oryzaephilus surinamensis* comme insectes secondaires. Ces mêmes espèces ont été signalées par Işıkber *et al.*, Hasan et Khoobdelen [49; 50; 51]. En plus des déprédateurs secondaires l'installation du *Sitophilus* et du Capucin a permis l'attraction d'un parasitoïde appartenant à la famille des *Pteromalidae* dont sa présence à Meknès et à Ifrane au Maroc sur *Sitophilus* a été déjà signalé en 1925 [52]. La présence de *L. distinguendus* dans neuf wilayas à l'exception de Blida, Tlemcen et Tiaret est enregistrée. Pour les acariens, la seule espèce retrouvée dans notre étude, connus être associés à des produits stockés est l'*Acarus siro* considéré comme hôte tertiaire [53].

De fortes fluctuations d'infestation sont enregistrées d'une station à une autre. Cela est dû notamment à l'hétérogénéité de l'attaque (déprédateur primaire et secondaire) et à la présence de variétés de blé de sensibilité très variable, ainsi qu'aux conditions climatiques et les pratiques d'hygiènes.

Le taux auquel les insectes envahissent une installation de stockage de céréales est susceptible de dépendre de la capacité de chaque espèce à utiliser les stimuli provenant de cette installation. Observation enregistrée par Işıkber *et al.* en Turquie [49].

Du point de vue contamination fongique nos résultats ont montré que la mycoflore était diversifiée, six genres de champignons majeurs appartenant à deux groupes distincts ont été énumérés: ceux groupe de "champs" comme *Alternaria*, *Fusarium* et *Bipolaris* et ceux appartenant au groupe de "stockage" tel que *Aspergillus* et *Penicillium*. L'apparition de ces genres de champignons dans les céréales a été signalée dans plusieurs études à travers de nombreux pays, en Europe en Afrique du Sud, dans les pays voisins, en Tunisie et au Maroc et même en Algérie [54; 55; 56; 57; 58; 59].

Pande et Mehrotra [60] ont indiqué que la présence de ces moisissures est probablement due à la possibilité que certains insectes comme le *Sitophilus oryzae* puissent transmettre les spores fongiques aux grains sains. Aux Etats-Unis, Beti *et al.* [61] confirment cette hypothèse en démontrant que les spores d'*Aspergillus* sont véhiculées au niveau de l'exosquelette du tube digestive du *Sitophilus*.

L'enquête microbiologique a montré que le genre *Aspergillus* était le plus dominant parmi la microflore totale. Résultat déjà signalé par plusieurs auteurs dans d'autres études concernant le stockage en Afrique [62; 63]. Cette fréquence de contamination importante peut être accompagnée aussi par une production de mycotoxines. La forte fréquence du genre *Alternaria* est déjà signalée dans les régions du Nord de la Tunisie, spécifiquement dans les régions sous-humides et semi-arides. En effet, des niveaux élevés de contamination dans les silos peuvent être dus au niveau initial élevé des teneurs en eau avant récolte dans les grains de blé [64]. Pour Le genre *Fusarium*, sa présence a été retrouvée dans certains pays de l'Europe, comme le Nord de la France, l'Allemagne, la Norvège, la Belgique, la Pologne ou les Pays-Bas [65; 66; 67].

CONCLUSION

Cette étude a montré que les échantillons prélevés au cours de notre enquête ont révélés la présence de plusieurs espèces de moisissures dont certains sont toxigènes, ainsi qu'un nombre élevé d'insectes appartenant principalement à l'ordre des coléoptères. Face à ce problème, la gestion des infrastructures des stockages doit être orientée vers une lutte contre toutes les sources de déperditions par : (i) Un contrôle judicieux adoptant des outils de détection et de surveillance au niveau des silos. (ii) Une réévaluation objective du potentiel des méthodes de lutte corrective. (iii) Adoption de méthode de lutte basé sur une appréciation de la variabilité des comportements des espèces ravageurs dans les conditions de stockage pour pouvoir hiérarchiser les facteurs à risques. (iv) Une sélection des variétés résistantes vis-à-vis des déprédateurs des stocks (moisissures et insectes) en se basant sur leurs caractères physiques et chimiques, principalement les métabolites secondaires des blés pouvant avoir des effets répulsifs. (v) Utilisation de *L. distinguendus* contre ces déprédateurs, puisque sa présence a été démontrée dans la plupart des lots de blé stockés échantillonnés prouvant l'acclimatation de cette espèce en Algérie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **Mason A., Lee R., Abrigo M. and Lee S. H., (2017).** Support Ratios and Demographic Dividends: Estimates for the World United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division Technical Paper No. 2017, 47 P.
- [2] **Djermoun A., (2009).** La production céréalière en Algérie: Les principales caractéristiques, Revue Nature et Technologie, N°1, 45-53.
- [3] **Foua-Bi K. (1989).** Céréales des Régions Chaudes Conservation et Transformation, Parmentier M, Fouad-bi K (eds). AUPELF-UREF. Ads John Libbey Eurotext: Paris; 97-104.
- [4] **Ahmad L. (2016).** Stockage des céréales: L'Algérie doit développer ses capacités de stockage. http://www.lemaghreb.dz.com/?page=detail_actuelite&rubrique=Agriculture&id=79331, consulté le 01/05/2017
- [5] **Pitt, J.I., Hocking, A.D., (1997).** Fungi and Food Spoilage, second ed. Blackie Academic and Professional, London, UK. 503p.
- [6] **Worou D. K., Zandjanakou-Tachin M., Boulga J. et Bokonon-Ganta A.H., (2016).** Diversité des insectes et champignons du maïs, du voandzou, du niébé et de la lentille de terre en stocks dans les marchés du Sud-Bénin Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) Société, Environnement & Sécurité Alimentaire; 132-143pp.
- [7] **Delobel A, Tran M. (1993).** Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Editions ORSTOM: Paris, France ; 425 p.
- [8] **Weidner H., Rack G., (1984).** Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposées dans les pays chauds. Eschborn, Allemagne, Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 157p.
- [9] **Botton B., Breton A., Fèvre M., Gauthier S., Guy P., Larpent J.P., Reymond P., Sanglier J.J., Vayssier Y., Veau P., (1990),** Moisissures utiles et nuisibles, Importance industrielle, Ed. Masson, Paris, 426 p.
- [10] **Wareing, P.W., (1997).** Incidence and detection of thermotolerant and thermophilic fungi from maize with particular reference to *Thermoascus* Species. Int. J. Food Microbiol. 35, 137 - 145.
- [11] **Barnet, H., Barry, B., (1972).** Illustrated genera of imperfect fungi, Burgess publishing company, 3, 241pp.
- [12] **Frontier, S, (1983).** L'échantillonnage de la diversité spécifique. In: Stratégies d'échantillonnage en écologie, pp 416-436. Ed. par S. Frontier. Paris: Masson-Presses de l'université Laval.
- [13] **Pielou, E. C., (1966).** The measurement of diversity in different types of biological collections, Journal of Theoretical Biology, 13, 131-44.
- [14] **Barbault, R., (1992).** Ecologie des peuplements - Structure, dynamique et évolution. Masson, Paris. 273 p.
- [15] **Hammer O. et David A.T. (2001).** Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica, vol. 4, issue 1, art. 4: 9pp.

- [16] **Edde P.A., (2012).**-A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer in Journal of Stored Products Research 1-18pp
- [17] **Cangardel, K., (1978).** Facteurs favorables au développement des insectes et des acariens, in: Scotti, éd. 1978, 83-98.
- [18] **OEPP/EPPO (1990)** Exigences spécifiques de quarantaine. Document technique de l'OEPP n° 1008. Saplina, G.S. (1984) [Inspection des lieux de stockage à l'aide de pièges]. Zashchita Rastenii 9p.
- [19] **Binoy C.F. 2015** International Journal of Science, Environment and Technology, Vol. 4, No 2, , 509 – 513
- [20] **Journal officiel algérien** N°35 du 27 mai relative aux critères microbiologiques des denrées alimentaires
- [21] **Magan, N.; Aldred, D., (2007).** Post-harvest control strategies: Minimizing mycotoxins in the food chain. Int. J.Food Microbiol. 2007, 119, 131–139
- [22] **Kumar D., and Kalita P., (2017).** Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries Int. J. Food 6, 8.
- [23] **Waongo A., Yamkoulga M., Dabire-Binso C., Malick N. et Sanon A.,(2013).** Conservation post-récolte des céréales en zone sud-soudanienne du Burkina Faso : Perception paysanne et évaluation des stocks Int. J. Biol. Chem. ,1157-1167.
- [24] **Patil, R.N., Chavan J.A., Kadam J.S., Yadav P.C., Thorat P.V., (2014).** Studies on diversity of stored grains pest. Science Park Journal, 1, issue 41-1 st May 2014, 5p.
- [25] **Markham R., Bosque-Pérez, N., Borgemeister C., Meikle W., (1994).** Developing Pest Management Strategies for *Sitophilus Zeamais* and *Prostephanus Truncatus* in the Tropics; FAO: Rome, Italy.
- [26] **Barrier-Guillot B., Dauguet S., Ducom P., Leblanc M.P., Crépon K., Frérot E., Lossier E., Bonnery A., Ciesla Y., Fleurat-Lessard F.,(2014).** Economie et innovation en protection raisonnée des céréales contre l'infestation par les insectes au stockage Innovations Agronomiques 34, 67-82.
- [27] **Irshad, M., (1990).** Reduction of storage losses in foodgrains", Progrressive Farmings, 10(5), 68 –71.
- [28] **Chittenden, F.H.,(1911).** The lesser grain borer and the larger grain borer. Bulletin of United State Bureau of Entomology 96, 29-47.
- [29] **Schwardt, H.H., (1933).** Life history of the lesser grain borer. Journal of the Kansas Entomological Society 2, 61-66.
- [30] **Bashir T., (2002).** Reproduction of *Rhyzopertha dominica* (F.) (*Coleoptera: Bostrichidae*) on different host-grains. Pakistan Journal of Biological Sciences 5, 91-93.
- [31] **Edde P.A., Phillips T.W., (2006).** Potential host affinities for the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F.) (*Coleoptera: Bostrichidae*): behavioral responses to host odors and pheromones and reproductive ability on non-grain hosts. Entomologia Experimentalis et Applicata 119, 255- 263.
- [32] **Navarro S., Carmi Y., Kashanchi Y., Shaaya E., (1986).** Malathion resistance of stored-product insects in Israel. Phytoparasitica 14, 273-280.
- [33] **Zettler J.L., and Cuperus G. W. (1990).** Pesticide resistance in *Tribolium castaneum* (*Coleoptera: Tenebrionidae*) and *Rhyzopertha dominica* (*Coleoptera: Bostrichidae*) in Wheat. J. Econ. Entomol. 83: 1677—1681.
- [34] **Guedes R.N.C., Kambhampati S., Dover B.A., (1997).** Organophosphate resistance and its biochemical mechanisms in Brazilian and U.S. populations of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica*. Resistant Pest Management Newsletter 9,24-25.
- [35] **Lorini I., Galley D.J., (1999).** Deltamethrin resistance in *Rhyzopertha dominica* (F.) (*Coleoptera: Bostrichidae*), a pest of stored grain in Brazil. Journal of Stored Products Research 35, 37-45.
- [36] **Collins, P.J., (2006).** Resistance to chemical treatments in insect pests of stored grain and its management. In: Lorini I, Bacaltchuk B., Beckel H., Deckers D., Sundfeld E., Dos Santos J.P., Biagi J.D., Celaro J.C., Faroni L., Bortolini, L., Elias M.C., Guedes R., Da Fonseca R.G., Scussel V.M., Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection, 15e18 October 2006, Sao Paulo, Brazil, pp. 277-282.

- [37] **Potter C., (1935)**. The biology and distribution of *Rhyzopertha dominica* (FAB.). Transactions of the Royal Entomological Society of London 83, 449-482.
- [38] **Nukenine E.N., Monglo B., Awason I., Ngamo T.L.S., Tchuengem F. et Ngassoum M.B. (2002)**. Farmer's perception on some aspects of maize production and infestation levels of stored maize by *Sitophilus zeamais* in the Ngaoundéré region of Cameroon. *Cameroonian Journal of Biology and Biochemical Sciences*, 12 : 18-30.
- [39] **Ngamo T., (2004)**. A la recherche d'une alternative aux Polluants Organiques Persistants utilisés pour la protection des végétaux. *Bulletin d'informations phytosanitaires*. N° 43 Avril-Juin. 23 p.
- [40] **Ekmekçi, M., Ferizli, A.G., (2000)**. Current status of stored products protection in Turkey. *Integrated Protection of Stored Products IOBC Bulletin* 23, 39-46.
- [41] **Tadesse A., Eticha F., (1999)**. Insect pests of farm-stored maize and their management practices in Ethiopia. *IOBC Bulletin* 23, 47-57.
- [42] **Jacob T.A. et Cox P.D., (1977)**. The influence of the temperature and humidity of the life cycle of *Ephesia kuehniella* Zeller (Lepidoptera:Pyralidae) *J. stored prod. res.* 1:177-184.
- [43] **Locatelli D. and Biglia, M., (1995)**. Development of *Ephesia kuehniella* (Zeller) and *Plodia interpunctella* (Hubner) (Pyralidae: Phycitinae) in baking ingredients and products. *Italian Journal of Food Science*. 7: 4, 333-340.
- [44] **Hami M., Taibi F., Smaghe G. and Soltani-Mazouni N., (2005)**. Comparative toxicity of three ecdysone agonist insecticides against the Mediterranean flour moth. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*.
- [45] **Jarraya, A., (2003)**. Principaux Nuisibles des Plantes Cultivées et des Denrées Stockées en Afrique du Nord; leur Biologie, leurs Ennemis Naturels, leurs Dégâts et leur Contrôle. *Maghreb Editions, Tunisia* 415 pp.
- [46] **Trematerra P., Sciarretta, A and Tamasi, E. (1999)**. Behavioural responses of *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus), *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Tribolium confusum* J. du Val to naturally and artificially damaged durum wheat kernels. *Entomol. Exp. Appl.* 49: 41-44.
- [47] **Atwal A.S., (1994)**. *Insect Pest of Stored Grain and Other Products: Agricultural Pest of India and South East Asia*, National Book Foundation, 2nd ed., pp.402-405.
- [48] **Plarre R., (1998)**. Pheromones and other semiochemicals of stored product insects. A historical review, current application, and perspective needs. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 342, 13-84.
- [49] **Işıkber A.A., Er M.K., Tunaz, H., Bozkurt, H., Aydın, Z., Eroğlu, S. (2014)**. The occurrence and abundance of insect pests infesting stored wheat grains in different climatic zones of Turkey 11th International Working Conference on Stored Product Protection 222-27.
- [50] **Hasan M, Khan A., (1988)**. Anti-feedant action of *Lathyrus sativus* flour to *Tribolium anaphe* larvae (Coleoptera: Tenebrionidae). *Int Pest Control* 30:70-71.
- [51] **Khoobdel M., Ma'rouf A., Farajzadeh D., Vatani H., Riazipour M., Joneydi N. (2011)** Frequency and diversity of pest arthropods in stored cereals in a military unit Iranian *Journal of Military Medicine* Summer 2011, Volume 13, Issue 2; 81-87.
- [52] **Delucchi V.L., (1961)**. Hymenopteres Chalcidiens du Maroc i. Pteromalidae Mission FAO au Maroc, Laboratoire d'Entomologie, Direction de la Recherche Agronomique et de l'Enseignement agricole, RABAT. *Al Awamia*. 2. pp. 113-135.
- [53] **Medina A., Valle-Algarra F.M., Mateo R., Gimeno-Adelntado J.V., Mateo F., Jimenez M., (2006)**. Survey of the mycobiota of Spanish malting barley and evaluation of the mycotoxin producing potential of species of *Alternaria*, *Aspergillus* and *Fusarium*. *Int. J. Food Microbiol.* 108, 196 - 203.
- [54] **Tabuc C., Marin D., Guerre P., Sesan T., Bailly J., (2009)**. Molds and mycotoxin content of cereals in Southeastern Romania. *J. Food Prot.* 72, 662 - 665.
- [55] **Gregori, R., Meriggi, P., Pietri, A., Formenti, S., Baccarini, G., Battilani, P., (2013)**. Dynamics of fungi and related mycotoxins during cereal storage in silo bags. *Food Control* 30, 280 - 287.

- [56] Rabie C.J., Lübben A., Marais G.J., Jansen van Vuuren H., (1997). Enumeration of fungi in barley. *Int. J. Food Microbiol.* 35, 117 - 127.
- [57] Riba A., Bouras N., Mokrane S., Mathieu F., Lebrihi A., Sabaou N., (2010). *Aspergillus* section Flavi and aflatoxins in Algerian wheat and derived products. *Food Chem. Toxicol.* 48, 2772 - 2777.
- [58] MoghtetS., KadiH., Nahal B., Nora-Moussaoui A., Amrouche A., Lazouni A.H., (2012). Physicochemical factors' effect on fungal and mycotoxical contamination of French soft wheat marketed in Algeria. In: *Sciences du Vivant, Biologie*, vol. 4. ScienceLib (Mersenne), 2111 - 4706.
- [59] Gacem M. A., Ould El Hadj Khelil A. et Gacemi B. (2011). Etude de la qualité physico-chimique et mycologique du blé tendre local et importé stocké au niveau de l'office algérien interprofessionnel des céréales (OAIC) de la localité de Saida (Algérie) *Algerian journal of aride environment* vol. 1, n° 2, Décembre 2011: 67-76.
- [60] Pande N., Mehrotra B.S. (1988). Rice weevil (*Sitophilus oryzae* Linn.): vector for toxigenic fungi. *National Academy of Science, Science Letters India* 11 (1): 3-4.
- [61] Beti Jajuk A., Thomas W., Phillips and Eugene B., (1995) Effects of Maize Weevils (*Coleoptera: Curculionidae*) on Production of Aflatoxin B1 by *Aspergillus flavus* in Stored Corn *journal of economic entomology.* 88 (6), 1776-1782.
- [62] Hajjaji A., El Otmani M., Bouya D., Bouseta A., Mathieu F., Collin S., Lebrihi A., (2006) Occurrence of mycotoxins (ochratoxin A, deoxynivalenol) and toxigenic fungi in Moroccan wheat grains: impact of ecological factors on the growth and ochratoxin A production. *Mol. Nutr. Food Res.* 50, 494 - 499.
- [63] Houssou P.A., (2009). Natural infection of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) by toxigenic fungi and mycotoxin contamination in Benin, West Africa. *J. Stored Prod. Res.* 45, 40- 44.
- [64] Weinderbörner G., (2000). Whole wheat and white wheat flour; the mycobiota and potential mycotoxins. *Food Microbiology*, 17: 103-107.
- [65] Isebaert S., Haesaert G., Devreese R., Maene P., Fremaut F. and Vlaemynck G., (2005) *Fusarium spp* and *Fusarium* mycotoxins in maize: a problem for Flanders. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.*, 70: 129-136.
- [66] Schollenberger M., Muller H. M., Ruffle M., Suchy S., Plank S. and Drochner W., (2006). Natural occurrence of 16 *Fusarium* toxins in grains and feedstuffs of plant origin from Germany, *Mycopathologia*, 161 (1): 43-52.
- [67] Kryszka-Traczyk E., Perkowski J. and Dutkiewicz J., (2007). Levels of fungi and mycotoxins in the samples of grain and grain dust collected from five various cereal crops in eastern Poland. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 14: 159-167.