

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

Filière : Sciences alimentaires

Spécialité : Biochimie de la Nutrition

Intitulé du thème :

Impact de l'utilisation d'un capteur de mycotoxines sur les performances zootechniques du poulet de chair

Présenté par : **Mr AMROUN Habib**

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : **Mme DEMMOUCHE A** (Professeur/UDL/SBA)

Examineur : **Mr DIAF M** (M.C.A/UDL/SBA)

Promoteur : **Mme DRA A.G** (M.C.B/UDL/SBA)

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « Juin »

Remerciements

Quand il y a la soif d'apprendre Tout vient à point à qui sait attendre

En tout premier lieu, nous remercions le bon **Dieu**, tout puissant, de nous avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont à mon encadreur, **Madame DRA Amira Ghislaine** pour ses conseils, ses encouragements, sa patience, sa compétence et sa gentillesse qui m'a permis de bien mener ce travail. Le suivi et l'orientation dont j'ai pu bénéficier.

Je remercie les honorables jurés d'avoir donné de leur temps précieux et pour leur disponibilité ainsi que leurs précieuses recommandations pour enrichir ce travail que j'espère apportera une minime contribution au profile de ma formation.

Je tiens à remercier avec plus grande gratitude **Monsieur TOUMIATE Abdelghani, Directeur Général** de la **SARL Adicales Algérie** pour son chaleureux accueil, son aide, sa coopération et son soutien pour la réalisation de ce modeste travail.

Je remercie aussi l'équipe de la **SARL Adicales, Docteur DROUCHE Nabil et Docteur CHELLALI** pour leur coopération, leur aide et orientation durant la période d'expérimentation.

Mes vifs remerciements s'adressent aussi à **Monsieur Sergio GERRA PERRA – Directeur Général** de la société espagnole **TecnoAditivos** et **Docteur Alaa KEBADA - Directeur Technico-commercial du Moyen-Orient et du nord d'Afrique et chercheur à l'Université de Barcelona** pour leur aide pratique et leur soutien moral et encouragements.

Dédicaces

A la mémoire de mes défunts parents : **Hadj Mohamed AMROUN** et **hadja Djouhar MANSOURA**. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation.

A ma très chère femme **Fatima Zohra**. Quand je t'ai connu, j'ai trouvé la femme de ma vie, mon âme sœur et la lumière de mon chemin. Ma vie à tes côtés est remplie de belles surprises. Tes sacrifices, ton soutien moral, ta gentillesse sans égal, ton profond attachement m'ont permis de réussir mes études. Sans tes conseils et tes encouragements ce travail n'aurait vu le jour. Que Dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein et que ce travail soit témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.

A mes chères filles : Lina Rihem et Sidra Zahida, les plus grandes sources de mon bonheur

La plus sincère. A ma chère belle-mère **Hadja Khaira ZOUGAR** et mon beau-père **Hadj Laouni RAGUEB**, Vous m'avez accueilli à bras ouverts dans votre famille. En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite. A mes beaux-frères Samir et Mohamed.

A mon ami **BERRANI Mokhtar**, en témoignage de l'amitié et la fraternité qui nous unissent et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

Résumé

Le but de cette présente étude est d'évaluer l'impact de l'utilisation d'un capteur de mycotoxines (**Micotec**) sur les performances zootechniques du poulet de chair.

A cet effet, trois milles (3000) poussins d'un jour de souche *Arbor acres*, provenant d'un même couvoir, sont pesés et répartis de façon homogène en 6 lots [1 témoin (T) et 1 lot expérimental (Exp) comprenant 5 répétitions ayant reçu le capteur des mycotoxines Micotec)] avec une dose de 0,1 kg. Tous les sujets (lots témoin et expérimentaux) sont nourris avec un aliment de base standard adapté pour chaque phase d'élevage.

Les résultats trouvés ont montré des différences significatives entre les lots expérimentaux et celui témoin.

En effet, les meilleurs résultats des performances zootechniques des lots étudiés ont été enregistrés dans les lots expérimentaux avec quelques différences, par rapport au lot témoin n'ayant pas subi une supplémentation en Micotec.

Effectivement, le poids moyen, en phase finale, a été enregistré pour les lots expérimentaux soit $3083,6 \pm 140,65$ g/sujet par rapport au lot Témoin (N°1) qui reste plus faible avec 2800 g par sujet ($p < 0,05$).

Egalement, l'indice de consommation qui est égale à $1,62 \pm 0,078$ est meilleur par rapport à celui noté chez les poussins du lot témoin (1,84 %), ce qui se répercute positivement sur la rentabilité de l'élevage.

En outre, un faible taux de mortalité a également été enregistré dans les lots expérimentaux soit $3,01 \pm 0,078$ % contre 7,78 % pour le lot témoin.

D'après ces résultats, le Micotec apparaît comme un additif prometteur dans l'amélioration des performances zootechniques du poulet de chair par l'adsorption de plusieurs types de mycotoxines et la réduction de leur pouvoir toxique en assurant un aliment sûr pour les animaux d'élevage ce qui minimisent les pertes économiques causées par ces contaminants.

Mots clés : Capteur, mycotoxines, Micotec, performances zootechniques, poulet de chair.

Abstract

The aim of this study is to assess the impact of the use of a mycotoxin scavenger (Micotec) on zootechnical performance in broilers.

For this purpose, three thousand (3000) day-old chicks of Arbor acres strain, coming from the same hatchery, are weighed and distributed homogeneously into 6 lots [1 control (T) and 1 experimental lot (Exp) comprising 5 repetitions having received the mycotoxin sensor Micotec] with a dose of 0.1 kg. All the subjects (control and experimental batches) are fed with a standard staple food suitable for each phase of rearing.

The results found showed significant differences between the experimental batches and the control one. Indeed, the best zootechnical performance results of the studied batches were recorded in the experimental batches with some differences, compared to the control batch not having undergone Micotec supplementation. Indeed, the average weight, in the final phase, was recorded for the experimental batches, i.e. 3083.6 ± 140.65 g / subject compared to the Control batch (No. 1) which remains lower with 2800 g per subject ($p < 0.05$).

Also, the consumption index which is equal to 1.62 ± 0.078 is better compared to that noted in the chicks of the control group (1.84%), which has a positive impact on the profitability of the breeding. In addition, a low mortality rate was also recorded in the experimental batches, ie $3.01 \pm 0.078\%$ against 7.78% for the control batch.

According to these results, Micotec appears to be a promising additive in improving the zootechnical performance of broilers by the adsorption of several types of mycotoxins and the reduction of their toxic power by ensuring a safe feed for animals. breeding which minimizes the economic losses caused by these contaminants.

Key words: Sensor, mycotoxins, Micotec, zootechnical performance, broiler chickens.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تأثير استخدام مستشعر السموم الفطرية ميكوتاك على الأداء التقني لتربية الحيوانات بالأخص دجاج التسمين .

لهذا الغرض، تم وزن ثلاثة آلاف (3000) ككتوت بعمر يوم واحد من سلالة أربور أكراس، القادمة من نفس المفرخ، وتوزيعها بشكل متجانس على 6 مجموعات [1 تحكم (T) وعينة تجريبية واحدة تشتمل على 5 مكررات بعد تلقيها جهاز استشعار السموم الفطرية ميكوتاك بجرعة 0.1 كجم. يتم تغذية جميع المواد (الضابطة والدفعات التجريبية) بغذاء أساسي قياسي مناسب لكل مرحلة من مراحل التربية.

أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعة التجريبية والضابطة. وبالفعل تم تسجيل أفضل نتائج أداء في تربية الحيوان للدفعات المدروسة في الدفعات التجريبية مع بعض الفروق مقارنة بدفعة التحكم التي لم تخضع لمكملات ميكوتاك.

في الواقع، تم تسجيل متوسط الوزن، في المرحلة النهائية، للدفعات التجريبية، أي 140.65 ± 3083.6 جم / مادة مقارنة بدفعة التحكم (رقم 1) والتي تظل أقل مع 2800 جم لكل مادة ($P < 0.05$).

كما أن مؤشر الاستهلاك الذي يساوي 1.62 ± 0.078 أفضل من ذلك الذي لوحظ في كفايت المجموعة الضابطة (1.84%) مما له تأثير إيجابي على ربحية التربية.

بالإضافة إلى ذلك، تم تسجيل معدل وفيات منخفض في الدفعات التجريبية، أي $3.01 \pm 0.078\%$ مقابل 7.78% للدفعة الضابطة.

وفقاً لهذه النتائج، يبدو أن ميكوتاك مادة مضافة واعدة في تحسين أداء تربية الحيوانات للدجاج اللاحم من خلال امتصاص عدة أنواع من السموم الفطرية وتقليل قوتها السامة من خلال ضمان علف آمن للحيوانات. التربية التي تقلل من الخسائر الاقتصادية التي تسببها هذه الملوثات.

الكلمات المفتاحية: مستشعر، السموم الفطرية، الميكوتيك، أداء تربية الحيوانات، دجاج التسمين

Dédicaces

Remerciements

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....1

Partie bibliographique

Chapitre I : L'aviculture en Algérie

I. Aviculture en Algérie :.....2

I.1- Evolution de la production :2

I.2- Evolution de la consommation :3

I.3- Mode d'élevage de poulet de chair3

I.3.1-Elevage au sol :.....4

I.3.2- Elevage en batterie.....4

I.4-Bâtiment.....5

I.4-1- Implantation du bâtiment :5

I.4-2-Dimensions du bâtiment d'élevage6

I.5- Besoins nutritionnels :9

I.5.1- Besoin hydrique (eau) :.....10

I.5.2- Besoins énergétiques :10

I.5.3-Besoins protéiques :10

I.5.4-Besoins en minéraux :11

I.5.5- Besoins vitaminiques :11

I.6. Alimentation12

I.6.1.Maïs.....12

I.6.2. Sorgho12

I.6.3.Tourteaux de soja12

I.6.4. Aliments composés12

I.6.5. Contaminants probables :.....13

Chapitre II : Mycotoxines

II. Mycotoxines :14

II.1- Généralité sur les mycotoxines :14

II.2- Les principales mycotoxines :.....	15
II.3-Biosynthèse des mycotoxines :	19
II.4-Facteurs influençant la production des mycotoxines	20
II.5. Effets des mycotoxines :.....	22
II.6. Procédés pour limiter ou réduire les teneurs en mycotoxines	24
II.6.1. Procédés physiques.....	24
II.6.2. Procédés chimiques	25
II.6.3. Procédés biologiques	28
II.6-Normes et aspects Réglementaire des Mycotoxines:	29

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1-Matériel :.....	30
III.1.2.1 : Avant d'entrer dans l'organisme :.....	30
III.1.2.2 : Dans l'organisme :	30
III.1.3-Animaux :.....	30
III.1.5- bâtiment et ses équipements.....	32
III.2- Méthodes :.....	35
III.2.1-Programme sanitaire d'élevage :.....	35
III.2.2.3. Paramètres zootechniques mesurés :	36

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV-Résultats et Discussions:.....	38
IV.1-Résultats :.....	38
IV.1.1. Contrôle de consommation d'aliment	38
IV.1.2. Contrôle des paramètres d'ambiance	38
IV.1.3. Paramètres zootechniques mesurés	39
IV.1.3.1. Poids moyens et indices de consommation en fin de phase de démarrage	39
IV.1.3.2. Poids moyen et indice de consommation en fin de phase de croissance	40
IV.1.3.3. Poids moyens, indices de consommation, taux de mortalité en phase de finition	41
IV.2-Discussion:.....	43
Conclusion générale et perspectives.....	45
Références bibliographiques.....	47

Annexes

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Normes de température avec source de chauffage localisé (SANOFI, 1996)

Tableau 2 : Consommation d'eau par jour pour 1000 sujets (SURDEAU et HENAFF, 1979)

Tableau 3 : Besoins moyens en oligo-éléments exprimés par kg d'aliment standard (FEDIDA, 1996)

Tableau 4 : Valeur nutritive du maïs (CONAN et al., 1992 ; DROGOUL et al., 2004)

Tableau 5 : principaux genres de moisissures et leurs mycotoxines associées (GHERRAS et El HIMER, 2017)

Tableau 6 : Principaux facteurs influençant la production des mycotoxines à différentes étapes de la chaîne alimentaire (HESSELTINE, 1976)

Tableau 7 : Effets des principales mycotoxines sur l'homme et mécanismes d'action cellulaires et moléculaires identifiés (GHERRAS, 2017)

Tableau 8 : Qualités maximales admissibles d'aflatoxine (HIGHLEY et al., 1994)

Tableau 9 : formule alimentaire du poulet de chair (avec Micotec poudre 0.1 kg)

Tableau 10 : formule alimentaire du poulet de chair (sans Micotec)

Tableau 11 : mise en évidence les différents besoins et équipements de bâtiment et ses caractéristiques

Tableau 12 : Plan de prophylaxie appliqué

Tableau 13 : évolution de la température pour chaque semaine

Tableau 14 : mis en évidence l'évolution de H° pour chaque semaine

Tableau 15: poids moyen et indice de consommation en fin de phase de démarrage

Tableau 16: Poids moyen et indice de consommation en fin de phase de croissance

Tableau 17 : récapitulatif des données relatives au poids moyens, indices de consommation et taux de mortalité à la fin de la phase de finition

Liste des Figures

Figure 1 : Structure des principales aflatoxines : B1, B2, G1, G2 et M1 (GHERRAS et El HIMER, 2017)

Figure 2 : Structure chimique de l'ochratoxine A (OTA) (VRABCEVA et al.,2004)

Figure 3 : Structure de la fumonisine B1 (GHERRAS et El HIMER, 2017)

Figure 4 : Structure générale semi développée des trichothécènes (IPCS, 1990)

Figure 5 : Structure chimique de la zéaralénone (WILLIE et MOREHOUSE, 1977)

Figure 6 : Biosynthèse des mycotoxines (LEYRAL et VIERLING, 2007)

Figure 7 : poids moyen et indice de consommation à la fin de la phase de démarrage

Figure 8 : Poids moyen et indice de consommation en fin de phase de croissance

Figure 9 : poids moyens à la fin de la phase de finition

Figure 10 : Indice de Consommation (phase finale)

Figure 11 : Taux de mortalité %



Introduction

Introduction

Parmi la multitude de contaminants connus à nos jours, les champignons toxinogènes constituent un danger réel pour la santé du consommateur (homme et animal) une fois ingérés même en faibles concentrations (ESKOLA *et al.*, 2002 ; YIANNIKOURIS *et al.*, 2002).

Ces champignons toxinogènes agissent au cours de leur prolifération sur ou dans les aliments d'origine végétale ou animale par des sécrétions de substances hautement toxiques. Ces substances qu'on regroupe sous le nom des mycotoxines.

En effet, la fabrication moderne d'aliments pour animaux et d'aliments pour humains souffre de risques accrus de contamination par les mycotoxines, car l'infection par les moisissures peut toucher presque tous les secteurs concernés, de la culture sur le terrain au stockage et à la logistique des produits finis (BERTHILLER *et al.*, 2013).

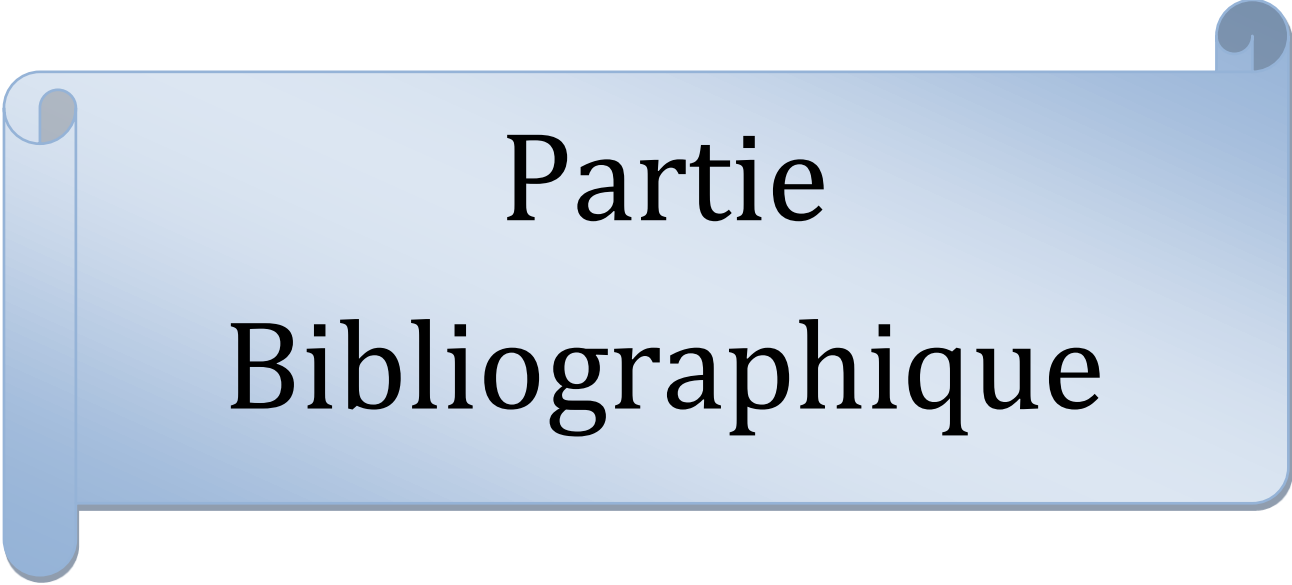
Chez les animaux d'élevage, notamment la volaille, les mycotoxines peuvent entraîner, entre autres, une diminution des performances, un refus d'alimentation, une mauvaise alimentation, une diminution du gain pondéral, une immunosuppression ainsi que des troubles de la reproduction (HUWIG *et al.*, 2001).

Ceci d'autant plus que la volaille (particulièrement, le poulet de chair) constitue une source de protéines animales appréciable et économique, notamment pour les pays en voie de développement (SANOFI, 1999).

Les mélanges de diverses matières premières dans les aliments composés peuvent augmenter le risque de contamination avec plusieurs mycotoxines. La prise de combinaisons de mycotoxines peut entraîner des effets toxiques interactifs (CAST, 2003).

De ce fait, Il y a une prise de conscience croissante des risques posés à la santé humaine et animale par la présence de toxines produites par les champignons dans les denrées alimentaires et les aliments pour animaux.

A cet égard, nous nous sommes intéressés à l'évaluation des performances zootechniques du poulet de chair tout au long des différentes phases d'élevage, par l'utilisation d'un capteur de mycotoxines appelé « Micotec », susceptible d'être utilisé comme additif alimentaire, et réputé pour sa richesse en adsorbants inorganique, sels d'acides organiques, adsorbant organique et agents antioxydants.



Partie
Bibliographique

I. Aviculture en Algérie :

I.1- Evolution de la production :

L'aviculture est indéniablement la branche des productions animales qui a enregistré en Algérie le développement le plus remarquable au cours de ces quinze dernières années. Au lendemain de l'indépendance (1962) et jusqu'à 1969, l'aviculture était essentiellement fermière sans organisation particulière (FERRAH, 2004).

L'aviculture Algérienne produit entre 330 et 342 millions de tonnes de viande blanche (soit environ 240 millions de poulets par an) et plus de 3 milliards d'œufs de consommation par anuellement. Elle est constituée de 20 000 éleveurs, emploie environ 500 000 personnes et fait vivre environ 2 millions de personnes. Enfin, elle importe 80% des 2,5 millions de tonnes d'aliment (maïs, tourteaux de soja et CMV), 3 millions de poussins reproducteurs, des produits vétérinaires et des équipements (OFAL, 2001).

Toutefois, une chute brutale de la production a été enregistrée en 1996 pour atteindre 93000 tonnes avec la diminution du niveau de consommation de l'ordre de 3,5 kg/hab/an. La filière avicole n'a commencé à absorber le choc de la libéralisation qu'à partir de 1999 avec une augmentation de la production de 200000 tonnes et une consommation de l'ordre de 6,7 kg/hab/an (FERRAH, 2004).

En l'an 2000, La production avicole, était de 169.182 tonnes de viandes blanches et de 1,49 milliard d'œufs de consommation. Ces productions sont très inférieures à celles des années où l'Etat ou tenait cette activité (1989-1994). Actuellement, la production de viande de volaille serait de 475.000 tonnes (MEZOUANE, 2010).

D'un autre côté, la filière avicole Algérienne a connu l'essor le plus spectaculaire parmi les productions animales. L'offre en viandes blanches est passée de 95000 à 300000 tonnes entre 1980 et 2010, soit une progression de +212 % en 30 ans (MADR, 2011).

Il est signalé que la production annuelle nationale du secteur avicole enregistre un volume considérable ; elle est évaluée à plus de 253 000 tonnes de viandes blanches et presque 4,5 milliards d'œufs de consommation, assurant ainsi plus de 50 % de la ration alimentaire en produits d'origine animale en 2011 (MADR, 2012).

Enfin, Selon le département de l'agriculture, leurs statistiques indiquent que l'Algérie produit annuellement environ 460 000 tonnes de viande blanche et 6 milliards d'œufs. Ceci pour ce qui est déclaré. Or la quantité est beaucoup plus importante vu l'existence d'un marché informel

qui prime sur l'activité (ABACHI, 2015).

I.2- Evolution de la consommation :

Au début des années 1970, les planificateurs Algériens, devant le déficit important en protéines animales dans la ration alimentaire, ont décidé de miser sur l'aviculture intensive pour le combler, compte tenu du fait que celle-ci échappe aux contraintes climatiques et du fait de la rotation rapide de son cycle de production. Le développement de la filière avicole en Algérie a permis une augmentation sensible de la consommation de viande de poulet de chair. Cette dernière, est passée de 0,82 kg/hab/an en 1972 à 9,18 kg/hab/an en 1986 (FERNADJI, 1990) puis à 9,70 kg/hab/an (FAO, 2005).

Entre 1980 et 1990, le secteur avicole industriel a subi un développement très important qui a multiplié la production en viande de volaille. Ce développement a été fait dans le but d'améliorer la ration alimentaire moyenne grâce à son enrichissement en protéine animale. Ces derniers ont aussi progressé d'environ 14 g/habitant/jour en 1980 à environ 20 g/habitant/jour en 1990, soit une hausse de 43%. A partir de 1990, le rythme de développement de la production s'est atténué à cause de la levée du monopole Etatique sur les importations et l'instauration de la vérité des prix à la levée des subventions (FERRAH, 1993).

La progression de production a permis d'améliorer la ration alimentaire moyenne en protéines animales de près de 35 millions d'Algériens. Cependant, avec 6 Kg de viande de poulet par personne et par an (MADR, 2011), l'Algérien demeure parmi les plus faibles consommateurs, loin derrière l'Européen avec ses 23,7 Kg, le Brésilien (37 Kg), ou encore l'Américain (52,6 Kg) (OFIVAL, 2011).

I.3- Mode d'élevage de poulet de chair

La réussite de toute spéculation animale est la résultante d'un certains nombres de facteurs dont les plus importants sont outre la technicité de l'éleveur :

- Animal et son potentiel génétique.
- Aliment qui lui est distribué.
- Logement où il est élevé.
- Soins et hygiène.

Tous ces facteurs agissent évidemment de pair, ils sont liés les uns aux autres. L'évolution des connaissances sur eux même et leurs interactions permet une plus grande sécurité, une meilleure réussite de l'élevage et par la même, une diminution du prix de revient de la production considérée (DROMIGNY, 1970).

I.3.1-Elevage au sol :

Il est soit intensif ou extensif.

I.3.1.1- Elevage intensif

Il se fait pour le poulet de chair pour les grands effectifs. Il a pris sa naissance en Algérie avec l'apparition des couvoirs au sein des structures du Ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire (M.A.R.A.) qui a créé l'Office National des Aliments du Bétail (O.N.A.B) et Groupe Avicole (ORAVIE, 2004).

I.3.1.2- Elevage extensif

Cet élevage se pratique pour les poules pondeuses, il s'agit surtout des élevages familiaux de faibles effectifs et il s'opère en zone rurale. La production est basée sur l'exploitation de la poule locale, et les volailles issues sont la somme de rendement de chaque éleveur isolé. C'est un élevage qui est livré à lui-même, généralement aux mains des femmes, l'effectif moyen de chaque élevage fermier est compris entre 15 et 20 sujets, les poules sont alimentées par du seigle, de la criblure, de l'avoine et des restes de cuisines. Elles sont élevées en liberté et complètent leur alimentation autour de la ferme. Les poules sont destinées à la consommation familiale ou élevées pour la production des œufs (BELAID,1993).

I.3.2- Elevage en batterie

Cet élevage qui a été introduit nouvellement en Algérie se fait pour les poules pondeuses. Il est beaucoup plus coûteux par rapport au premier.

L'élevage du poulet convient très bien au climat Algérien. L'Etat dans le cadre de sa politique de relance économique, encourage au maximum les éleveurs et les coopératives à pratiquer cet élevage, pour diminuer l'importation des œufs de consommation et des protéines animales (BELAID,1993).

L'élevage avicole prend de plus en plus d'extension ces dernières années. Les éleveurs au début sans aucune expérience, maîtrisent de plus en plus les techniques d'élevage. Malgré cela, beaucoup d'erreurs fatales sont encore commises aujourd'hui, elles peuvent se résumer selon BELAID, 1993 comme suit:

- Vide sanitaire insuffisant ; Densité trop importante ; Température mal réglée ;
- Local mal aéré donnant de mauvaises odeurs (ammoniacales) ; Mauvaise ventilation ;
- Longueurs des abreuvoirs et des mangeoires non adaptées ; Lumière trop forte ;
- Alimentation déséquilibrée ne couvrant pas tous les besoins des animaux ; Programme de prophylaxie non respecté entraînant beaucoup de maladies graves.

I.4-Bâtiment

Le succès de n'importe quel type d'élevage est tributaire de l'application rigoureuse des facteurs de réussite, à savoir l'habitat et ses facteurs d'ambiance.

Le Bâtiment est le local où les animaux s'abritent contre toute source de dérangement, c'est le local où l'animal trouve toutes les conditions de confort. Pour cette raison, il doit prendre en considération tous les facteurs internes et externes du bâtiment.

La conception et la réalisation d'un élevage de poulets de chair doit être réfléchi, car sa réussite est subordonnée à un bon habitat, une bonne alimentation, un abreuvement correct et une bonne protection sanitaire avec l'approche bio-ingénierie (KATUNDA, 2006).

I.4-1- Implantation du bâtiment :

L'implantation du bâtiment et son environnement sont des conditions parmi celles qui contribuent le plus à la réussite de la production avicole (LAOUER, 1981).

Selon (SURDEAU et HENAFF, 1979), plusieurs préceptes doivent être retenus pour implanter un élevage de poulet de chair :

- Trouver un emplacement sec, perméable à l'eau, bien aéré mais abrité des vents froids ; - Eviter les terrains humides en particulier les bas-fonds qui sont chauds en été et froids en hiver;
- Prévoir de l'électricité et de la disponibilité en eau ;
- Approchement des poulaillers aux routes principales, faciliter l'approvisionnement des besoins des animaux en matière d'alimentation ainsi que l'écoulement de produit au marché ;
- Eviter le voisinage des grands arbres ou de certains animaux comme les moutons, dont la toison est porteuse des parasites.

Aussi, il faut éviter les sites encaissés qui risquent de présenter une insuffisance du

renouvellement d'air en ventilation naturelle. Inversement, un site trop exposé aux vents risque de soumettre les animaux à des courants d'air excessifs (DIDIER, 1996).

D'après GALA en 1992, la direction du vent en Algérie est souvent Nord-Sud, la meilleure position du bâtiment est Est-Ouest, mais dans certains cas on est obligé de prendre une autre position, car il y a des contraintes qui peuvent être des obstacles, à l'exemple de la géomorphologie. Dans ce cas, le bon emplacement est Nord-Sud pour profiter des vents saisonniers.

I.4-2-Dimensions du bâtiment d'élevage

I.4-2-1- Surface :

Selon ALLOUI (2006), la largeur doit-être comprise entre 8 à 15m pour un poulailler à double pente. Elle est de 6 à 8m pour un poulailler en pente. Pour ce qui est de la longueur, elle est comprise entre 8 et 10 m alors que la hauteur varie de 2 à 3 m

I.4-2-2-Distance entre bâtiments :

La distance entre deux bâtiments ne doit jamais être inférieure à 30 m. Pour limiter tout risque de contamination lors d'une maladie contagieuse, plus les bâtiments sont rapprochés et plus les risques de contamination sont fréquents, d'un local à l'autre. Ainsi, il faut dès le début prévoir un terrain assez vaste pour faire face (ALLOUI, 2016).

I.4.2-3- Ouvertures

Le poulailler doit comporter deux portes sur la façade de sa longueur, ces dernières doivent avoir des dimensions tenant compte de l'utilisation d'engins (tracteurs, remorques...) lors du nettoyage en fin de bande. Certains auteurs préconisent des portes de 2 m de longueur, et de 3 m de largeur en deux vantaux (PHARMAVET, 2000). Pour ce qui est des fenêtres, elles doivent représenter 10 % de la surface totale du sol. Il est indispensable que les fenêtres soient placées sur les deux longueurs opposées du bâtiment pour qu'il y ait appel d'air, ce qui se traduit par une bonne ventilation statique. La dimension des fenêtres doit-être de 1,50 m de longueur et de 0,70 m de largeur selon PHARMAVET en 2000. Il conseille également que les fenêtres soient grillagées afin d'éviter la pénétration des insectes et des oiseaux (REGHIOUA, 1989).

I.4.2.4- Matériaux de construction

A) Murs

Les murs doivent être en parpaings ou en briques, de constructions solides et isolantes. Et ils doivent être aussi crépis au mortier à l'extérieur pour les rendre étanches et en plâtre à l'intérieur

pour diminuer au maximum le taux hygrométrique. La surface lisse permet un chaulage facile et uniforme éliminant les poussières et matières virulentes (PHARMAVET, 2000).

B) Sol

Il doit être solide, imperméable, en ciment qui est mieux que la terre battue, pour faciliter le nettoyage et la désinfection et permettre une lutte plus facile contre les rongeurs, et protéger la litière contre l'humidité et la chaleur. Cette isolation sera faite par une semelle en gros cailloux de 30 à 35 cm soulevé par rapport au niveau du terrain. Le sol posé est lui-même en ciment ou en terre battue. Le bois est réservé aux installations en étages (BELAID, 1993).

C) Toiture

Il doit être lisse à l'intérieur, ce qui facilite son nettoyage et résistant aux climats les plus durs à l'extérieur.

La toiture est constituée de :

-Tuiles : bonne isolation mais coûteuse.

-Tôles ondulée : trop chaude en été et froide en hiver ; il faut éviter donc les plaques d'aluminium sur le toit car elles reflètent énormément les rayons solaires en été rendant les bâtiments très chauds, si non, il faut les doubler par une sous toiture avec de la laine minérale, il est utilisé aussi le polyéthylène expansé également (BELAID, 1993).

D) Isolation du bâtiment

Elle a pour but de rendre l'ambiance de ce dernier la plus indépendante possible des conditions climatiques extérieures et doit permettre aussi d'éviter la déperdition de la chaleur en saison froide, en limitant le refroidissement du poulailler par températures basses et vents importants en hiver. Il est conseillé de maintenir une température plus ou moins fraîche en été en limitant au maximum l'entrée dans le local de la chaleur rayonnée par le soleil. Il faut veiller aussi à réduire les condensations d'eau, en diminuant les écarts de températures existants entre le sol et la litière (LE MENEK, 1988).

L'isolation concerne le sol, les parois (qui sont soutenues par un revêtement extérieur de couleur clair reflétant les rayons solaires), et la toiture. Elle fait appel à différents types d'isolants tels que :

- Les mousses de polystyrène expansé ;
- Le polystyrène expansé moulé ;
- Le polystyrène expansé en continu ou thermo-comprimé ;

- Le polystyrène extrudé ;
- Les fibres minérales (laine de verre, laine de roche) ;
- Les mousses de poly uréthane
- Le béton cellulaire (ITAVI, 2001).

E) Facteurs d'ambiance :

a) Température :

La température d'élevage est l'un des facteurs limitant en production avicole, de type chair ou ponte. Une mauvaise maîtrise de celle-ci peut être fatale dans une exploitation. Le tableau 02 rapporte les températures normatives en production de poulet de chair.

Tableau 1 : Normes de température avec source de chauffage localisé (SANOFI, 1996)

Age (en jours)	Température sous chauffage	Température air de vie	Evolution du Plumage
0-3	38°C	28°C	Duvet
3-7	35°C	28°C	Duvet et ailes
7-14	32°C	28°C	Duvet et ailes
14-21	29°C	28°C	Ailes et dos
21-28		22-28°C	Ailes, dos et bréchet
28-35		20-23°C	
35-42		18-23°C	
42-49		17-21°C	

Aussi les variations brutales de température (plus de 5°C en 24 heures) sont à éviter. Elles peuvent se résumer aux repères cliniques suivants (SANOFI, 1996).

- A partir de 27°C : alitement des animaux;
- A partir de 30°C : stress thermique;
- A partir de 35°C : croissance des volailles presque nulle;
- A partir de 38°C : prostration, mue, arrêt de ponte;
- A partir de 40°C : risque d'apoplexie ; - A 43°C : mortalité de l'ordre de 30%.

b) Humidité relative ou hygrométrie :

Une hygrométrie idéale se situe entre 55% et 75%. En climat chaud et humide, les volailles ont davantage de difficultés à éliminer l'excédent de chaleur qu'en climat chaud et sec. Les performances de croissance sont alors diminuées.

Exemple de climat chaud et sec : 35°C et 40%HR. Exemple de climat chaud et humide : 35°C et 90%HR.

Dans ce cas, si la ventilation naturelle se révèle insuffisante, une ventilation dynamique devra être mise en œuvre pour exporter cette eau excédentaire en dehors du bâtiment.

c) Aération :

Les mouvements de l'air agissent sur les transferts de chaleur par convection. Un air calme se caractérise par une vitesse de 0,10 m/s chez une jeune volaille de moins de 4 semaines et par une vitesse de 0,20 à 0,30 m/s chez une volaille emplumée. Au-delà, elle peut provoquer un rafraîchissement chez l'animal, un effet contraire étant observé en deçà (LEMENEC, 1987).

d) Poussières :

Lorsque l'hygrométrie est élevée (supérieure à 70%), les particules libérées par la litière sont moins nombreuses et d'un diamètre plus important car elles sont hydratées. Leur pouvoir pathogène est alors moindre. En revanche, en atmosphère sèche (hygrométrie inférieure à 55%) les litières peuvent devenir très pulvérulentes et libérer de nombreuses particules irritantes de petites tailles (LEMENEC, 1987).

F) Litière :

C'est à son niveau que se produisent les fermentations des déjections. En climat chaud, nous éviterons les litières trop épaisses favorables à la libération d'ammoniac. L'humidité de la litière doit être comprise entre 20 et 25 %. Une humidité supérieure à 25 % la rend humide, collante et propice à la prolifération des parasites (coccidies). Par contre, en dessous de 20%, la litière risque de dégager trop de poussière (possibilité de litière permanente pour l'élevage de Poulet de chair). On utilisera de la paille hachée, des cosses d'arachide, des copeaux de bois plutôt que la sciure. La quantité à étendre est de l'ordre de 5 kg/m² (LEMENEC, 1987).

I.5- Besoins nutritionnels :

Produire des poulets de chair c'est produire un maximum de viande dans un minimum de temps. Les aliments et l'eau ne doivent jamais manquer. La ration des poules se présente sous la forme d'un aliment complet. L'aviculteur utilise des céréales de sa production, la présentation de

l'aliment sous forme de granules ne présente d'intérêt que pour le poulet de chair dont nous attendons une haute performance.

Les volailles sont généralement nourries à volonté avec un niveau énergétique satisfaisant et un équilibre entre constituants (BESSE, 1969).

I.5.1- Besoin hydrique (eau) :

De l'eau propre doit être constamment à disposition. Le mode de distribution envisagé est constitué d'abreuvoirs automatiques, de dispositifs gouttes à gouttes etc... Ceux-ci doivent être à la hauteur correspondante à la taille des poulets, être suffisamment nombreux pour permettre l'accès à tous et être propre pour ne pas gêner la consommation (SURDEAU et HENAFF, 1979).

Le tableau rapporte les besoins journaliers pour 1000 sujets de poulet de chair.

Tableau 2 : Consommation d'eau par jour pour 1000 sujets (SURDEAU et HENAFF, 1979)

Age en semaine	1	3	5	7	10
Eau par jour pour 1000 sujet (en litre)	20-30	50-70	80-100	120-150	130-180

I.5.2- Besoins énergétiques :

Les éléments énergétiques sont principalement apportés par les glucides (sucre et amidon) et les lipides (matières grasses d'origine animale ou végétale). L'énergie contenue dans l'alimentation (énergie brute) n'est pas utilisable en totalité par l'animal : une partie est en effet perdue dans les fèces et l'urine. L'énergie métabolisable (énergie brute moins énergie perdue) présente dans la ration doit permettre à l'animal de couvrir toutes ses dépenses d'entretien, de production, d'élimination de chaleur. Si l'énergie métabolisable (E.M) de la ration est insuffisante, l'animal doit puiser sur ses réserves, la production diminue et cesse même (BESSE, 1969).

I.5.3- Besoins protéiques :

Les protéines constituent une partie notable de la viande de poulet. Les besoins en cet élément ont donc importants (SURDEAU et HENAFF, 1979). Le rôle principal de l'azote est la construction et l'entretien de la cellule vivante. D'un autre côté, les protéines peuvent, selon LAOUR (1987):

- Intervenir dans le métabolisme de l'eau ;
- Rentrent dans la composition de nombreuses hormones, enzymes et anticorps.

I.5.4-Besoins en minéraux :

Les éléments minéraux sont indispensables pour la vie. Ce sont des constituants essentiels du tissu osseux (calcium et phosphore) ou de l'équilibre osmotique de l'animal (sodium, chlore et potassium) (FEDIDA, 1996 ; LARBIER et LECLERCQ, 1991).

Les oligo-éléments sont aussi présents dans l'organisme en faible quantité ou à l'état de traces et ils sont indispensables au déroulement de nombreuses réactions biochimiques du métabolisme (fer, cuivre, zinc, manganèse, sélénium, iode, fluor, cobalt, magnésium, potassium (CASTANIG, 1979 et FEDIDA, 1996). Le pourcentage des éléments minéraux dans l'aliment est d'environ 4 à 5 % pour les poulets de chair (BESSE, 1969).

Le tableau 03 relate les besoins en oligo-éléments préconisés en production avicole type chair.

Tableau 3 : Besoins moyens en oligo-éléments exprimés par kg d'aliment standard (FEDIDA, 1996)

Oligo-éléments	Poulette et poulet de chair (mg)
Zinc	50
Cuivre	6
Fer	50
Manganèse	70
Iode	1
Cobalt	0,5
Sélénium	0,2

I.5.5- Besoins vitaminiques :

Les vitamines sont présentes dans l'organisme en faible quantité ou à l'état de traces et ils sont indispensables à la protection de l'organisme et à une bonne production (FEDIDA, 1996).

Les vitamines sont très facilement destructibles, les facteurs qui interviennent le plus souvent sont : la lumière, la chaleur, le processus d'oxydation (LAOUER, 1987), le pourcentage

des vitamines dans la ration est de 4 à 9% (BESSE, 1969), et ils sont classés en vitamines liposolubles et hydrosolubles.

I.6. Alimentation

Les céréales et leurs coproduits représentent la principale matière des aliments composés et, par conséquent, l'aliment principal des monogastriques. Elles constituent un complément énergétique pour les ruminants (MERCK, 2003).

I.6.1. Maïs

Le maïs est la céréale de choix pour l'alimentation des volailles. C'est l'ingrédient le plus utilisé dans l'alimentation des monogastriques, il est très apprécié grâce à sa valeur énergétique élevée parmi les céréales elle est de 3925 kcal/kg brut (tableau 4), En effet, le maïs contribue approximativement par 65% de l'énergie métabolisable et 20% des protéines brutes d'un régime de démarrage des volailles. En plus, c'est la céréale la plus communément utilisée dans les régimes de volailles élevés intensivement (LARBIER ET LECLERCQ, 1992 ; DRAGOUL *et al.*, 2004).

Tableau 4 : Valeur nutritive du maïs (CONAN *et al.*, 1992 ; DROGOUL *et al.*, 2004)

Matière sèche (%)	Protéine brute (%)	Cellulose brute (%)	Calcium (gr/Kg)	Phosphore (gr/Kg)	Energie métabolisable (Kcal/Kg)
86.42	9.57	2.46	0.05	0.3	3726

I.6.2. Sorgho

Le sorgho occupe le second rang parmi les céréales les plus utilisées dans l'élevage commercial de poulets de chair, dindons et poules pondeuses (BEYER, 2014). Il est souvent cultivé dans les zones où les ressources en eau sont limitées et peut être utilisé jusqu'à une proportion de 70 % dans les rations pour poulets de chair et poules pondeuses, et jusqu'à 55% dans les rations destinées aux dindons, en remplacement total du maïs.

I.6.3. Tourteaux de soja

Les tourteaux sont des sous-produits des huileries qui, à cause de leur richesse en protéines, présentent un grand intérêt dans l'alimentation animale. La valeur nutritionnelle protéique varie en fonction de l'espèce végétale d'origine et de la technique de fabrication (GUERIN *et al.*, 1989).

I.6.4. Aliments composés

Un aliment composé contient plusieurs matières premières simples (céréales, issues, farines animales ou végétales), des minéraux, des vitamines et des additifs divers, les ingrédients

se trouvent au départ sous des formes différentes (graines, particules de plusieurs tailles, liquides, graisses) (LARBIER ET LECLERCQ, 1992). La préparation des aliments est réalisée en plusieurs étapes : mouture, pré-mélange, mélange et incorporation d'huile (BULDGEN *et al.*, 1996)

I.6.5. Contaminants probables :

Les céréales sont des vecteurs très importants de contaminants dont les moisissures et leurs sécrétions toxigènes connues sous le nom de mycotoxines.

Elles peuvent être contaminées à plusieurs moments (en plein champ ou lors du stockage). En général, ce sont les insectes qui en sont responsables. Environ 55 millions de tonnes de céréales sont perdus chaque année dans le monde.

L'enquête réalisée par Pitt et à l'échelle mondiale (1998) montre que 25 à 40% des céréales sont contaminées par des mycotoxines. Ce sont surtout dans les pays aux conditions climatiques chaudes et humides (en particulier les pays africains, Asie du Sud et Amérique du Sud) que la croissance des champignons toxigènes est la plus favorisée.

Ainsi, le maïs, l'orge, le sorgho, le millet, aliments de base du poulet de chair, sont souvent contaminés surtout par les aflatoxines. Toutefois, les pays de l'Europe du Nord sont également touchés surtout par l'OTA sécrétée par des espèces appartenant au genre *Penicillium* (*P.verrucosum*, *P.nordicum*) dont la croissance et la toxigénèse ne requièrent pas des températures élevées.

II. Mycotoxines :

II.1- Généralité sur les mycotoxines :

Le terme mycotoxine dérive du grec « mycos », signifiant champignon et du latin toxicum signifiant « poison ». Les mycotoxines sont des molécules capables, à de faible concentration, d'induire un effet toxique (ROBOUX *et al.*, 2006).

Ce sont des métabolites secondaires peu volatiles, élaborés par diverses moisissures sous certaines conditions environnementales. A l'heure actuelle seules certaines espèces de moisissures sont connues comme ayant la capacité de produire des toxines. Leur biosynthèse est dépendante de plusieurs facteurs, dont la température, l'intensité lumineuse, le dioxyde de carbone dans l'air, les éléments nutritifs disponibles et la présence et la présence d'autres espèces en compétition (HENDEY *et al.*, 1993).

Chaque mycotoxine n'est pas nécessairement spécifique à une moisissure donnée. La gliotoxine, par exemple : peut aussi bien être produite par *Aspergillus fumigatus* que par *Trichoderma viridae*. De même, une moisissure donnée peut produire plusieurs toxines : *Aspergillus fumigatus*, agent étiologique de certaines atteintes pulmonaires, fabrique plus de huit toxines différentes (MAHEUX, 1998).

Tableau 5 : principaux genres de moisissures et leurs mycotoxines associées (GHERRAS et EL HIMER, 2017)

Espèce fongique productrice	Mycotoxines associées
<i>Aspergillus</i> sp.	Gliotoxine, funagilline, acide helvolique, tryptacidine, fumitremorgines, fumiquinazoline, aflatoxines, ochratoxines, stérigmatocystine.
<i>Alternaria</i> sp.	Alternariol , acide , ténuazonique
<i>Claviceps</i> sp.	Alcaloïde (ergotamine et dérivés)
<i>Fusarium</i> sp.	Trichothécènes (déoxynyvalénol, toxine T-2 , diacétoxyscirpénol, nivalénol), zéaralénone, fumonisines, fusarine, moniliformine.
<i>Penicillium</i>	Ochratoxine A, pénitrem, acide cyclopiazonique, patuline, citrinine.

II.2- Les principales mycotoxines :

Les principales mycotoxines peuvent être produites par 5 types de champignons *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps* et *Alternaria*. Compte tenu de leurs propriétés toxiques chez l'homme et l'animal et de leur fréquence de contamination des matières premières et des aliments, les mycotoxines les plus importantes sont les aflatoxines, l'ochratoxine A, les fumonisines, les trichothécènes et la zéaralénone (BEHNAS et BENAYACHE, 2015).

II.2.1- Les aflatoxines :

Les aflatoxines sont des toxines produites par *A. flavus* (qui produit aussi de l'aflatrem, de l'acide cyclopiazonique et de l'acide aspergillique) et *A. parasiticus*. Les aflatoxines (B1, B2, G1, G2, M1, M2) (Figure 1) sont reconnues comme étant les plus puissants cancérigènes naturels. Parmi les aflatoxines, l'AFB1 est la plus fréquente et la plus toxique. Elle est considérée comme étant le plus puissant hépatocancérigène pour les mammifères et elle est classée en tant que cancérigène avérée du groupe 1 par l'agence internationale de la recherche sur le cancer (IARC)(IARC,1993).

L'intoxication aiguë par les aflatoxines se traduit par des symptômes de dépression, anorexie, diarrhée, ictère ou d'anémie, pouvant aller jusqu'à la mort (QUILLIEN, 2002).

Les aflatoxines apparaissent dans les noix (cacahuètes, noix du Brésil ...), les céréales, les poivres séchés et de nombreux autres aliments d'origine végétale. On trouve l'aflatoxine M dans le lait de vaches nourries de fourrage contaminé. Il s'agit en l'occurrence d'aflatoxine B métabolisée (4-hydroxylée) (QUILLIEN, 2002).

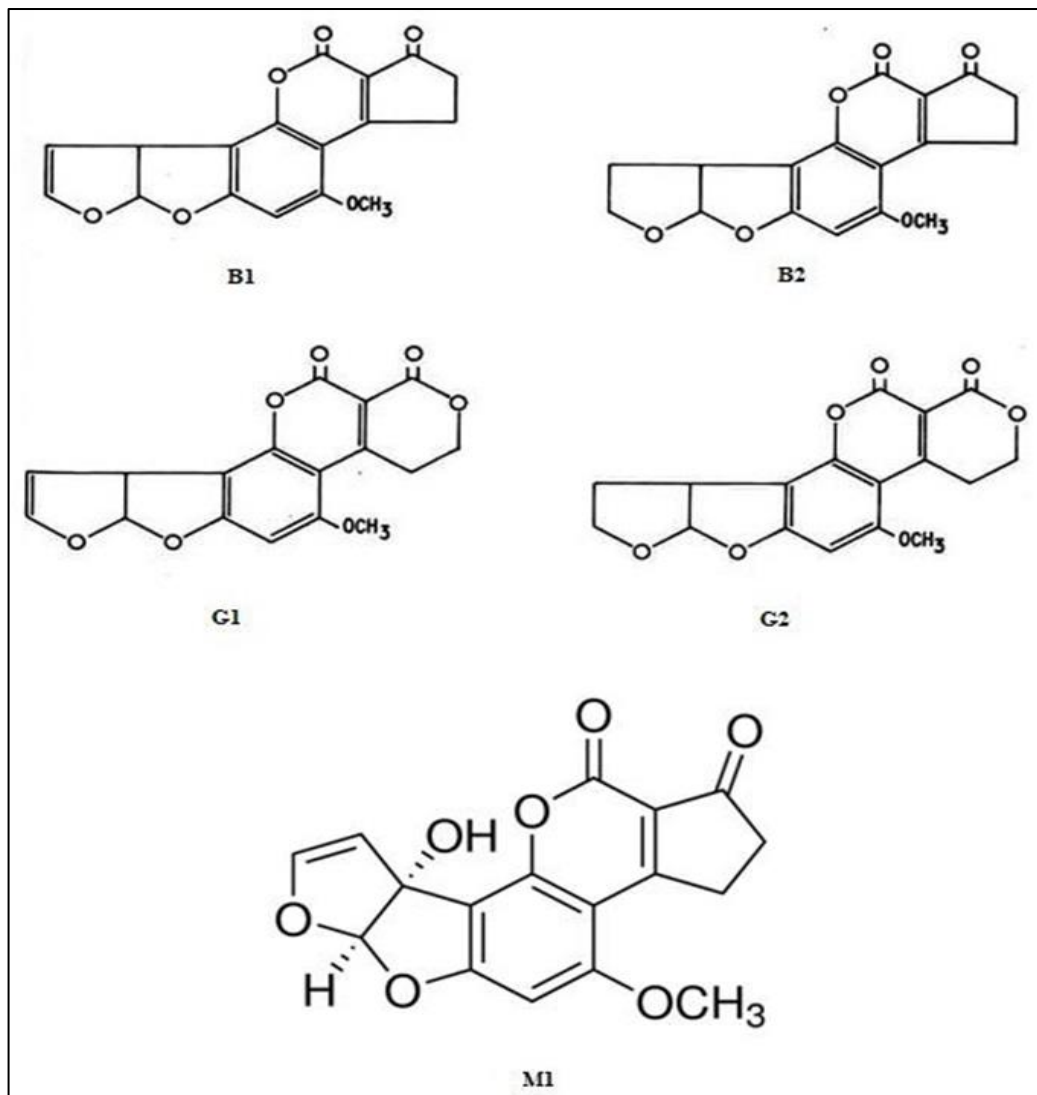


Figure 1: Structure des principales aflatoxines : B1, B2, G1, G2 et M1 (GHERRAS et El HIMER, 2017)

A) L'ochratoxine A:

La famille des ochratoxines comprend une dizaine de molécules connues, mais l'ochratoxine A est le représentant le plus important (Figure 11). Cette mycotoxine est produite par différentes espèces de *Penicillium* (*P. verrucosum*, *P. viridicatum*...) et d'*Aspergillus* (*A. ochraceus*...).

En effet, la température optimale de production de l'OTA par l'*Aspergillus ochraceus* est de 28 °C, cette production étant fortement réduite à 15°C ou 37°C. Au contraire, *Penicillium viridicatum* se développe et peut produire de l'OTA dans une gamme de températures qui varie de 4 à 30°C.

Dans les régions froides, l'OTA est donc plutôt produite par des *Penicillium*, alors que

dans les régions chaudes, ce sont plutôt les *Aspergillus* qui la synthétisent (POHLAND *et al.*, 1992; VARGA *et al.*, 1996).

La toxicité de cette mycotoxine peut varier en fonction de l'espèce, du sexe, de la voie d'administration (POHLAND *et al.*, 1992). Chez l'homme, l'OTA est suspecte d'être impliquée dans la néphropathie en démique des Balkans. Elle est classée dans le groupe 2B des molécules cancérogènes chez l'animal est possiblement cancérogènes chez l'homme (VRABCEVA *et al.*, 2004).

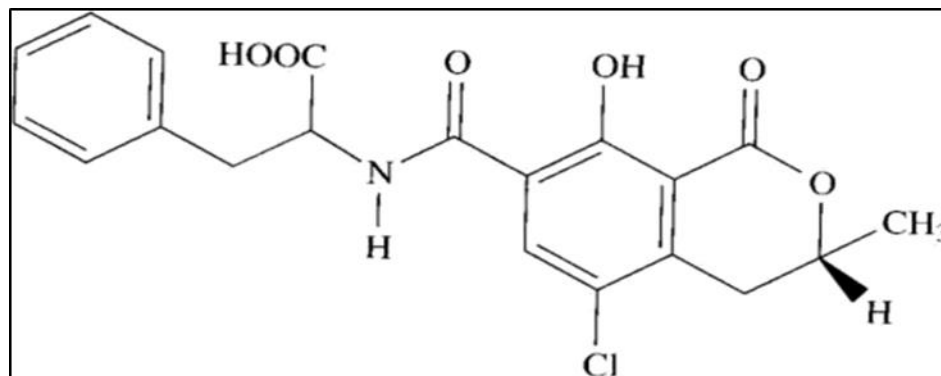


Figure 2 : Structure chimique de l'ochratoxine A (OTA) (VRABCEVA *et al.*, 2004)

B) Les fumonisines :

Les fumonisines sont un groupe de mycotoxines caractérisées à la fin des années 80 et produites par *Fusarium verticilloides*, une moisissure présente dans le monde entier et fréquemment retrouvée sur le maïs. Plusieurs souches de *F. verticilloides* isolées d'autres substrats comme le sorgho et l'avoine produisent des quantités importantes de fumonisines (AYALEW *et al.* 2006). Ces toxines peuvent aussi être produites par *F. proliferatum* et *F. nygamai* qui parasite principalement le sorgho et le millet (NELSON *et al.*, 1992). On a aussi montré que les fumonisines peuvent être élaborées par *F. oxysporum* et *F. polyphialidicum*; *A. alternata* sp. *Lycopersi* peut synthétiser aussi des fumonisines (ABBAS *et al.* 1997).

Aujourd'hui la famille des fumonisines comprend 15 molécules différentes. Les fumonisines B1, B2 et B3 (Figure12) sont les plus répandues dans le monde comme des contaminants naturels des céréales. La toxicité des fumonisines est caractérisée par l'apparition de signes cliniques très différents en fonction des espèces (COLVIN *et al.*, 1993).

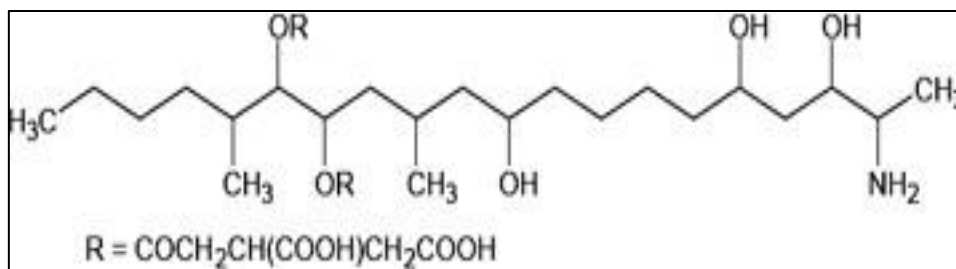


Figure 3 : Structure de la fumonisine B1 (GHERRAS et El HIMER, 2017)

C) Les trichothécènes:

C'est une famille composée d'environ 148 composés, tous produits par de nombre uses espèces fongiques dont celles des genres *Fusarium*, *Penicillium*, *Cephalosporum*, *Myrothecium*, *Trichoderma* et *Stachybotrys*. Les mycotoxines les plus étudiées dans ce groupe sont le déoxynivalénol (DON), les toxines T-2 et HT-2(OMS, 1980).

La toxine DON est une vomitoxine qui contamine les céréales en particulier le blé, l'orge, le maïs, le seigle, l'avoine, et le riz. L'occurrence de la toxine DON est associée principalement avec *F. graminearum* et *F. culmorum*. La DON peut provoquer des effets adverses après administration. L'administration d'une dose aiguë est caractérisée par deux effets toxicologiques à savoir la perte de l'appétit et les vomissements (CREPPY, 2002).

Les toxines T-2 et HT-2 sont deux toxines produites sur les céréales (blé, orge, maïs, riz, avoine...) et les produits à base de céréales. Elles sont produites par de nombreuses espèces de *Fusarium*. La toxine T-2 est un inhibiteur potentiel de la synthèse protéique. Alors que la toxine HT-2 a pour cible le système immunitaire (BOTTALICO, 1998).

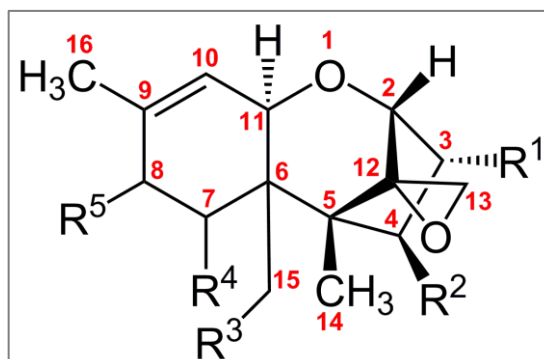


Figure 4 : Structure générale semi développée des trichothécènes (IPCS, 1990)

D) La zéaralénone:

La zéaralénone (ZEA) ou toxine F-2 est produite par les espèces appartenant au genre *Fusarium*, en particulier *F. graminearum*, *F. semitectum*, *F. equiseti*, *F. crookwellense* et

F. culmorum. Elle peut être également être synthétisée par *F. tricinctum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichoides* et *F. laterium*. La production de cette mycotoxine est favorisée lorsque les températures sont situées entre 10 et 15°C (ABBAS *et al.*, 1988 ; TABUC, 2007).

La ZEA est une lactone de l'acide résorcyclique sans toxicité intrinsèque mais de par sa similitude avec l'œstrogène (Figure 14). La principale moisissure responsable de la production de cette mycotoxine est *Fusarium graminearum* même si d'autres champignons sont capables de la produire. Sa répartition est mondiale, elle est présente dans l'ensilage, le foin, le maïs ou d'autres céréales (WHITLOW *et al.*, 2001).

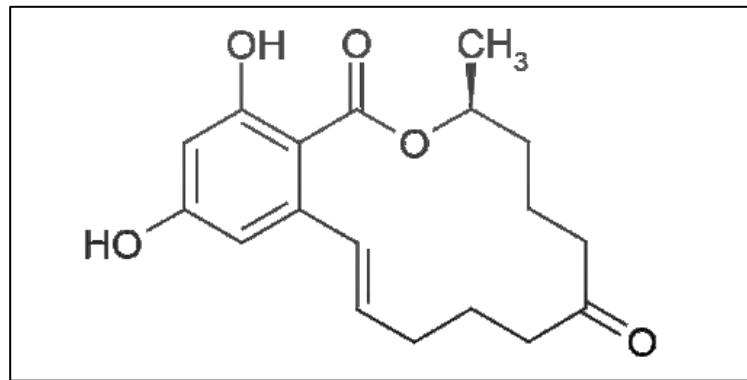


Figure 5 : Structure chimique de la zéaralénone (WILLIE et MOREHOUSE, 1977)

II.3-Biosynthèse des mycotoxines :

Les mycotoxines sont produites par nombreuses moisissures dotées génétiquement d'un pouvoir toxigène. Elles doivent cependant croître sur un substrat permettant l'expression du pouvoir de sécrétion des toxines de ces champignons (CHAPELAND-LECLERC *et al.*, 2005).

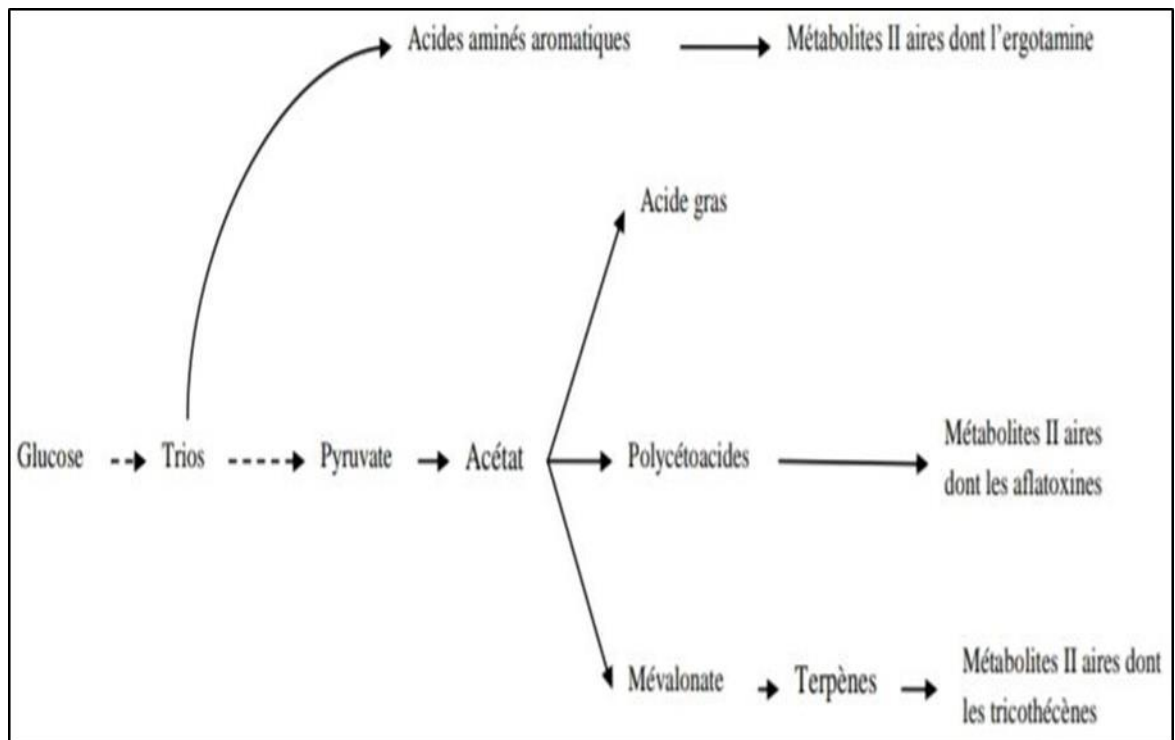


Figure 6 : Biosynthèse des mycotoxines (LEYRAL et VIERLING, 2007)

II.4-Facteurs influençant la production des mycotoxines

II.4.1-Champignons toxinogènes

Le type et la quantité de mycotoxine dépendent des espèces fongiques qui les produisent (LACEY, 1986). Elles diffèrent dans leur caractère morphologique, génétique et dans leurs places écologiques. Les champignons toxinogènes peuvent être classés en deux groupes principaux :

1- Les champignons de champs qui contaminent les produits agricoles avant ou pendant la récolte, principalement *Fusarium* et *Alternaria* mais aussi des *Aspergillus* dans le cas des raisins.

2- Les champignons de stockage (par exemple les *Penicillium* et *Aspergillus*) qui tendent à contaminer les denrées alimentaires pendant leur stockage (CHRISTENSEN, 1974).

II.4.2-Facteurs environnementaux

Les facteurs environnementaux affectant la production de mycotoxine sont d'origine physique, chimique ou biologique (MITCHELL *et al.*, 2004). Cependant, ces facteurs agissent rarement d'une façon indépendante, en effet leurs interactions sont habituellement plus

importantes que l'effet d'un facteur simple. Le tableau 2 présente quelques facteurs environnementaux qui peuvent influencer la production de mycotoxine à différentes étapes de la production (HESSELTINE, 1976).

Tableau 6 : Principaux facteurs influençant la production des mycotoxines à différentes étapes de la chaîne alimentaire (HESSELTINE, 1976)

Facteur	Au champ	A la récolte	Pendant le Stockage
Physique	+	+	+
- Humidité	-	+	+
- Rapidité de séchage	-	+	+
- Ré humidification	+	+	+
- Humidité relative	+	+	+
- Température	+	+	+
- Damage mécanique	-	+	+
- mélange de grains			
Chimique	-	-	+
- CO2	-	-	+
- O2	+	-	+
- Nature du substrat	+	-	+
- Nutrition minérale	-	-	+
Biologique			
- stress de plante	+	-	+
- vecteurs invertébrés	+	-	+
- infection fongique	+	-	+

+:Effet ; - Pas d'effet

II.4.3-Influence du substrat

Les mycotoxines sont produites par de nombreuses moisissures dotées génétiquement d'un pouvoir toxigène. Cependant la nature du substrat peut influencer l'expression du pouvoir de sécrétion des toxines (REBOUX, 2006).

Il est important de noter que des différences dans cette expression, peuvent être observées au sein d'une même espèce et expliquer les différences de pouvoir toxigène

observées entre "souches". En outre, des souches au sein d'une même espèce ne disposent pas toute du système enzymatique requis pour la production des mycotoxines (NICHOLSON *et al.*, 2003).

Ainsi les progrès de la chénotaxonomie ont permis de démontrer que pour une même espèce les profils des substances produites sont différents si on prélève le champignon sur le substrat naturel ou à partir d'une culture en boîte de Pétri. L'exemple le plus parlant concerne *Penicillium roqueforti*, incapable de produire une toxine sur le fromage de Roquefort, alors qu'*in vitro* il est en mesure de sécréter un métabolite très toxique (CHAPELAND *et al.*, 2005).

II.4.4-Autres facteurs

Des micro-organismes « de concurrence » peuvent affecter la production de mycotoxine sur les produits agricoles. Ils peuvent augmenter ou gêner la formation des mycotoxines en changeant le métabolisme de l'organisme producteur, par la concurrence pour les substrats, en changeant les conditions environnementales les rendant défavorables pour la production de mycotoxine ou en produisant des composés inhibiteurs (LACEY, 1986).

Les interactions avec d'autres microorganismes peuvent également être différentes dans les différentes conditions environnementales (CAIRNS *et al.*, 2003). Plusieurs facteurs additionnels peuvent influencer la production des mycotoxines dans le champ. Ils peuvent s'agir des pratiques agricoles comme le labourage et la rotation de récolte, les fongicides utilisés, la variété de la plante et les différences géographiques (LANGSETH *et al.*, 1995).

II.5. Effets des mycotoxines :

Les mycotoxines constituent un danger imminent qui tire le signal d'alarme, en raison des pertes économiques importantes qui sont liées à leurs effets sur la santé de l'homme, sur la productivité animale et sur le commerce national et international. La FAO estime que plus de 25 % des récoltes mondiales sont significativement contaminées par des mycotoxines (KRSKA, 2009).

L'ingestion d'aliments contaminés par les mycotoxines peut être à l'origine de toxicités aiguës ou chroniques nommées mycotoxicoses. Cependant, les intoxications aiguës sont rares, spécifiquement chez l'homme, en raison des faibles quantités pouvant être ingérées avec des aliments contaminés. Mais, l'intoxication chronique est souvent à craindre et ce, à cause de l'effet cumulatif des doses fixées sur des organes cibles, tels que le foie ou le rein (LECLERC *et al.*, 2005).

Les mycotoxines peuvent aussi avoir des effets carcinogènes, mutagènes, tératogènes et

immunosuppresseurs. En outre, certaines mycotoxines peuvent altérer des réactions immunitaires et réduire ainsi, la résistance aux infections. Du coup, il est, maintenant, largement considéré comme leur effet le plus important, surtout dans les pays en développement (PAMEL et *al.*, 2010).

Tableau 7 : Effets des principales mycotoxines sur l'homme et mécanismes d'action cellulaires et moléculaires identifiés (GHERRAS, 2017)

Mycotoxine	Effets	Mécanismes d'action cellulaires et moléculaires
Aflatoxine B1 et M1	Hépatotoxicité Génotoxicité Cancérogénicité Immunomodulation	Formation d'adduits à l'ADN Péroxydation lipidique Bioactivation par des CYP 450 Conjugaison aux Glutathion-transférases
Ochratoxine A et B	Néphrotoxicité Génotoxicité Immunomodulation	Impact sur la synthèse des protéines Inhibition de la production d'ATP Détoxication par les peptidases
Trichothécènes (A et B)	Hémato toxicité Immunomodulation	Induction de l'apoptose progéniteur Hématopoïétique et cellules immunitaires Impact sur la synthèse des protéines Altération des immunoglobulines
Patuline	Neurotoxicité Mutagenèse in vitro	Inhibition indirecte d'enzymes
Zéaralénone	Fertilité Reproduction	Liaison aux récepteurs oestrogéniques Bioactivation par des déshydrogénases Conjugaison aux glucuronyl transférases
Fumonisines B1	Lésion du système nerveux central Hépatotoxicité Génotoxicité Immunomodulation	Inhibition de la synthèse de céramide et altération du rapport sphinganine/sphingosine Altération du cycle cellulaire

II.6. Procédés pour limiter ou réduire les teneurs en mycotoxines

II.6.1. Procédés physiques

Les méthodes physiques sont nombreuses. Elles sont basées, en général, sur le lavage, le séchage, le broyage, le tri manuel, la séparation mécanique, le traitement par un choc thermique et la torréfaction (ZINEDINE, 2004). VAN EGMOND et SPEIJERS, 1999 préconisent d'autres traitements aux micro-ondes, rayons gamma, rayons X, et lumière UV.

La dégradation de l'aflatoxine M_1 , par exemple, a été également, essayée par des traitements combinés, tels que le rayonnement ultraviolet suivi d'ultrafiltration.

Une toute nouvelle approche est utilisation d'Oltipraz, qui empêche le métabolisme de l'aflatoxine B_1 en empêchant l'activité de plusieurs enzymes du cytochrome $P450$ (SCHOLL *et al.*, 1996; KUILMAN *et al.*, 2000). Aucune formation de l'aflatoxine M_1 n'a été trouvée dans des hépatocytes de bovin incubés avec de l'aflatoxine B_1 .

a)- **Traitement thermique**

Les mycotoxines sont, généralement, thermostables et elles résistent à tous les procédés utilisés pour l'élimination des micro-organismes (chauffage et stérilisation). PEERS et LINSELL (1975) observaient que les aflatoxines restaient stables dans les arachides ou dans le maïs après un chauffage à 200°C pendant 30 minutes. Il est à noter que les traitements thermiques dépendent en grande partie d'autres facteurs tels que, le pH et la teneur en eau de l'aliment contaminé (RUSTOM, 1997).

b)- **Irradiation**

L'irradiation a été considérée pendant longtemps comme une solution de lutte possible contre les microorganismes. Des méthodes pour l'élimination des mycotoxines, entièrement satisfaisantes, ne sont pas encore mises au point. Cependant l'irradiation est un procédé qui peut être envisagé pour lutter plus ou moins convenablement contre les moisissures toxigènes.

c)- **Extraction**

L'extraction des aflatoxines avec des solvants est un procédé qui a été étudié pour leur élimination des arachides contaminées. Cependant l'aliment traité par cette méthode ne peut être destiné qu'aux animaux. Le rapport solvant/aliment est un élément crucial dans le procédé.

Bien que toutes les traces d'aflatoxines puissent être éliminées sans aucun risque de formation de produits toxiques par ce procédé, il reste limité du fait de son coût très élevé (RUSTOM, 1997).

d)- Adsorption

Certains produits possèdent des propriétés d'adsorption. Ils ont fait l'objet d'études pour évaluer leur capacité à éliminer les mycotoxines des aliments contaminés. Selon HUWIG *et al.* (2001), différents adsorbants ont été utilisés avec succès dans des procédés de détoxification des aliments de bétail contaminés par les mycotoxines.

C'est le cas des argiles adsorbant les aflatoxines en particulier l'AFB1, le charbon actif adsorbant la plupart des mycotoxines, et, finalement, certains polymères comme la cholestyramine (résine échangeuse d'anions utilisée pour l'adsorption des acides biliaires dans le tractus gastro-intestinal) adsorbant l'OTA.

II.6.2. Procédés chimiques

De nombreuses études ont évalué la capacité des substances chimiques à inactiver ou réduire certaines mycotoxines. Cependant, la plupart ont été axées sur les aflatoxines dans l'alimentation animale.

Plusieurs recherches ont porté sur les propriétés protectrices d'autres substances contre les effets des mycotoxines. Il est à noter qu'actuellement la réglementation européenne interdit de décontaminer les aflatoxines par des procédés chimiques ou de mélanger des produits contaminés avec d'autres produits qui ne le sont pas dans l'intention d'abaisser la teneur jusqu'à la limite maximale admissible.

a)- Traitement à l'ammoniaque

L'ammonisation (traitement des denrées contaminées par l'ammoniaque) est la méthode chimique qui a fait l'objet des recherches les plus poussées. Selon Park en 1993, le traitement à l'ammoniaque est une solution pratique et efficace pour la détoxification des aflatoxines dans les denrées alimentaires et l'alimentation du bétail.

Quoique la décontamination des aflatoxines par l'hydroxyde d'ammonium a montré une grande efficacité (plus de 99%) et a été utilisée avec succès aux USA, en France, au Sénégal, au Brésil, au Mexique et en Afrique du Sud, la FDA "*Food and Drug Administration*" n'autorise pas ce type de traitement comme solution de réduction des taux d'aflatoxines dans les aliments. L'inconvénient majeur de cette technique est le refus, par le bétail, des aliments traités de cette façon (Zinedine, 2004).

b)- Bisulfites

Les bisulfites ont été ajoutés aux aliments pour inhiber les activités de certaines enzymes mais aussi pour retarder la croissance des micro-organismes. Doyle et Marth (1978) ont constaté que les bisulfites réduisent les taux des aflatoxines B1 et G1 d'environ 50 % après environ 5

jours de traitement et que cette durée peut être réduite à une journée si la température atteint 55° C au cours du traitement.

c)- Les antioxydants

La recherche des propriétés protectrices des substances anti-oxydantes contre les effets néfastes des mycotoxines a été largement étudiée. Les vitamines (A, D et E) et le sélénium ont donné des résultats positifs en inhibant la complexation des mycotoxines à l'ADN. Des résultats similaires ont été obtenus avec les riboflavines et des caroténoïdes (Galvano *et al.*, 2001).

d)-Capteur de mycotoxines (MYCOTEC)

MICOTEC (utilisé dans la présente étude) apparaît comme un additif complet qui permet l'adsorption de plusieurs types de mycotoxines et la réduction de leur pouvoir toxique en assurant un aliment sûr pour le bétail. C'est un produit puissant et efficace dans la lutte contre les mycotoxines, à travers la combinaison d'adsorbants organiques (paroi cellulaire de levure), des adsorbants minéraux (bentonite et sépiolite) et des sels d'acides organiques.

d¹)- Bentonite :

Les bentonites sont l'élément de base dans la lutte contre les mycotoxines. Ce sont des argiles phyllosilicates avec une microstructure cristalline stratifiée de composition. Ils sont souvent appelés smectites parce que c'est l'argile minérale dominante. La smectite comprend principalement la montmorillonite. L'efficacité d'adsorption de la bentonite dépend de la teneur en montmorillonite et des cations interchangeables (Kolossova et Stroka, 2011). La montmorillonite est composée de couches d'aluminium octaédrique et de silicium tétraédrique coordonnées avec des atomes d'oxygène. La grande surface et la haute capacité d'échange de cations du groupe smectite les rendent capables d'adsorber des substances organiques par la pénétration à la fois de cations et de molécules polaires.

Les bentonites ont montré une grande efficacité sur l'adsorption des mycotoxines, en particulier les FA (KONG *et al.*, 2014, MAGNOS *et al.*, 2011, RAMOS et HERNANDEZ, 1996, THIEU *et al.*, 2008, VEKIRU *et al.*, 2007, VILA-DONAT *et al.*, 2017), et d'autres mycotoxines (ZEN, OTA et FB) dans de nombreuses études *in vitro* et *in vivo* (AVANTAGGIATO *et al.*, 2005; MIAZZO *et al.*, 2005; RAMOS *et al.*, 1996a, b WANG *et al.*, 2012).

La sécurité et l'efficacité de la bentonite en tant qu'additif alimentaire ont également été évaluées par l'EFSA. Il a été observé que les bentonites ne sont pas génotoxiques et ne sont pas absorbées après leur application en tant qu'additif pour l'alimentation animale (EFSA, 2011). Une montmorillonite bentonite a été évaluée en tant qu'agent adsorbant avec des propriétés anti-mycotoxines prouvées.

d²)- Sépiolite :

La sépiolite ((MgO) 2 (SiO₂)₃, 2H₂O) ou silicate de magnésium, est également un phyllosilicate qui réagit de la même manière que la bentonite et fonctionne aussi comme un séquestrant fiable de mycotoxines. Utilisée à 2 %, elle est capable d'adsorber près de 87 % de la teneur en AFB₁ (8 ppm) présente dans du tampon phosphate (pH 6.5) (MASIMANGO *et al.*, 1979), Là encore cette adsorption est réversible, près de 77 % de la toxine restant extractible par le chloroforme. Elle explique néanmoins les effets protecteurs de 0,5 % de sépiolite dans l'aliment vis-à-vis de la toxicité de l'AFB₁ (800 ppm) chez les ruminants (SCHELL *et al.*, 1993).

d³)- Paroi des cellules de levure (PCL) :

La paroi des cellules de levure (PCL) représente aussi un ingrédient de base dans la formule de MICOTEC avec son pouvoir adsorbant des mycotoxines élevé apportant ainsi une efficacité optimale au produit. En plus de protéines, de lipides et de polysaccharides, PCL est constitué principalement de glucanes et des mannanes étant les deux constituants principaux. PCL présente une grande variété de locus d'adsorption de mycotoxines accessibles ainsi que différents mécanismes de liaison (liaisons hydrogène, interactions ioniques ou hydrophobes) (RINGOT *et al.*, 2007). PCL a montré des capacités d'adsorption beaucoup plus importante sur un spectre plus large de mycotoxines telles que ZEN, OTA, FB et DON (FRUHAUF *et al.*, 2012, PFOHL LESZKOWICZ *et al.*, 2015, SHETTY et JESPERSEN, 2006).la fraction β-D glucane de PCL est directement liée au processus d'adsorption (FAUCET-MARQUIS *et al.*, 2014). De plus, les mannanes (de *Saccharomyces cerevisiae*) se sont révélés efficaces pour adsorber le DON à différentes valeurs de pH, le taux d'adsorption diminuant à mesure que la concentration de DON augmentait (CRAVET *et al.*, 2010). De plus, il a été démontré que les glucomannanes estérifiés sont efficaces pour contrer les effets toxiques de différentes mycotoxines simultanément exposées (ARAVIND *et al.*, 2003, AVANTAGGIATO *et al.*, 2005, LI *et al.*, 2012, MOHAGHEGH *et al.* 2017).

En plus de son rôle principal dans l'élimination des différents types de mycotoxines dans l'alimentation animal, Micotec agit aussi comme un puissant agent anti fongique dans la matière première grâce à une combinaison de sels de l'acide propionique qui permet la lutte d'une manière très efficace contre le champignon *aspergillus* qui provoque la formation des aflatoxines. Les sels d'acide propionique regroupent toutes les propriétés bien connues de l'acide propionique sans ses inconvénients (corrosivité et odeur nauséabonde). Cette préparation détruira rapidement toutes les levures et moisissures et permettra ainsi de maintenir les valeurs nutritionnelles de l'aliment à leur niveau le plus élevé. Les sels d'acide formique ont des

propriétés qui inhibent les fermentations indésirables et stabilise le PH et optimise l'effet antibactérien induisant ainsi une teneur de conservateur plus élevée dans le substrat et allonge sa durée d'efficacité.

e)- Autres produits chimiques

Plusieurs produits chimiques comprenant la méthylamine, l'hydroxyde de sodium, le peroxyde d'hydrogène et l'ozone ont été employés avec succès pour réduire sensiblement, inactiver ou détruire des aflatoxines dans les farines de graines souillées. Mais il semble que la plupart de ces traitements ont entraîné une certaine réduction de la qualité des protéines (GOLDBLATT, 1986).

II.6.3. Procédés biologiques

Contrairement aux procédés chimiques et physiques, les procédés biologiques restent encore les moins étudiés. Selon LOPEZ-GARCIA et PARK (1999), les méthodes biologiques ayant des propriétés de décontamination efficaces sont, en général, le résultat de composés spécifiques produits par des micro-organismes sélectionnés.

L'existence d'activité de dégradation des mycotoxines dans les grains de céréales stockés pendant l'hiver a été rapporté par plusieurs chercheurs. La toxine DON, les toxines T-2 et HT-2 peuvent être dégradées par les enzymes du blé et du maïs. Une réduction du taux de la toxine DON a été observée dans le blé stocké à une température de -18 °C (KARLOVSKY, 1999).

RUHLAND *et al.* (1996) ont rapporté que les cellules du blé, du maïs, de la tomate et d'autres plantes transforment complètement l'OTA. Cette transformation inclut une hydrolyse, une méthylation et une hydroxylation. KARLOVSKY (1999) a aussi rapporté la possibilité de dégradation des mycotoxines en particulier l'OTA, l'AFB1, la DON et la ZEN par la flore du tractus digestif des ruminants (porc, bovins).

Grâce aux informations recueillies dans le domaine de la biotechnologie sur les microorganismes et à l'accumulation des connaissances sur les capacités illimitées du catabolisme des populations microbiennes, plusieurs spécialistes se sont orientés récemment vers une approche microbiologique pour la détoxification des aliments contaminés par les mycotoxines. Cette approche consiste en une réduction ou une dégradation des mycotoxines par des microorganismes spécialisés (BATA et LASTZTITY, 1999). Les procédés biologiques ont plusieurs avantages:

- La destruction, réduction ou inactivation des toxines,
- L'inactivation des spores et du mycélium,
- La conservation de la valeur nutritionnelle de l'aliment,
- La conservation des propriétés physiques de l'aliment,

- Le faible coût du processus de décontamination.

Selon BHATNAGAR (1991), la détoxification biologique des mycotoxines consiste en une transformation ou une dégradation enzymatique des toxines en produits moins toxiques. Une fois que les microorganismes et les enzymes responsables de la détoxification sont découverts, les études doivent être focalisées sur le développement et l'optimisation des procédures sous diverses conditions (ZINEDINE, 2004).

II.6-Normes et aspects Réglementaire des Mycotoxines:

Quelques 60 pays ont publié des règlements concernant la contamination des produits alimentaires et des aliments pour animaux par des aflatoxines. Dans les pays industrialisés, les limites maximales admissibles (limite, maximale de résidus ; LMR) sont fixées comme suit : (HIGHLEY *et al.*, 1994).

Tableau 8 : Qualités maximales admissibles d'aflatoxine (HIGHLEY *et al.*, 1994)

Marchandise	Quantités maximales Aflatoxines admissibles (ug/Kg)
Alimentation humaine	5 à 30
Aliments pour bébés	5 à 20
Aliments pour bétail laitier, jeune bétail	5 à 20
Aliments pour porcins et volaille	10 à 30
Aliments pour bovins et caprins	20 à 300

Les Mycotoxines sont très résistantes et ne peuvent être réduites ni par la cuisson, ni par d'autres procédés quelconques, ce qui implique que les denrées alimentaires infestées doivent être détruites.

Les limites maximales sont fixées à 8µg/Kg pour l'aflatoxines B1 et 15µg/Kg pour les aflatoxines totales. En ce qui concerne les ochratoxines, les teneurs maximales sont fixées à 5µg/Kg pour les céréales brutes destinées à être triées avant l'utilisation pour l'alimentation humaine et une teneur de 3µg/Kg pour les céréales et leur produits dérivés.(AGRIOS,1994).



Partie
Expérimentale

III. Matériel et Méthodes :

Le but de ce travail est d'évaluer l'impact de l'utilisation d'un capteur de mycotoxines (**Micotec**) sur les performances zootechniques chez le poulet de chair

III.1-Matériel :

III.1.1-lieu d'étude :

Cette étude a été effectuée dans une exploitation avicole privée à la commune de Boutlélis, dans la wilaya d'Oran, pour une durée de 45 jours, depuis le premier jour de livraison (01 mars 2021) jusqu'à l'abattage (14 avril 2021).

III.1.2- Capteur des Mycotoxines :

Le Micotec (fiche technique en Annexe1) est un séquestrant de mycotoxine conçu pour toutes les espèces qui combine deux actions, séquestrant des toxines dans l'organisme de l'animal et comme puissant antifongique dans la matière première.

III.1.2.1 : Avant d'entrer dans l'organisme :

Une combinaison de sels d'acide propionique lutte d'une manière très efficace contre le champignon *Aspergillus* qui produit des aflatoxines.

III.1.2.2 : Dans l'organisme :

La combinaison des sels d'acide propionique + sépiolite + bentonite + les parois cellulaires de levures permet de diminuer le taux de mycotoxines dans un aliment. La technique d'adsorption de Micotec consiste à piéger les mycotoxines par attraction stérique et polaire pour diminuer leur biodisponibilité lors de la digestion dans le tractus intestinal et avant de passer dans le sang.

III.1.3-Animaux :

Trois milles (3000) poussins d'un jour de souche *Arbor acres*, provenant d'un même couvoir, sont pesés et répartis de façon homogène en 6 lots [1 témoin (T) et 1 lot expérimental (Exp) comprenant 5 répétitions ayant reçu le capteur des Mycotoxines Micotec)].

Tous les sujets (lots témoin et expérimentaux, sont nourris avec un aliment de base standard adapté pour chaque phase d'élevage

Le groupe expérimental a fait l'objet de l'incorporation d'un capteur de mycotoxines dans l'aliment.

Durant tout l'essai les poulets sont nourris et abreuvés et sont élevés dans le même bâtiment afin d'assurer des conditions d'élevages similaires.

Avant l'installation des poussins, le bâtiment a subi un nettoyage et une désinfection puis un vide sanitaire.

III.1.4-Aliment :

Les poulets des lots (témoin et expérimental) ont reçu les mêmes aliments de base sous forme de granules, avec trois types d'aliments standards successifs, correspondant à chaque phase d'élevage, à savoir :

- Aliment « Démarrage » distribué entre j1 et j20
- Aliment « Croissance » distribué entre j21 et j35
- Aliment « Finition » distribué entre j36 et j45

Durant toute la période d'élevage l'aliment et l'eau ont été fournis

Tableau 9 : formule alimentaire du poulet de chair (avec Micotec poudre 0.1 kg)

Matière Première	Démarrage	Croissance	Finition
Mais	63,30	63,45	68,45
Tourteaux de Soja	29	25	20
Huile	1	4	4
Carbonate de calcium	1,95	3,25	3,6
Phosphate bicalcique	2	1.8	1.5
CMV	1	1	1
Lysine	0,4	0,45	0,45
Thréonine	0,6	0,15	0,2
Méthionine	0,2	0,3	0,2
Hostazym X	0,35	0,1	0,1
Sel	0,1	0,4	0,4
Micotec	0,1	0,1	0,1
Total	100	100	100

Tableau 10 : formule alimentaire du poulet de chair (sans Micotec)

Matière Première	Démarrage	Croissance	Finition
Mais	63,30	63,45	68,45
Tourteaux de Soja	29	25	20
Huile	1	4	4
Carbonate de calcium	2,05	3,35	3,7
Phosphate bicalcique	2	1.8	1.5
CMV	1	1	1
Lysine	0,4	0,45	0,45
Thréonine	0,6	0,15	0,2
Méthionine	0,2	0,3	0,2
Hostazym X	0,35	0,1	0,1
Sel	0,1	0,4	0,4
Micotec	0,0	0,0	0,0
Total	100	100	100

III.1.5- bâtiment et ses équipements :

A. Bâtiment:

Le bâtiment a été réalisé avec les normes fixés par les experts de construction des bâtiments d'élevage, ce pour un seul objectif c'est le bien être des animaux c'est-à-dire :

- L'isolation thermique;
- La maîtrise de l'ambiance;
- La maîtrise sanitaire.

Ce bâtiment occupe une surface de 875 m² qui correspondent 12.5 m de larg. Et 70 m de

long. Il est doté par 4 sondes de Température(T°) et une Hygrométrie (H°), aussi il s'alimente par un silo d'une capacité de 80 tonnes et réservoir d'eau de 800 L.

Le bâtiment a tout d'abord été nettoyé puis désinfecté (sol, paroi et plafonds), ainsi que tous le matériel utilisé au cours de l'élevage (mangeoires, abreuvoirs), à l'aide du TH5® et vircko S qui est un désinfectant de surface qui a une action bactéricide, fongicide et virucide à raison de ;

Pulvérisation : prévoir environ 0,3 litre de solution par m².

Trempeage : prévoir 1 litre de TH5 dans 100 litres d'eau.

Un vide sanitaire d'une durée de 1 mois a été pratiqué dans le but de prolonger l'action du désinfectant et d'assécher les sols et les parois ainsi que pour des raisons climatiques.

Tableau 11 : mise en évidence les différents besoins et équipements de bâtiment et ses caractéristiques

Besoins du bâtiment	Equipements et caractéristiques
Chauffage	<ul style="list-style-type: none"> • 16éleveuses /bâtiment. • Ecart éleveuse - éleveuse =4m. • Alimentées par le gaz propane
Abreuvement	<ul style="list-style-type: none"> • 4chaines /bâtiment. • 109 pipettes / chaine (chaine=63.22m). • Pipette: Ø = 0.10m.
Alimentation	<ul style="list-style-type: none"> • 3chaines /bâtiment. • 66assiettes/chaine (chaine=63.22m). • Assiette: Ø = 0.44m.
Eclairage	<ul style="list-style-type: none"> • 24lompes/bâtiment. • Qualité: fluorescence. • Intensité = 60lux.
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> • 0fenêtres • 3 Grands extracteurs = 1.9044m². • 4petitsextracteurs = 0.9025m².
Refroidissement	<ul style="list-style-type: none"> • Nébulisation pour 875 m²:

- Haute pression = 930 l/h.
- Pression = 80bars.

B. Equipements de la salle technique:

- Armoire : c'est la principale unité dans la salle abrite le coupeur général, commande de groupes de ventilation, carte ventilation (pour le refroidissement sur l'armoire), commande de brumisateuse, de l'alarme et de l'éclairage, et enfin la commande du groupe Ekostar.
- Ekostar : c'est un appareil primordial qui donne toutes les informations concernant l'ambiance de bâtiment, qui sert à vérifier si les conditions sont aux normes ou pas. il comprend : consigne de T° (interne, externe avec la courbe) ; consigne d'H° ; consigne de dépression ; ventilation (ouverture, doseur cyclique, besoin d'air, sécurité de froid, en plus courbe d'évolution de P.V,...etc) ; chauffage (le décalage de +18°C) ; programme lumineux ; rationnement d'eau et d'aliment ; brumisation (le décalage de + 27°C).
- Ampli : c'est pour amplifier la sonnette d'alarme quand il y a un défaut au niveau des appareils.
- Dépressiomètre : appareil pour estimer la pression au niveau du bâtiment.
- Alarme : appareil rechargeable conçu pour constater n'importe quel défaut éventuellement survenu.
- Armoire d'alimentation : a deux boutons ; un pour contrôler l'aliment versé du silo vers la bascule et l'autre pour contrôler l'aliment versé de cette dernière vers le bâtiment. cette armoire dotée de deux compteurs d'aliment ; un est journalier et l'autre est totalisateur.
- Progaz : appareil qui contrôle et estime le gaz consommé par le bâtiment, il pourrait alimenter à raison de 10kg / h de gaz propane avec une pression qui varie entre 20 à 1400mb.
- Brumisateuse : c'est l'appareil qui assure le refroidissement de l'ambiance du bâtiment lorsqu'il y a la chaleur excessive (le décalage a lieu lorsque la T° atteinte +27°C tandis que l'animal besoin moins de +25°C). Il pourrait alimenter le bâtiment par une quantité d'eau.

III.2- Méthodes :

III.2.1-Programme sanitaire d'élevage :

Le protocole sanitaire suivi au sein de l'exploitation est présenté dans le tableau 9. Il est à noter que toutes les vaccinations sont administrées per os dans l'eau de boisson.

Tableau 12 : Plan de prophylaxie appliqué

Age jour	Vaccination et traitement
J 1	Anti- stress pendant 05 jours
J 3	Vaccination contre la maladie de Newcastle et bronchite infectieuse (HB1)
J 7	Vitamines A, D3, E
J 9	Vaccination contre la maladie de Newcastle
J 14	Vaccination contre la maladie de Gumboro IBD
J 18	Traitement anticoccidien pendant 48h
J 19	Vaccination contre la maladie de Newcastle
J 25	Traitement antibiotique préventif (doxycycline de 300g/1000 L)+(colistine 250ml/1000L) pendant 3jour
J 30	Vaccination contre la maladie de Newcastle et bronchite infectieuse (HB1)
J 34	Rappel de traitement anticoccidien pendant 48h

III.2.2- Démarche expérimentale :

Durant la période expérimentale, des travaux concernant la conduite et le suivi d'élevage ont été réalisés par :

- Contrôle de consommation d'aliment;
- Contrôle des paramètres d'ambiance;
- Entretien de la litière;
- Etude des paramètres zootechniques.

III.2.2.1-Contrôle de consommation d'aliment :

La première semaine, nous avons distribué l'aliment dans des Assiettes démarrage. Puis, nous les avons remplacées par des mangeoires de type siphonide adulte.

Chaque jour, nous relevons le poids d'aliment avant de le distribuer aux animaux, le jour

d'après nous récupérons la quantité restée d'aliment pour la peser, ce qui nous permet de calculer la quantité journalière consommée par chaque lot.

III.2.2.2-Contrôle des paramètres d'ambiance :

A-Température :

Le bâtiment est doté de 4 sondes de température et une boîte de contrôle appelée Ekostar, elles permettent d'évaluer l'évolution de la température ambiante durant toute la période d'élevage.

B-Hygrométrie :

La même boîte de contrôle Ekostar est utilisée pour évaluer l'évolution l'hygrométrie durant toute la période d'élevage.

C-Ventilation :

Elle est assurée par 6 extracteurs d'une capacité de 34000 M³/h

D-Eclairage :

Il est assuré par 24 lampes de 60 W pendant toute la durée d'élevage (jour et nuit).

E-Entretien de la litière :

La litière a un rôle d'isolation et de confort pour l'animal.

III.2.2.3. Paramètres zootechniques mesurés :

Le poids vif, l'indice de consommation et le taux de mortalité sont déterminés à la fin de chaque phase.

a). Poids vif (P.V) :

En vue d'apprécier l'évolution du poids vif, un échantillon de 30 sujets de chaque lot (témoin et expérimental) a été pesé à j25 – j45 et j63. Le poids moyen individuel est obtenu en divisant le poids total des animaux de chaque lot sur l'effectif des poulets pesés.

b).Indice de consommation (I.C):

La quantité d'aliment consommé est calculée pour chaque lot à j20 –j35 et j45, par différence entre la quantité d'aliment distribuée au début et le refus mesuré à la fin.

c). Gain de poids:

Le gain de poids est estimé par différence entre le poids vif moyen final et initial de la période considérée.

d). Indice de consommation et de conversion

Les indices de conversion et de consommation sont calculés pour chaque lot à j 20, j 35 et j 45, comme suit :

$$\text{Indice de consommation} = \frac{\text{quantité Moyenne d'aliment consommée}}{\text{le gain de poids}}$$

e). Taux de mortalité

Le relevé quotidien de la mortalité est effectué au début de chaque journée, le taux de mortalité est calculé à j 20, j 35 et j 45 en appliquant la formule suivante :

$$\text{Taux de Mortalité (T.M)} = \frac{\text{nombre de sujet mort}}{\text{nombre initial}} \times 100$$



Résultats et Discussion

IV-Résultats et Discussions:

IV.1-Résultats :

Les résultats obtenus durant la période d'expérimentation sont présentés ci-après sous forme de tableaux et figures.

IV.1.1. Contrôle de consommation d'aliment

Les résultats du contrôle de consommation d'aliments par les poussins sont figurés dans le tableau suivant :

Tableau 12: Consommation moyenne d'aliment

	Lot1 témoin	Lot2 exp1	Lot3 Exp2	Lot4 Exp3	Lot5 Exp 4	Lot6 Exp 5
Nombre	425	417	422	421	418	423
Consommation kg	600	425	425	425	425	425
Consommation/sujet kg	1,348	1,019	1,007	1,010	1,017	1,005

Les résultats montrent que le lot témoin, est le groupe de poussin qui consomme le plus d'aliments. La différence avec les lots expérimentaux est hautement significative ($p < 0,01$)

IV.1.2. Contrôle des paramètres d'ambiance :

IV.1.2.1. Température :

L'évolution de la température ambiante dans les bâtiments durant toute la période d'élevage est résumée comme suit :

Tableau 13: Evolution de la température de chaque semaine

Période en semaines	1	2	3	4	5	6
T° d'ambiance	35,7	33,9	31,8	29,5	27,3	25,8

IV.1.2.2. Hygrométrie

L'évolution de la température ambiante dans les bâtiments durant toute la période d'élevage est résumée comme suit :

Tableau 14: Evolution de l'hygrométrie de chaque semaine

Période en semaines	1	2	3	4	5	6
H° estimée en %	59,5	70,3	61,4	55,3	58,8	45,1

Les résultats du taux d'hygrométrie de tous les lots, présentent des fluctuations notables. En effet, la différence entre les cinq lots expérimentaux est significative, et est hautement significative par rapport au lot témoin.

Tous les autres paramètres (Ventilation, éclairage) sont corrects et sont vérifiés quotidiennement.

IV.1.2.3. Entretien de la litière :

Pendant la période d'expérimentation un seul type de litière a été utilisé ; paille hachée. Une litière de bonne qualité ce qui permet aux oiseaux d'exprimer leur comportement naturel (picotage et grattage).

IV.1.3. Paramètres zootechniques mesurés

IV.1.3.1. Poids moyens et indices de consommation en fin de phase de démarrage

Les résultats sont résumés dans le tableau 12 et représentés sous forme d'histogrammes dans la figure 3 :

Tableau 15: poids moyen et indice de consommation en fin de phase de démarrage

	Lot1 témoin	Lot2 exp1	Lot3 Exp2	Lot4 Exp3	Lot5 Exp 4	Lot6 Exp 5
Poids moyen (g)	782	790	625	794	713	783
Indice de Consommation	1,7241	1,2901	1,6113	1,2714	1,4260	1,28

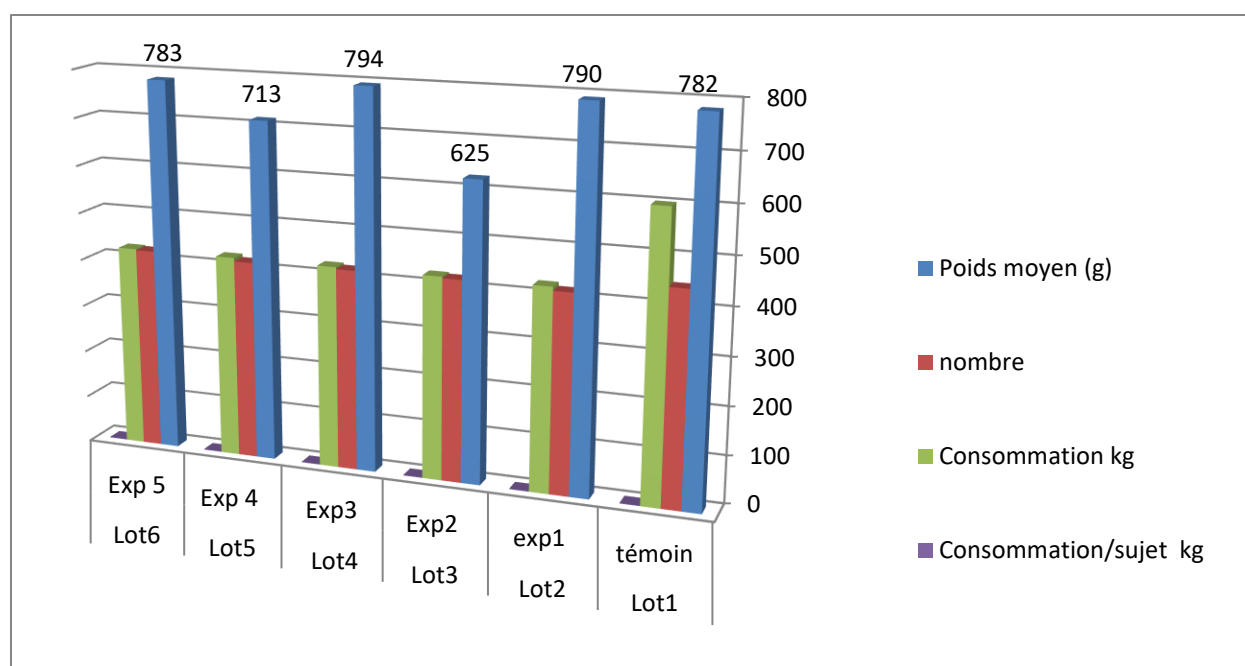


Figure 7 : poids moyen et indice de consommation à la fin de la phase de démarrage

Il est à constater que le poids moyen des sujets est supérieur à 700 g pour toutes les expériences sachant que la consommation d'aliment est trop élevée dans le 1^{er} lot (Témoin).

IV.1.3.2. Poids moyen et indice de consommation en fin de phase de croissance

Les résultats sont présentés dans le tableau 16 et représentés sous forme d'histogrammes dans la figure 8 :

Tableau 16 : Poids moyen et indice de consommation en fin de phase de croissance

	Lot 1 Témoin (T)	Lot2 Exp 1	Lot3 Exp 2	Lot4 Exp3	Lot5 Exp6	Lot6 Exp5
Poids moyen (g)	2150	2350	2115	2405	2342	2330
Nombre	398	412	418	418	413	420
Consommation (kg)	900	900	900	900	900	900
Consommation(g) / sujet	2083	2184	2153	2153	2179	2142
IC	0,96	0,92	1,01	0,89	0,93	0,91

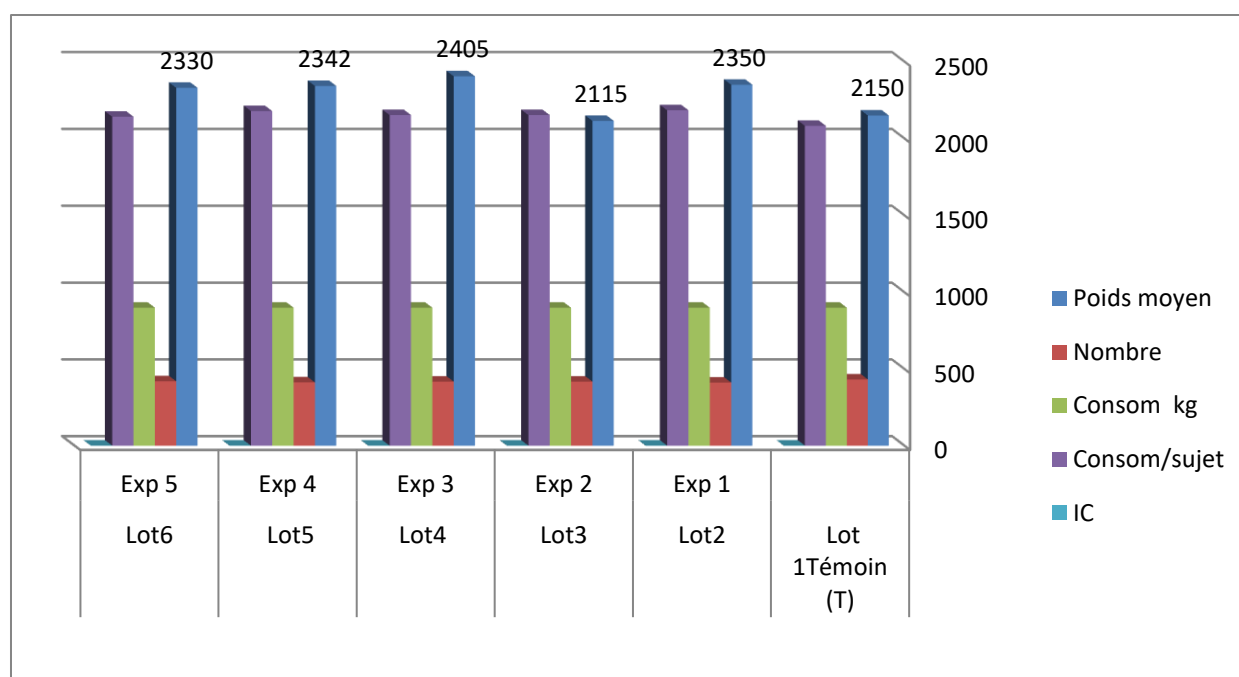


Figure 8: Poids moyen et indice de consommation en fin de phase de croissance

A la fin de la phase de croissance, les résultats montrent que le nombre de sujets, la consommation moyenne d'aliment et l'indice de consommation sont presque identiques pour tous les lots (y compris le témoin) ($p > 0,05$), contrairement au poids moyen des sujets dans les lots 1, 3, 4 et 5 par rapport au lot 1 (Témoin) et lot 2 où la différence est significative ($p < 0,05$).

IV.1.3.3. Poids moyens, indices de consommation, taux de mortalité en phase de finition

Les résultats trouvés sont présentés dans le tableau 17 et la figure 9 comme suit :

Tableau 17: récapitulatif des données relatives au poids moyens, indices de consommation et taux de mortalité à la fin de la phase de finition

Paramètres	Lot 1 témoin	Lot 2 Exp1	Lot 3 Exp2	Lot 4 Exp3	Lot 5 Exp 4	Lot 6 Exp 5	Moy±Ecart-type Exp*
Nombre	425	425	425	425	425	425	425
Poids final/sujet (g)	2800	3166	2900	2951	3158	3243	3083,6±140,65
Mortalité	35	17	14	12	15	6	12,8±3,96
Taux de Mortalité %	7,78%	4,00%	3,29%	2,82%	3,53 %	1,41 %	3,01±0,9%
Consommation kg	2300	2125	2125	2125	2125	2125	2125
Consommation /sujet	5,11	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5
Indice de Consommation	1,83	1,58	1,72	1,69	1,58	1,54	1,62±0,078

Moy±Ecart-type Exp* : Moyenne ±écart-type des cinq lots expérimentaux

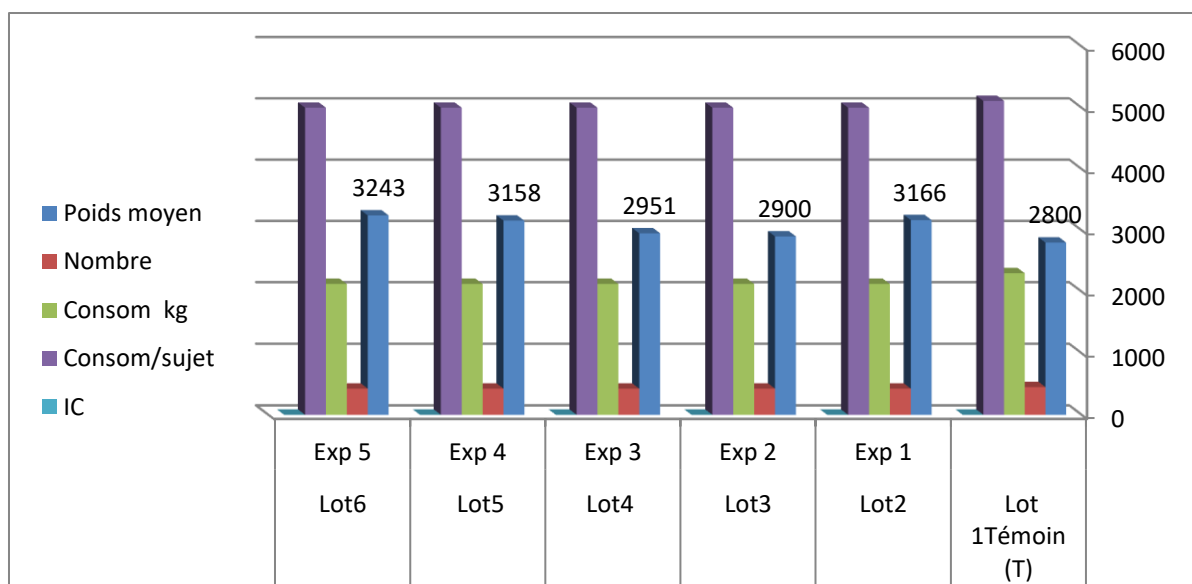


Figure 9 : poids moyens à la fin de la phase de finition (finale)

Le meilleur poids moyen des sujets est celui du lot N°6 qui est de 3242 g suivi des lots N°2 et 5 qui ont dépassé les 3000 g par sujet contrairement au lot N 1 (Témoin) qui est le plus faible avec un poids moyen de 2800 g par sujet ($p < 0,05$).

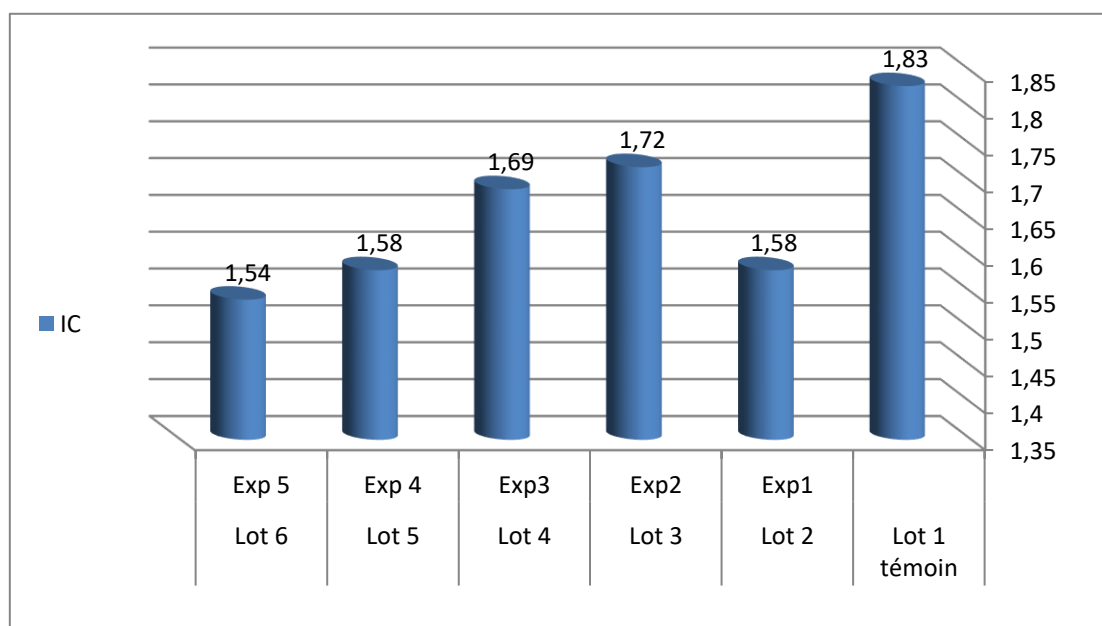


Figure 10 : Indice de Consommation (phase finale)

Le meilleur indice de consommation est celui du lot N°6 et qui est égale à 1,54 %, viennent par la suite les lots N°2 et 5 avec des taux de 1,58. Le lot N 1 (Témoin) a enregistré le plus grand indice de consommation avec 1,84 %, ce qui se répercute négativement sur la rentabilité de l'élevage.

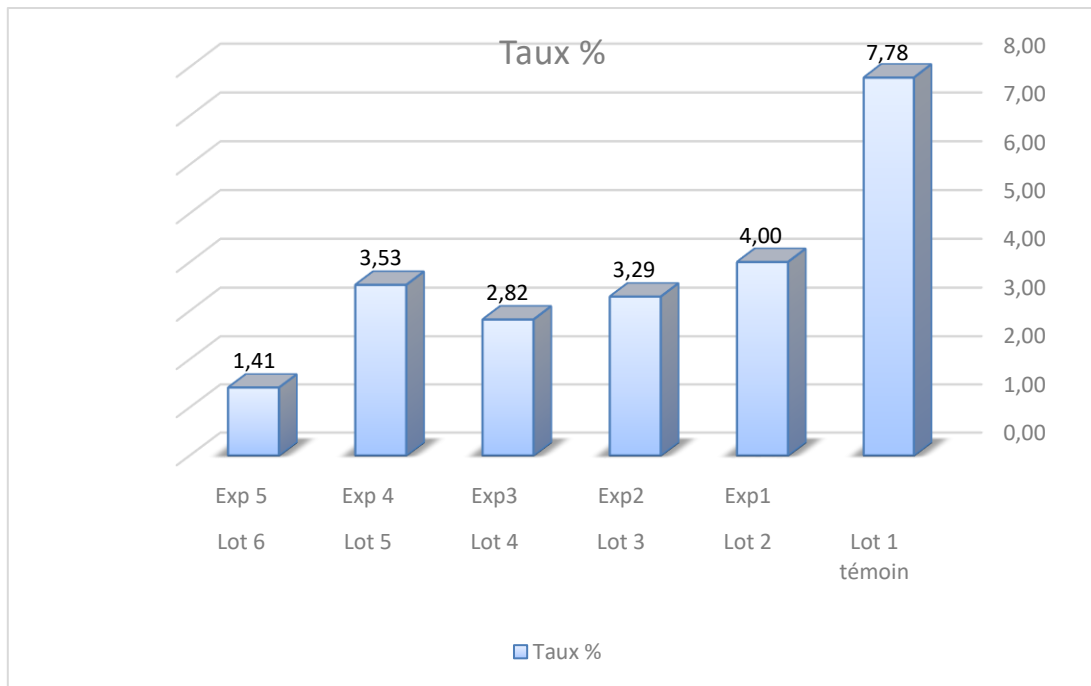


Figure 11 : Taux de mortalité %

Le faible taux de mortalité est enregistré dans le lot N° 6 avec 1,41 %, viennent par la suite les lots N° 3 et 4 avec 2,82 % et 3,29 % respectivement. Le plus grand taux de mortalité est enregistré dans le lot témoin avec 7,78 %.

IV.2-Discussion:

Les résultats illustrés dans les tableaux, 15, 16 et 17 montrent à l'évidence que l'utilisateur du capteur (Micotec) a contribué à la neutralisation des mycotoxines présentes dans les aliments et donc par voie de conséquence, l'inhibition de leur effet néfaste sur les différents organes des sujets et qui leur a permis de mieux exprimer leur potentiel et ce quel que soit la phase du cycle d'élevage, ce qui s'est matérialisé par un meilleur rendement et un meilleur indice de consommation.

Le tableau 17 montre l'effet de Micotec sur la santé des sujets, en effet partant du fait que les mycotoxines ont également un effet négatif sur l'immunité, le fait de les neutraliser a permis aux animaux d'avoir un meilleur état sanitaire qui en plus de s'être répercuté sur les performances zootechniques a également impacté le taux de mortalité.

Les résultats du présent essai montrent bien que les mycotoxines demeurent un problème pour l'élevage du poulet de chair, se répercutant sur sa productivité en impactant négativement les rendements et les indices ce qui conduit à un manque à gagner évident pour les producteurs. Des moyens existent pour répondre à cet écueil, il s'agit d'utiliser les moyens

qui permettent de neutraliser ces mycotoxines et par voie de conséquence empêcher leur effet, les résultats de cet essai montrent à l'évidence les effets bénéfiques de leur utilisation.



Conclusion générale et perspectives

Conclusion générale et perspectives

Les résultats du présent essai montrent bien que les mycotoxines demeurent un problème pour l'élevage du poulet de chair, se répercutant sur sa productivité en impactant négativement les rendements et les indices ce qui conduit à un manque à gagner évident pour les producteurs. Des moyens existent pour répondre à cet écueil, il s'agit d'utiliser les moyens qui permettent de neutraliser ces mycotoxines et par voie de conséquence empêcher leur effet, les résultats de cet essai montrent à l'évidence les effets bénéfiques de l'utilisation du Micotec.

En termes de performances zootechniques des poulets de chair, le poids final des animaux ayant consommé le Micotec à 0,1% (1 kg de Micotec dans 1 tonne d'aliment de poulet de chair) manifestent le poids final le plus élevé (de 3166 g à 3243 g) comparativement avec le groupe témoin dont le poids est de 2800 g dont l'amélioration de la performance de la croissance peut être attribuée à l'effet du Micotec sur le ralentissement du transit intestinal et conduisant ainsi à un temps de rétention accrue du digestat dans la lumière des intestins et donc une meilleure utilisation des nutriments induisant vraisemblablement un bon développement musculaire des poulets, Le Micotec diminue significativement la mortalité qui varie entre 1,41% et 4% par contre pour le groupe témoin est trop élevé « 7,78 % ».

Parmi les effets de l'addition de Micotec ceux qui consistent à absorber de l'humidité contenue dans l'aliment, ce qui avait pour avantage d'en prolonger la durée de conservation, et dont le risque d'une contamination, par la présence des champignons mycotoxiques, sera réduit.

En Algérie, beaucoup d'éléments restent à découvrir dans cet axe. La présence des mycotoxines dans l'alimentation animale mérite la réalisation de sérieuses études. Ceci est d'autant plus important que les mycotoxines présentant une grande importance sanitaire et économique chez les volailles et le risque de passage à l'homme. Avant toute extrapolation de nos résultats, il convient de noter que ceux-ci ne représentent pas une large gamme de situations. Il serait intéressant, en perspective, d'effectuer les travaux suivants:

- étendre l'étude sur un grand nombre d'échantillons.
- étudier d'une manière approfondie l'écologie des champignons toxigènes et l'influence des conditions de stockage (température, humidité) sur la toxigenèse.
- appliquer les techniques moléculaires afin d'identifier d'une manière plus précise les isolats toxigènes.

A titre préventif, il faut prendre en compte certains conseils pour réduire les risques liés à la présence de ces mycotoxines dans l'alimentation de volaille :

- ❑ réduire le niveau de contamination en appliquant des règles de bonnes pratiques de culture et en respectant des règles sanitaires simples au moment de la récolte, du stockage et de la transformation des aliments.
- ❑ veiller sur les contrôles microbiologiques et toxicologiques de l'alimentation animale susceptible d'être contaminés par les mycotoxines. A cet effet, des laboratoires spécialisés en la matière doivent être mis en place sur tout le territoire du pays.

Références bibliographiques

A

- ABBAS *et al.* 1997. Fumonisin- Plantinteractions, Bulletins of the Institute for Comprehensive Agricultural Sciences, Kinki University
- AGRIOS G.N., 1994. Plant pathology. 4èmedition. Academic Press. New York: 60- 75
- AGRIOS G.N., 1994. Plant pathology. 4èmedition. Academic Press. New York: 60- 75.
- ALLAOUI A., 2006. « Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière avicole en Algérie. Service des Sciences Avicoles », Département Vétérinaire, Université Hadj Lakhdar de Batna, Algérie, p. 1.
- ARAVIND, K.L., Patil, V.S., Devedowda, G., Umakantha, B., Ganpule, S.P., 2003.Efficacy of esterified glucomannan to counteract mycotoxicosis in naturally contaminated feed on performance and serum biochemical and hematological parameters in broilers.Poult. Sci..82,571-5786.
- AVANTAGGIATO G , SOLFRIZZO M, A Visconti.,2005. Food additives and Contaminants 22 (4), 379-388.
- AYALEW. 2006, Natural occurrence of mycotoxins in staple cereals from Ethiopia, Mycopathologia, 162 1:57-63.

B

- BATA, A. and R. LASTZTITY, 1999. Detoxification of mycotoxin contaminated food and feed by microorganisms. Trends in Food Sci. Tech., 10: 223–8
- BEHNAS D, BENAYACHE A.2015. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en microbiologie. Edition Berti: 17
- BELAID B, 1993. Notion de zootechnie générale. Office des publications universitaires. Alger.
- BERTHILLER F, CREWS C, DALL'ASTA C, SAEGER SD, HAESAERT G, KARLOVSKY P, OSWALD IP, SEEFELDER W, SPEIJERS G, STROKA J. Masked mycotoxins: a review. *Mol Nutr Food Res.* 2013;57(1):165–186
- BESSE J, 1969. L'alimentation du bétail, Ed J.-B.BAILLIERE et FILS. Paris. France P36
- BEYER, S. (2014). Utilisation du sorgho grain dans l'alimentation des volailles : stratégies de

formulation, condition de fabrication et valeur nutritionnelle pour poulets de chair poules pondeuses et dindons.

- BOTTALICO, A. 1998 .Fusarium diseases of cereals: species complex and related mycotoxin profiles in Europe. J Plant Pathol, 80 2:85-103.

C

- CAST. Mycotoxins: Risks in Plant, Animal and Human Systems. Report No. 139 Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa, USA (2003)
- CAVRET, S., LAURENT, N., VIDEMANN, B., MAZALLON, M., LECOEUR, S. 2010. Assessment of deoxynivalenol (DON) adsorbents and characterisation of their efficacy using complementary in vitro tests. Food Addit. Contam. 27, 43-53.
- CONAN L., METAYER J.P., LESSIRE M., WIDIEZ J.L, 1992. Teneur en énergie métabolisable des céréales françaises pour les volailles. Synthèse d'enquêtes annuelles. INRA prod. Anim, 5(5), 329-338.
- CREPPY, EE. 2002. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. ToxicolLett, 127:19-28.

D

- DEDIER. F, 1996. Guide de l'aviculture tropicale. Cedex. Sanofi. 117 p
- DROGOUL, C., & GADOUD, R. (2004). Nutrition et alimentation des animaux d'élevage (Vol. 2). Educagri Editions.

E

- EFSA, 2011. European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the risks for animal and public health related to the presence of Alternaria toxins in feed and food. EFSA J. 9, 2407. Eskola M. Study on trichothecenes, Zearalenone and Ochratoxin A in finish Cereals: Occurrence and Analytical Techniques. Academic dissertation. Helsinki. 2002.

F

- FAO, 2001. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Manual on the application of the HACCP system in mycotoxin prevention and control. FAO Food and Nutrition Paper 73. FAO, Rome, Italy. Available at: <http://www.fao.org/3/a-y1390e.pdf>

- FAO, 2005. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed. Available at: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/007/y5499e/y5499e00.pdf> (Accessed on March 2021).
- FEDIDA ,1996. Bases économiques et techniques de l'industrie d'accoupage "Chair" et "ponte" en Algérie. ITPE, Alger. p 96.
- FENARDJI F, 1990 : Organisation, performances et avenir de la production avicole
- FERRAH A, 1993. Bases économiques et Techniques de l'industrie d'accoupage « chair » et « ponte », en Algérie. ITPE.
- FERRAH A., (2004) - Les filières avicoles en Algérie – Bulletin d'information - FAAL, 2004

G

- GALVANO F., PIVA A., RITIENI A., GALVANO G., 2001. Dietary strategies to counteract the effect of mycotoxins: A review J. Food Prot., 64, pp. 120-131
- GHERRAS S, El HIMER N. 2017. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Toxicologie industrielle et environnemental : 7-20.
- GOLDBLATT L. A. Aflatoxin and its control. Economic Botany. 1986; 22 (1): pp 51-62.
- GUERIN, H., MAIGNAN, G., & RASAMBAINARIVO, J. H. (1989). L'alimentation du bétail à Madagascar, les ressources en matières premières, leur utilisation par l'élevage, action à mener pour le développement durable des productions animales.

H

- HENDEY K.H. & COLE C.E. 1993. Areviws of mycotoxins in indoor air. J.Toxical. Environ. Health. 38 (2): 183-198.
- HIGHLY, E., ENRIGHT E.J., BANKS H.J. et CHAMP B.R., .1994. Stored product protection. Proceeding of the international working conference on Stored Product Protection. Volume 2. CAB International. Canberra: 969-1083.
- HUWIG A, FREIMUND S., KÄPPELI O., DUTLER H., 2001. Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. Toxicol. Lett., 122 (2001), pp. 179-188

I

- IARC, 1993. International Agency for Research on Cancer. Monographs on the Evaluation of

Carcinogenic Risks to Humans, Some Naturally Occurring Substances, Food Items and Constituents, Heterocyclic Aromatic Amines and Mycotoxins, vol. 56. Lyon, International Agency for Research on Cancer.

- IARC. 1993. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 56
- ITAVI, 2001. Elevage des volailles. Paris. Décembre 2001.

Κ

- KARLOVSKY P., 1999., Impact of food processing and detoxification treatments on mycotoxin contamination. Natural toxins 7 (1), 1-23

Λ

- LAOUER H., 1987. Analyses des pertes de poulet de chair au centre avicole. p85
- LAOUER. H, 1981. Analyse des pertes du poulet de chair au centre avicole de Tazoult Mémoire ingénieur. p54
- LARBIER et LECLERCQ B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. Ed. Paris : INRA.355p
- LARBIER, M. ; LECLERCQ, B., 1991. Nutrition et alimentation des volailles. Paris : INRA 355 p.
- LARBIER, M., & Leclercq, B. 1992. Nutrition et alimentation des volailles. Editions Quae.
- LE MENEZ, M., 1988. Les bâtiments d'élevage de volailles. In: Rosset, R. (Ed.), L'aviculture française. Informations techniques des Services Vétérinaires du Ministère de l'Agriculture, Paris, France, pp. 81-119
- LEMENEZ M, 1987. La maîtrise de l'ambiance dans des bâtiments d'élevage avicoles. bull. inf. avic. Ploufragan.27, (1), pp.5-30
- LI, Z., Yang, Z.B., YANG, W.R., WANG, S.J., JIANG, S.Z., WU, Y.B. 2012. Effects of feed borne Fusarium mycotoxins with or without yeast cell wall adsorbent on organ weight, serum biochemistry, and immunological parameters of broiler chickens. Poult. Sci. 91, 2487- 2495.
- LIU, Y.L., MENG, G.Q., WANG, H.R., ZHU, H.L., HOU, Y.Q., WANG, W.J., DING, B.Y. 2011. Effect of three mycotoxin adsorbents on growth performance, nutrient retention and meat quality in broilers fed on mould-contaminated feed. British Poult. Sci. 52, 255-263.
- LOPEZ-GARCIA, R., PARK, D.L. and PHILLIPS, T.D., 1999, Integrated mycotoxin

management systems, Food, Nutrition and Agriculture FAO 23:38

M

- MADR - Mezouane M., 2010 : le 1er Symposium des Sciences Avicoles, 9-11 Nov. Batna. 96p
- MADR, 2011. Statistiques agricoles- Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural
- MADR, 2012 : Statistiques agricoles- Ministère de l'agriculture et De la réforme agraire-Alger
- MAHEUX L. 1998. Session on microbial contamination occupational and environmental health services agency, (edn) Health Canada. Canada.
- MASIMANGON. RAMAUTJ.L. et REMACLEJ. 1977. Production de l'aflatoxine B1 invitro en fonction des diverses conditions de culture. Ann. Nutr. Alim., 31. Pp583-605.
- MEDINA, A., RODRÍGUEZ, A., SULTAN, Y., MAGAN, N. 2015. Climate change factors and *Aspergillus flavus*: effects on gene expression, growth and aflatoxin production. World Mycotoxin J. 8, 171-179.
- MERCK 2003. Le manuel vétérinaire Merck 2eme édition française Edition : Susan E Aiello B.S, D.V. MELS 1983-2013.
- MIAZZO R, PERALTA MF, MAGNOLI C, SALVANO M, FERRERO S, CHIACCHIERA SM, et al. Efficacy of sodium bentonite as a detoxifier of broiler feed contaminated with aflatoxin and Fumonisin Poultry Science 2005;84:1-8.

N

- NELSON *et al.*, 1992. Fumonisin B1 production by *Fusarium* species other than *F. moniliforme* in Section *Liseola* and by some related species, Appl. Environ. Microbiol, 5:986-989.

O

- O.R.AVI.E. (Office Régional d'Aviculture de l'Est), (2004) : Contrôle sanitaire en aviculture du 11 août 2004.
- OFAL 2001 : observatoire des filières avicoles. Rapport Ed. Alger ITPE
- OFIVAL, 2011 : Le marché des produits carnés et avicoles. Note d'analyse. OFIVAL.
- OMS. 1980. Mycotoxines. Critères d'hygiène de l'environnement 11. Publications. De l'OMS. Genève : 142.

P

- PFOHL-LESZKOWICZA. Mycotoxines : facteur de risque de cancers. *Revue Journal africain du cancer. J. Afr. Cancer.* 2009 ; 1 (1): pp 42-55
- PFOHL-LESZKOWICZ A. & CASTEGNARO M. L'Ochratoxine A dans: Mycotoxines: Evaluation et gestion du risqué, chapitre 9, édition Lavoisier, Tec & Doc, Paris. 1999: pp 249-278.
- PHARMAVET, 2000. Normes techniques et zootechniques en aviculture : poulet de chair. Septembre 2000. p47
- POHLAND *et al.*, 1992. Ochratoxin A, a review, *Pure, Appl. Chem.*, 64:1029-1046.
- POHLAND, A.E., NESHEIM, S., FRIEDMAN, L. 1992. Ochratoxin A, a review, *Pure, Appl. Chem.*, 64:1029-1046.

Q

- QUILLIEN, J-F. 2002. Les mycotoxines. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) - Centre de Réseaux pour l'Innovation en Agriculture et Agroalimentaire (CRIAA), Paris, France: 1-24.

R

- RAMOS A.J, FINK-GREMMELS J., HERNANDEZ E. 1996, Prevention of toxic effects of mycotoxins by means of non-nutritive adsorbent compounds. *Chemistry, Medicine; Journal of food protection.* ; 59:631-641.
- REBOUX, G. 2006. Mycotoxins: health effects and relationship to other organic compounds. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, 46,208–212
- RINGOT D., LERZY B., CHAPLAIN K., BONHOURE J., AUCLAIR E., LARONDELLE Y. (2007): In vitro biosorption of Ochratoxin A on the yeast industry by-products: Comparison of isotherm models. *Bioresource Technology*, 98: 1812–1821.
- RUSTOM, I.Y.S. (1997) Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. *Food Chemistry*, 59, 57–67. D., Azuara, E. & Vazquez-Landaverde, P.A. (2014) Effect of added calcium hydroxide during corn nixtamalization on acrylamide content in tortilla chips. *LWT - Food Science and Technology*, 56, 87–92.

S

- SANOFI (1999). Les maladies contagieuses des volailles, France, 12 p.

- SANOFI 1999. Les maladies contagieuses des volailles, France, 12 p
- SCHELL T.C., LINDEMANN M.D., KORNEGAY E.T., BLODGED.J. DOERR J.A. (1993a): Effectiveness of different types of clay for reducing the detrimental effects of aflatoxin contaminated diets on performance and serum profiles of weanling pigs. *J.Anim.Sci.* 71, 1226–1231.
- SURDEAU. PH et HENAFF. R, 1979. La production du poulet. Paris. J-B Bailliere. p155

V

- VALERO A., SANCHIS V., RAMOS A.J., MARÍN S. (2008): Brief in vitro study on *Botrytis cinerea* and *Aspergillus carbonarius* regarding growth and Ochratoxin A. *Letters in Applied Microbiology*, 47: 327–332.
- VRABCEVA. 2004. Analysis of ochratoxinA in foods. Consumed by inhabitants from an area with Balkan endemic nephropathy: a 1 month follow-up study, *J Agric Food Chem.*, 52 (8):2404-2410.

W

- WANG Let Z. H. REN. 2012. Effects of Zearalenone on IL-2, IL-6, and IFN- γ mRNA Levels in the Splenic Lymphocytes of Chickens. *The Scientific World Journal Volume 2012(20 12)*, Article ID 567327, 5 pages.

Y

- YIANNIKOURIS A., & JOUANY J.P. Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. *INRA Prod. Anim.* 2002; 15(1): pp 3-16

Z

- ZINEDINE A., SORIANO J.M., JUAN C., MOJEMMI B., MOLTÓ J.C., BOUCLOUZE A., CHERRAH Y., IDRISSE L., AOUAD R., MAÑES J. 2007: Incidence of Ochratoxin A in rice and dried fruits from Rabat and Sale area, Morocco. *Food Additives & Contaminants*, 24: 285–291.

Résumé

Le but de cette présente étude est d'évaluer l'impact de l'utilisation d'un capteur de mycotoxines (**Micotec**) sur les performances zootechniques du poulet de chair.

A cet effet, trois milles (3000) poussins d'un jour de souche *Arbor acres*, provenant d'un même couvoir, sont pesés et répartis de façon homogène en 6 lots [1 témoin (T) et 1 lot expérimental (Exp) comprenant 5 répétitions ayant reçu le capteur des mycotoxines Micotec)] avec une dose de 0,1 kg. Tous les sujets (lots témoin et expérimentaux) sont nourris avec un aliment de base standard adapté pour chaque phase d'élevage.

Les résultats trouvés ont montré des différences significatives entre les lots expérimentaux et celui témoin.

En effet, les meilleurs résultats des performances zootechniques des lots étudiés ont été enregistrés dans les lots expérimentaux avec quelques différences, par rapport au lot témoin n'ayant pas subi une supplémentation en Micotec.

Effectivement, le poids moyen, en phase finale, a été enregistré pour les lots expérimentaux soit $3083,6 \pm 140,65$ g/sujet par rapport au lot Témoin (N°1) qui reste plus faible avec 2800 g par sujet ($p < 0,05$).

Egalement, l'indice de consommation qui est égale à $1,62 \pm 0,078$ est meilleur par rapport à celui noté chez les poussins du lot témoin (1,84 %), ce qui se répercute positivement sur la rentabilité de l'élevage.

En outre, un faible taux de mortalité a également été enregistré dans les lots expérimentaux soit $3,01 \pm 0,078$ % contre 7,78 % pour le lot témoin.

D'après ces résultats, le Micotec apparaît comme un additif prometteur dans l'amélioration des performances zootechniques du poulet de chair par l'adsorption de plusieurs types de mycotoxines et la réduction de leur pouvoir toxique en assurant un aliment sûr pour les animaux d'élevage ce qui minimisent les pertes économiques causées par ces contaminants.

Mots clés : Capteur, mycotoxines, Micotec, performances zootechniques, poulet de chair.

Abstract

The aim of this study is to assess the impact of the use of a mycotoxin scavenger (Micotec) on zootechnical performance in broilers.

For this purpose, three thousand (3000) day-old chicks of Arbor acres strain, coming from the same hatchery, are weighed and distributed homogeneously into 6 lots [1 control (T) and 1 experimental lot (Exp) comprising 5 repetitions having received the mycotoxin sensor Micotec)] with a dose of 0.1 kg. All the subjects (control and experimental batches) are fed with a standard staple food suitable for each phase of rearing.

The results found showed significant differences between the experimental batches and the control one. Indeed, the best zootechnical performance results of the studied batches were recorded in the experimental batches with some differences, compared to the control batch not having undergone Micotec supplementation. Indeed, the average weight, in the final phase, was recorded for the experimental batches, i.e. 3083.6 ± 140.65 g / subject compared to the Control batch (No. 1) which remains lower with 2800 g per subject ($p < 0.05$).

Also, the consumption index which is equal to 1.62 ± 0.078 is better compared to that noted in the chicks of the control group (1.84%), which has a positive impact on the profitability of the breeding. In addition, a low mortality rate was also recorded in the experimental batches, ie $3.01 \pm 0.078\%$ against 7.78% for the control batch.

According to these results, Micotec appears to be a promising additive in improving the zootechnical performance of broilers by the adsorption of several types of mycotoxins and the reduction of their toxic power by ensuring a safe feed for animals. breeding which minimizes the economic losses caused by these contaminants.

Key words: Sensor, mycotoxins, Micotec, zootechnical performance, broiler chickens.