

République Algérienne Démocratique
et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
المدرسة الوطنية العليا للبيطرة



THESE

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat Es-Sciences
En Sciences Vétérinaires

Thème

**Contribution à l'évaluation des facteurs optimisant
l'efficacité vaccinale du cheptel aviaire de
la région centre de l'Algérie**

Présenté par : Mme DJELLOUT Baya

Le 13/04/2022

Devant le jury composé de :

Présidente :	AIT-LOUDHIA Khatima	Professeur	ENSV
Rapporteur :	BEN-MAHDI Meriem Hind	Professeur	ENSV-ESSAIA
Examineur 1 :	KORICHI OUAR Mounira	Professeur	Faculté de Médecine Université Alger I
Examineur 2 :	BOUDIS Hakim	Professeur	Université Alger I
Examineur 3 :	ZAOUANI Mohamed	MCA	ENSV
Examineur 4 :	BAROUDI Djamel	MCA	ENSV
Invitée :	BOUDOUMA Dalila	Professeur	ENSA

Année universitaire : 2021/2022

Résumé

En filière aviaire, la réussite de la conduite de l'élevage nécessite la maîtrise de plusieurs composantes relatives à l'hygiène, aux normes d'élevage et aux conditions d'ambiance.

Notre étude a porté sur 82 élevages aviaires privés dont 25 situés à Sétif, 30 à Médéa et 27 à Tizi-Ouzou par la réalisation d'une enquête auprès des vétérinaires et des éleveurs, sur les pratiques sanitaires et vaccinales en élevage de poulet de chair. Cette enquête a révélé que la conception des bâtiments est archaïque dans les régions suscitées. Les mesures de biosécurité sont pratiquées en réalisant un nettoyage et une désinfection réguliers mais cela reste insuffisant par manque d'analyses de l'eau de boisson ainsi que de l'aliment.

Les résultats observés mettent en évidence des insuffisances à différents niveaux, notamment dans la conduite des élevages ainsi que dans les plans de prophylaxie proposés. L'adoption des solutions optimales nécessite la participation de tous les partenaires (vétérinaires et éleveurs) pour un développement durable de la filière.

La résistance bactérienne aux antibiotiques et la recherche de nouvelles alternatives à ces derniers revêtent une grande importance en santé humaine et animale. L'objectif principal de notre première étude expérimentale a été d'évaluer les propriétés antibactériennes de l'huile essentielle d'*O.glandulosum* sur des souches d'*Escherichia coli* d'origine aviaire résistantes aux antibiotiques d'utilisation courante en aviculture. Le potentiel antimicrobien de l'HE extraite vis-à-vis des souches *E.coli* aviaires s'est révélé intéressant avec des diamètres des zones d'inhibition de l'ordre de 24mm et des CMI de l'ordre de 0,125%. Cette bioactivité de l'HE extraite est en relation d'une part avec le screening phytochimique qui a révélé la présence des polyphénols, des flavonoïdes, des tanins galliques et des saponosides dans l'extrait aqueux de l'origan ; et d'autre part avec les résultats de l'identification par CG/SM et CG/FID qui a révélé que le thymol (34,87%) et son précurseur gamma-terpinène (32,51%), le para-cymène (17,28%), l'alpha-Terpinène (3,14%) et le carvacrol (2,40%), constituent les principaux composants de l'HE extraite. L'activité antioxydante de l'HE évaluée par le test du piégeage du radical libre DPPH a révélé un résultat modeste comparé aux antioxydants de référence. Aux doses testées, les résultats de l'activité anti-inflammatoire de l'œdème plantaire à la Carragénine, suggèrent de tester d'autres doses thérapeutiques.

Les résultats obtenus lors de l'expérimentation *in vivo* ont indiqué que les 2 huiles essentielles testées n'ont pas eu d'effet sur les performances animales mesurées. Mais l'analyse biochimique a révélé une diminution de la glycémie (lot HEN) et une augmentation des taux d'acide urique et de créatinine, ainsi qu'une réduction du taux de cholestérol et de l'ASAT (lot HEC). Aucune différence significative n'a été constatée pour les taux de triglycérides et de l'ALAT dans les lots expérimentaux. La charge lactobacillaire a été similaire dans les 2 lots supplémentés. En revanche, une augmentation du nombre de CFU de colibacilles (lot HEC) et une absence des clostridies (lot HEN) ont été constatées.

L'effet immunostimulant des huiles essentielles testées a été évalué à travers les tests sérologiques ELISA contre les vaccins de la bronchite infectieuse (IBV), de la maladie de Newcastle (ND) et de la maladie de Gumboro (IBD). Les huiles essentielles n'ont pas amélioré la réponse immunitaire pour l'IBV. Néanmoins, elles ont augmenté significativement les taux des anticorps de la ND aux 20^{ème} et 42^{ème} jours ainsi que pour l'IBD au 30^{ème} jour. Il convient de tester d'autres modalités pour obtenir des résultats plus marqués aussi bien pour la croissance ainsi que pour l'immunité.

Mots Clés : Poulet de chair. Pratiques sanitaires et vaccinales. Huile essentielle *.Origanum glandulosum*, *Escherichia coli*, CPG/MS. Screening phytochimique. Activité antibactérienne, Activité antioxydante. Activité anti-inflammatoire. Maladie de Newcastle. Maladie de Gumboro. Bronchite infectieuse aviaire. Vaccination. Elisa.

Summary

In the avian sector, successful management of breeding requires mastery of several components relating to hygiene, breeding standards, environmental conditions.

Our study focused on 82 private poultry farms including 25 located in Setif, 30 in Medea and 27 in Tizi-Ouzou by carrying out a survey of veterinarians and breeders, on health and vaccine practices in broiler farming. . This investigation revealed that the design of the buildings is archaic in the induced regions. Biosecurity measures are practiced by carrying out regular cleaning and disinfection, but this remains insufficient due to the lack of drinking water and food. The results observed highlight inadequacies at various levels, particularly in the management of breeding operations as well as in the prophylaxis plans proposed. The implementation of optimal solutions needs the involvement of all partners (veterinarians and breeders) for a sustainable development of the sector.

Bacterial resistance to antibiotics and the search for new alternatives to them are of great importance in human and animal health. The main objective of our first experimental study was to evaluate the antibacterial properties of the essential oil of *O.glandulosum* on avian strains of *Escherichia coli* resistant to antibiotics commonly used in poultry farming. The antimicrobial potential of the extracted EO against avian *E. coli* strains has been shown to be interesting with diameters of the zones of inhibition of nearly 24mm and MICs of the order of 0.125%. This bioactivity of the extracted EO is related first to the phytochemical screening which revealed the presence of polyphenols, flavonoids, gallic tannins and saponosides; and on the other hand with the results of the identification by CPG / MS which reveals that thymol (34.87%) and its precursor gamma-terpinene (32.51%), para-cymene (17.28%) , Alpha-Terpinene (3.14%), carvacrol (2.40%), are the main components. The antioxidant activity of the extracted EO evaluated by the DPPH free radical scavenging test showed a modest result compared to the reference antioxidants. At the tested dose levels, the results of the anti-inflammatory activity of plantar edema with carrageenan, suggest testing other therapeutic doses.

The results obtained during the *in vivo* experiment indicated that the 2 essential oils tested had no effect on the animal performance measured. But biochemical analysis revealed a decrease in blood sugar (HEN batch) and an increase in uric acid and creatinine levels, as well as a reduction in cholesterol and AST (HEC batch). No significant difference was found for triglyceride and ALT levels in the experimental lots. The lactobacillary load was similar in the 2 supplemented batches. On the other hand, an increase in the number of colibacillus CFUs (HEC batch) and an absence of clostridia (HEN batch) were observed. The immunostimulatory effect of the essential oils tested was evaluated by ELISA serological tests against avian infectious bronchitis (IBV), Newcastle disease (ND) and Gumboro disease (IBD). The essential oils did not improve the immune response for IBV. Nevertheless they significantly increased the levels of antibodies for ND on days 20 and 42 as well as for IBD on day 30. Other modalities should be tested to obtain more marked results for both growth and immunity.

Keywords: Broiler chicken. Health and vaccination practices. Essential oil. *Origanum glandulosum*, *Escherichia coli*, CPG / MS. Phytochemical screening. Antibacterial activity, Antioxidant activity. Anti-inflammatory activity. Newcastle disease. Gumboro disease. Avian infectious bronchitis. Vaccination. Elisa.

ملخص

تتطلب الإدارة الناجحة في قطاع تربية الطيور، التحكم في العديد من الأساسيات المتعلقة بالنظافة ، ومعايير التربية ، والظروف البيئية . ركزت دراستنا على 82 مزرعة خاصة بالدواجن، 25 مزرعة في سطيف و 30 في المدية و 27 مزرعة في تيزي وزوو ذلك من خلال إجراء استبيان خاص للأطباء البيطريين ومربي الدواجن حول الممارسات الصحية واللقاحات في تربية دجاج اللحم.

كشف التحقيق أن تصميم المباني في المناطق المدروسة قديم. يتم تنفيذ تدابير الأمن البيولوجي عن طريق التنظيف والتطهير المنتظمين، ولكن هذا لا يزال غير كافٍ بسبب نقص التحليلات المتعلقة بمياه الشرب والغذاء.

النتائج التي لوحظت تسلط الضوء على أوجه القصور على مستويات مختلفة ، لا سيما في إدارة عمليات التربية وكذلك في خطط الوقاية المقترحة. يتطلب توفير الحلول المثالية مساهمة جميع الشركاء (الأطباء البيطريين والمربين) لتحقيق التنمية المستدامة للقطاع.

تعتبر المقاومة البكتيرية للمضادات الحيوية والبحث عن بدائل جديدة لها ذات أهمية كبيرة في صحة الإنسان والحيوان. الهدف الرئيسي من دراستنا التجريبية الأولى هو تقييم الخصائص المضادة للبكتيريا للزيت العطري *O.glandulosum* على سلالات إشريشية القولونية من أصل طيور المقاومة للمضادات الحيوية شائعة الاستخدام في تربية الدواجن.

لقد ثبت أن القدرة المضادة للميكروبات للزيت الخاص المستخرج ضد سلالات إشريشية القولونية للطيور مثيرة للاهتمام مع أقطار مناطق التثبيط بترتيب 24 مم و MIC بترتيب 0.125%. يرتبط هذا النشاط الحيوي للزيت الخاص المستخرج من جهة بالفحص الكيميائي النباتي الذي كشف عن وجود البوليفينولات والفلافونويد وحمض الغاليك والصابونين؛ ومن ناحية أخرى وبفضل نتائج التحديد بواسطة CPG / SM الذي كشف عن المكونات الرئيسية منها وجود الثيمول بنسبة (34.87%) وسابقه غاما-ترينين (32.51%) ، بارا سيمين (17.28%) ، الفا ترينين (3.14%)، كارفاكول (2.40%). أظهر النشاط المضاد للأكسدة للمستخلص HE الذي تم تقييمه بواسطة اختبار إزالة الجذور الحرة DPPH نتيجة متوازنة مقارنة بمضادات الأكسدة المرجعية. عند الجرعات المختبرة ، تقترح نتائج النشاط المضاد للالتهابات التورم الأخصي مع الكاراجينين اختبار جرعات علاجية أخرى.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أثناء التجربة على الجسم الحي أن الزيتان الأساسيان المختبران لم يكن لهما أي تأثير على الأداء الحيواني المقاس. لكن التحليل البيوكيميائي أظهر انخفاضاً في نسبة السكر في الدم (عينة HEN) وزيادة في مستويات الحمض البوليالكرياتينين ، بالإضافة إلى انخفاض في الكوليسترول و AST (عينة HEC). لم يتم العثور على اختلاف في مستويات الدهون الثلاثية و ALT في المجموعات التجريبية. شحنة العصيات اللبنية متشابهة في العينتين المكملتين. من ناحية أخرى ، لوحظت زيادة في عدد كولي باسيلوس CFU (عينة HEC) و غياب كلوستريديا (عينة HEN). تم تقييم تأثير التحفيز المناعي للزيوت الأساسية التي تم اختبارها من خلال اختبارات ELISA المصلية ضد لقاحات التهاب الشعب الهوائية المعدي (IBV) ، مرض نيوكاسل (ND) ومرض الجمبورو (IBD). لم تحسن الزيوت الأساسية الاستجابة المناعية لـ IBV. ومع ذلك ، فقد سجل ارتفاع كبير في مستويات الأجسام المضادة لـ ND في اليومين 20 و 42 وكذلك بالنسبة لـ IBD في اليوم 30. يستحسن إجراء اختبارات على شروط أخرى للحصول على نتائج أكثر وضوحاً لكل من النمو والمناعة.

كلمات البحث : دجاج التسمين. ممارسات الصحة والتطعيم. الزيت العطري *Origanum glandulosum*، *Escherichia coli*، CPG / MS. الفرز الكيميائي النباتي. نشاط مضاد للجراثيم ، نشاط مضاد للأكسدة. نشاط مضاد للالتهابات، مرض نيوكاسل. مرض جمبورو. التهاب القصبات الهوائية المعدية ، اختبار ELISA

Remerciements

En préambule à ce mémoire, j'adresse mes sincères remerciements

Au Professeur BEN-MAHDI Meriem Hind de l'ENSV-ESSAIA

Ma directrice de thèse ; pour m'avoir confié ce travail de recherche. Merci pour sa gentillesse, sa patience, ses précieux conseils et la totale confiance qu'elle m'a accordé.
Que ce travail soit un témoignage de ma sincère gratitude et mon profond respect

Au Professeur AIT-LOUDHIA Khatima de l'ENSV d'Alger

Pour m'avoir fait le grand honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse
Hommages respectueux

Au Professeur KORICHI OUAR Mounira de la Faculté de Médecine. Université Alger I

Qui m'a fait l'honneur de faire partie de notre jury et de porter ses appréciations sur notre travail
Mes sincères remerciements

Au Professeur BOUDIS Hakim de l'Université Alger

Pour l'intérêt qu'il a porté à évaluer cette thèse. et à être membre du jury
Mes sincères remerciements

A Mr ZAOUANI Mohamed, Maitre de Conférence Classe A à l'ENSV ;

A Mr BAROUDI Djamel, Maitre de conférences Classe A à l'ENSV ;

Pour avoir accepté de juger ce travail et de participer à notre jury de thèse
Mes sincères remerciements

Au Professeur BOUDOUMA Dalila de l'ENSA qui me fait l'honneur de participer à mon jury de thèse. Merci de m'avoir accueilli au sein de son département des productions animales et de m'avoir initié aux techniques d'élevages.

Mes sincères remerciements pour ses encouragements permanents

Ma reconnaissance va particulièrement à la petite famille du département des productions animales qui m'a adopté durant la période de l'expérimentation *in vivo*. Ce fut pour moi une expérience très riche tant sur le plan scientifique qu'humain.

Je souhaite également remercier **Dr BELAZOUZ-BOUZAGH Tassadit de l'ORAC** ainsi qu' **Dr ABOUN Assia de l'IPA** pour leurs aides précieuses et leurs conseils afin de mener à bien mon travail expérimental

Je tiens à remercier vivement **Dr DAHMANI Hacene, Dr BOUDAHDIR Amine** du laboratoire Novanutrition ainsi que **Dr BENAÏSSA Karim et Dr DJENANE Abdelhak** du laboratoire Sanvet HIPRA pour avoir contribué à la mise en place de l'essai expérimental.

Une mention particulière de gratitude est adressée aux services vétérinaires des wilayas de Médéa, Tizi-Ouzou et Sétif ainsi qu'à tous les éleveurs et les vétérinaires qui ont contribué à la réalisation du travail d'enquête.

J'exprime mes vifs remerciements à mes collègues pour leur disponibilité, leur admirable soutien et les nombreux services qu'ils m'ont rendu durant la réalisation de ce travail de thèse. Un immense merci au **Dr BENMOHAND Chabha**, **Mme ZENIA Safia**, **Dr SAHRAOUI Lynda**, **Dr BENALI Nadia**, **Dr ZAOUANI Mohamed**, **Dr AINOUIZ Lynda**, **Dr BOUDJELLABA Sofiane**. Merci pour votre aide, leur collaboration et leurs encouragements. Merci à tous mes amis ; je n'oublierai jamais les bons moments qu'on a passé ensemble.

Mes sincères remerciements s'adressent également à tout le personnel des laboratoires d'HIDAOA, de Biochimie Médicale, de Parasitologie, de Microbiologie, de Zootechnie, d'Anatomie-Pathologie ainsi qu'au personnel de la bibliothèque de l'ENSV pour leur aide

.
Le plus grand merci revient à mes enfants : **Melissa et Ryan** qui ont toujours cru en moi et qui m'ont toujours encouragé, me donnant toujours l'envie d'avancer et d'aller vers le meilleur, ils ont su me redonner confiance lorsque la motivation n'était plus au rendez-vous. J'espère qu'ils seront fiers de leur maman. Que Dieu les protège et les garde en bonne santé.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A la mémoire de mes parents

A mes deux rayons de soleil : Melissa et Ryan

*A mes sœurs en particulier Djoumy, mes frères, mes beaux frères, mes
belles sœurs, mes neveux et nièces en témoignage de l'attachement et de*

l'affection qui nous unit

A tous ceux qui me sont chers

A toutes les personnes qui m'ont aidé à réaliser ce travail.

Merci infiniment

Liste des abréviations

ADN :	Acide désoxyribonucléique
AFNOR :	Association Française de Normalisation
AG :	Acide gras
ARN :	Acide ribonucléique
ATCC :	American Type Culture Collection
ATP :	Adénosine-Triphosphate
BHA :	Hydroxy anisole butylé
BHIB	Brain Heart Infusion Bouillon
BHT :	Hydroxy toluène butylé
CE :	Consommation d'eau
CG/SM:	Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse
CMB :	Concentration minimale bactéricide
CMI :	Concentration minimale inhibitrice
CO₂ :	Dioxyde de Carbone
CPG	Chromatographie en phase gazeuse
CRD :	Centre de Recherche et De Développement
DA :	Dinar Algérien
DMSO :	Diméthylsulfoxyde
EAQ :	Extrait aqueux
EDB:	Eau de boisson
ELISA:	Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay
ENSA :	Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie
ENSV :	Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire
FAO :	Food and Agriculture Organization
FAO :	Food and Agriculture Organization
FID :	Détecteur à ionisation de flamme
g :	Gramme
GPV :	Gain de poids vif
HCl :	Acide chlorhydrique
HE :	Huile essentielle
HEC:	Huile essentielle commerciale
HEN:	Huile essentielle naturelle
HET-CAM test:	hen's egg-chorioallantoic membrane test
IA :	Ingéré alimentaire
IBD:	Infectious Bursal Disease
IBV:	Infectious Bronchitis Virus
IC :	Indice de consommation
INRAA :	Institut National Recherche Agronomique Alger
IPA:	Institut Pasteur Alger.
j :	Jour
Kg :	Kilogramme
l :	Litre
m:	Mètre
MADR :	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
MCA :	membrane chorio-allantoïdienne
mg :	Milligramme
MH :	Muller Hinton
ml:	Millilitre

mm:	Millimètre
mn:	Minute
NCCLS:	National Committee for Clinical Laboratory Standards
ND:	Newcastle Disease
NH₃:	Ammoniac
NMRI :	Naval Medical Research Institute
O₂:	Oxygène
OIE :	Office international des épizooties
OMS:	Organisation Mondiale de Santé
ONAB :	Office National Aliment Bétail
ORAC :	Office Régional Avicole Centre
ORAVIE :	Groupe Avicole de l'Est
ORAVIO :	Groupe Avicole de l'Ouest
pH :	potentiel d'Hydrogène
PV :	Poids vif
S :	Semaine
T° :	température
TEM :	Témoin
TM :	Taux de mortalité
tr/mn :	Tour/minute
β :	Beta
γ :	Gamma
%:	Pourcentage
°C:	Degré Celsius
°f :	Degré français (dureté de l'eau)
µl :	Microlitre

Table des matières

Résumés (Français, Anglais, Arabe)

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photos

Glossaire des abréviations

Introduction Générale

1

Partie I

Synthèse Bibliographique

Chapitre I : Etat des lieux de la filière avicole en Algérie	5
I.1. Rappels des politiques avicoles mises en œuvre	5
I.1.1.La filière chair en Algérie	5
I.1.2.Evolution de la production du poulet de chair en Algérie	5
I.1.3. Etat des lieux de la filière chair en Algérie	6
I.2. Principaux acteurs de la filière	6
I.2.1. Emergence du secteur privé	6
I.3. Satisfaction des besoins de la population algérienne en viandes blanches et œufs de consommation	7
I.3.1.Importations des intrants avicoles	7
I.3.2. Production des produits avicoles	7
I.3.3. Evolution de la consommation	8
I.4. Principales pistes d'amélioration de la filière avicole	8
I.4.1.Rationalisation du fonctionnement des ateliers avicoles	8
I.4.2.Redynamisation du mouvement associatif	9
I.4.3.Restructuration des industries d'aval	9
I.4.4.Amélioration de l'efficacité du système d'encadrement technique des aviculteurs	9
I.4.5.Diversification de la production	10
Chapitre II : Pathologies dominantes en élevage aviaire	11
II.1.Maladies virales	11
II.1.1.Maladie de Newcastle	11
II.1.2.Maladie de Gumboro	12
II.1.3. Bronchite infectieuse aviaire	12
II.2. Maladies bactériennes	13
II.2.1.Colibacillose	13
II.2.2. Salmonellose	14
II.2.3. Choléra ou pasteurellose aviaire	14
II.2.4.Maladie respiratoire chronique	14
II.3. Maladie parasitaire	15
II.3.1. Coccidiose	15
II.4. Autres affections	15
II.4.1. Ascite	15
II.4.2. Picage	16
II.4.3.Problèmes locomoteurs	16

II.4.4. Carences alimentaires.....	17
Chapitre III : Mesures sanitaires en élevage aviaire.....	18
III.1. Pratiques de biosécurité.....	18
III.1.1. Au couvoir.....	18
III.1.2. En élevage avicole.....	19
III.2. Le bâtiment	19
III.2.1.Facteurs d’ambiance.....	20
III.3. Qualité de l’eau de boisson	20
III.3.1.Normes de qualité de l’eau.....	20
III.3.2.Caractéristiques physico-chimiques de l’eau	21
III.3.3.Qualité microbiologique de l’eau de boisson.....	22
III.3.4.Désinfection de l’eau et des systèmes de nettoyage	22
III.4. La litière	23
III.5. Qualité de l’aliment.....	24
III.6.Mesures de prophylaxie.....	24
III.6.1. Vaccination.....	24
III.6.2. Voies d’administration des vaccins.....	25
III.6.3.Différents types des vaccins.....	25
III.6.3.1. Vaccins à agents vivants atténués.....	26
III. 6. 3.2. Vaccins à agents inactivés.....	26
III. 6. 3. 3. Vaccins « sous unités » ou « purifiés »	26
III. 6.3.4. Vaccins peptidiques.....	26
III.6.3.5. Vaccins à ADN ou vaccins « génétiques ».....	27
III.6.3.6. Vaccins vectorisés.....	27
Chapitre IV. Usage des phytobiotiques en alimentation animale.....	29
IV.1. Introduction à la phytothérapie.....	29
IV.2. Principales actions des huiles essentielles	29
IV.2.1. Activité antibactérienne.....	29
IV.2.2. Activité antioxydante.....	30
IV.2.3.Activité antiparasitaire et antimycosique.....	31
IV.2.4.Activité antivirale.....	31
IV.2.5.Activité sur la sphère digestive.....	32
IV.3.Intérêt des phytobiotiques en élevage aviaire.....	32
IV.3.1.Effet sur les performances de la volaille.....	32
IV.3.2.Effet des HE sur la qualité de la carcasse	34
IV.3.3.Effets sur l’immunité.....	34
IV.4.Toxicité des huiles essentielles.....	35
IV.5.Statut réglementaire des huiles essentielles en alimentation animale	35
IV.6. Taxonomie et description de la plante étudiée.....	36
IV.6.1. <i>Origanum glandulosum</i>	36
IV.6.2. Noms vernaculaires.....	37
IV.6.3. Position systématique.....	38
IV.6.4. Composition chimique.....	38
IV.6.4.1. Huiles essentielles.....	38
IV.6.4.2.Concentration en principes actifs d’ <i>Origanum glandulosum</i>	38
IV.6.4.3. Polyphénols totaux.....	39
IV.6.4.4. Flavonoïdes.....	39
IV.6.4.5.Tanins.....	39
IV.7.Principales utilisations de l’origan.....	39
Chapitre V : Généralités sur quelques activités biologiques des huiles essentielles.....	40

V.1 : Activité antibacterienne	40
V.1.1. Introduction.....	40
V.1.2. Mode d'action des huiles essentielles.....	40
V.1.3. Aperçu des techniques d'étude du pouvoir antimicrobien des huiles essentielles.....	41
V.1.3.1.Méthode de l'aromatogramme.....	42
V.1.3.2. Méthode de diffusion en puits.....	42
V.1.3.3.Méthode de micro-atmosphère.....	42
V.1.3.4.Grandeurs de mesures des CMI et CMB.....	43
V.2. Stress oxydatif et l'activité antioxydante	43
V.2.1.Radicaux libres.....	43
V.2.2.Stress oxydatif.....	43
V.2.3.Types d'antioxydants.....	43
V.2.4. Méthode d'évaluation de l'activité antioxydante.....	44
V.3.Test toxicologique HET-CAM	44
V.3.1.Effets des substances toxiques sur l'organisme.....	44
V.3.2.Méthodes d'évaluation de la toxicité	45
V.3.2.1.Test d'irritation oculaire <i>in vivo</i>	45
V.3.2.2.Test HET-CAM	46
V.3.2.2.1.Principe du test.....	46
V.3.2.2.2.Critères d'évaluation du test HET-CAM.....	46
V.4. Activité anti-inflammatoire	47
V.4.1. Réponse inflammatoire.....	47
V.4.2. Anti-inflammatoires	47
V.4.2.1. Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS)	47
V.4.2.2. Anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS)	48
V.4.2.3.Anti-inflammatoires d'origine végétale	48
V.4.3. Mécanisme d'action des anti-inflammatoires	48

Partie II

Etude expérimentale

Enquête

I. Objectif de l'étude	50
II. Présentation des régions d'études	50
III. Démarche méthodologique	51
III.1.Sources d'informations	51
III.2. Pré-enquêtes	51
III.3. Enquête proprement dite	51
III.4.Analyse statistique	53
IV. Résultats et discussion de l'enquête	54
IV.1.Caractéristiques générales des exploitations	54
IV.1.1. Typologie des élevages	54
IV.1.2. Capacité des bâtiments d'élevage.....	55
IV.1.3. Expérience dans la pratique de l'élevage avicole.....	56
IV.2. Conception des bâtiments	56
IV.2.1. Structure des bâtiments d'élevage.....	56
IV.2.2. Nature du sol	57
IV.2.3. Système de production	58
IV.3. Gestion sanitaire de l'élevage	59
IV.3.1. Nettoyage et désinfection des poulaillers	59

IV.3.2. Désinfection du matériel.....	59
IV.3.3. Présence des pédiluves et des rotoluves	60
IV.3.4. Emplacement des cadavres	61
IV.3.5. Programme de lutte contre les nuisibles et les insectes.....	61
IV.3.6. Lutte contre les rongeurs.....	62
IV.4. Vaccination.....	63
IV.4.1. Traçabilité des poussins.....	63
IV.4.2. Maladies répertoriées dans les élevages	64
IV.4.3. Pratique vaccinale.....	67
IV.4.4. Transport et prescription du vaccin.....	67
IV.4.5. Durée d'assoiffement et moment de la vaccination	68
IV.4.6. Analyse sérologique des poussins	69
IV.4.7. Analyse sérologique pour le contrôle de la prise vaccinale.....	70
IV.4.8. Echecs de la vaccination	70
IV.5. Qualité de l'eau de boisson.....	71
IV.5.1. Origine et nature de l'eau de boisson	71
IV.5.2. Analyses bactériologiques et physico-chimiques de l'eau de boisson.....	72
IV.5.3. pH et dureté de l'eau	73
IV.5.4. Traitements bactériologiques et physico-chimiques de l'eau de boisson	74
IV.5.5. Réalisation du test Chlore.....	75
IV.5.6. Ajout des acides organiques, vitamines et oligo-éléments et antibiotiques.....	75
IV.6. Aliment.....	76
IV.6.1. Types d'aliments.....	76
IV.6.2. Aliment accessible aux rongeurs et aux oiseaux	77
IV.6.3. Présence de moisissures.....	78
IV.6.4. Contrôle de l'aliment.....	79
IV.7. Approche globale de la gestion des élevages.....	80
IV.7.1. Amélioration des performances zootechniques.....	80
IV.7.2. Organisation des formations.....	80
Conclusion partielle	82

Partie III

Activités biologiques de l'HE d'*O. glandulosum* in vitro

Matériel et méthodes.....	83
I. Objectif de l'étude.....	83
II. Protocole expérimental	83
III. Matériel végétal.....	84
III.1. Choix de la plante étudiée.....	84
III.2. Récolte, situation géographique, identification et conservation	84
IV. Méthodes	85
IV.1. Extraction de l'HE d' <i>Origanum glandulosum</i>	85
IV.1.1. Caractéristiques organoleptiques de l'HE d' <i>O. glandulosum</i>	86
IV.1.2. Analyses physiques de l'HE.....	86
IV.1.2.1. Densité relative à 20° C.....	86
IV.1.2.2. Indice de réfraction.....	86
IV.2. Préparation de l'EAQ.....	86
IV.3. Screening phytochimique.....	87
IV.4. Analyse chromatographique en phase gazeuse.....	87
IV.4.1. Chromatographie couplée à la spectrométrie de masse CG/SM.....	88

IV.4.2.Chromatographie CG/FID.....	88
IV.5. Activité antimicrobienne de l'HE d'O. glandulosum.....	88
IV.5.1.Souches bactériennes testées.....	89
IV.5.2.Analyse qualitative	89
IV.5.3.Analyse quantitative.....	90
IV.5.3.1.Détermination des CMI.....	91
IV.5.3 .2.Détermination des CMB	92
IV.6. Activité antioxydante.....	92
IV.6.1.Principe du test DPPH.....	92
IV.6.2.Mode opératoire.....	92
IV.6.3.Expression des résultats.....	92
IV.7. Activité anti-inflammatoire : Effet sur l'œdème de la patte de souris induit par la carragénine	93
IV.7.1.Principe	93
IV.7.2. Mode opératoire	93
IV.7.3. Expression des résultats.....	94
IV.8. Test toxicologique HET-CAM.....	94
IV.8.1.Préparation des œufs embryonnés.....	94
IV.8.2.Préparation de la membrane chorio-allantoïdienne.....	95
IV.8.3. Lecture des résultats.....	96
IV.9. Analyse statistique.....	97
Résultats et Discussion	98
I. Résultats des Rendements et Indices physicochimiques.....	98
I.1. Rendement en HE	98
I.2.Rendement de l'extrait aqueux.....	99
I.3. Caractéristiques organoleptiques de l'HE de l'O.glandulosum.....	99
I.4. Indices physicochimiques de l'HE d'O.glandulosum.....	99
II. Résultats du Screening phytochimique.....	99
III. Résultats de l'analyse par CG/FID et CG/MS.....	100
IV. Evaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle d'O.glandulosum.....	103
IV.1. Évaluation qualitative de l'activité antimicrobienne.....	103
IV.2. Évaluation quantitative de l'activité antimicrobienne.....	105
V. Activité antioxydante.....	106
V.1. Pourcentage d'inhibition du DPPH pour l'HE d'O.glandulosum.....	107
V.2.Détermination de l'IC50	108
VI. Activité anti-inflammatoire.....	109
VII. Test toxicologique HET-CAM.....	111
VII.1.Présentation des scores obtenus	111
Conclusion partielle.....	112

Partie III

Essai expérimentale *in vivo*

Matériel et méthodes.....	114
I. Objectif de l'étude	114
II. Protocole expérimental.....	114
III. Matériel.....	114
III.1.Bâtiment et le matériel d'élevage.....	114
III.2.Animaux.....	115

III.3. Matériel végétal.....	116
III.4. Aliment	116
III.5. Eau de boisson.....	116
IV. Méthodes.....	116
IV.1. Méthode de conduite de l'élevage.....	116
IV.1.1. Préparation du bâtiment.....	116
IV.1.2. Réception des poussins.....	117
IV.1.2.1. Opérations préliminaires.....	117
IV.1.2.2. Arrivée des poussins	117
IV.1.2.3. Conduite de l'expérimentation.....	118
IV.2. Suivi prophylactique.....	118
IV.3. Mesure des paramètres d'ambiances.....	118
IV.4. Tâches effectuées quotidiennement.....	119
IV.5. Tâches effectuées hebdomadairement.....	119
IV.6. Méthodes d'évaluation des paramètres zootechniques.....	119
IV.6.1. Ingéré alimentaire.....	119
IV.6.2. Gain de poids vif.....	119
IV.6.3. Indice de consommation.....	120
IV.6.4. Taux de mortalité.....	120
IV.6.5. Consommation de l'eau.....	120
IV.7. Paramètres sanguins.....	120
IV.8. Sérologie.....	120
IV.9. Etude de la microflore digestive.....	121
IV.10. Calculs statistiques.....	121
V. Résultats et Discussions.....	122
V.1. Conditions d'ambiance.....	122
V.2. Performances zootechniques.....	122
V.3. Consommation moyenne d'eau.....	124
V.4. Paramètres sanguins.....	125
V.5. Résultats sérologiques.....	126
V.5.1. Titres des anticorps de la maladie de Newcastle.....	126
V.5.2. Titres des anticorps de la Bronchite Infectieuse.....	127
V.5.3. Titres des anticorps de la maladie de Gumboro	128
V.6. Microflore digestive.....	129
V.7. Coût du traitement.....	130
Conclusion Générale.....	131
Perspectives.....	134
Références Bibliographiques	
Annexes	
Publication	

Partie I
Synthèse bibliographique

Chapitre I
Etat des lieux de la filière avicole en
Algérie

Chapitre I : Etat des lieux de la filière avicole en Algérie

I.1. Rappels des politiques avicoles mises en œuvre

I.1.1. La filière chair en Algérie

Comme tous les pays en voie de développement, l'Algérie a eu dès l'indépendance comme première préoccupation, de couvrir les besoins de la population en matière de protéines d'origine animale. Cependant, l'élevage des ovins et des bovins n'a pas pu couvrir ces besoins en raison de différentes contraintes techniques (offre fourragère, ensilage, maîtrise de la reproduction). Face à cette situation, les décideurs du pays ont opté pour le développement de l'aviculture de type intensif pour la production des viandes blanches et des œufs de consommation.

Le caractère industriel de la production se devait d'être garant de l'accessibilité du produit avicole proposé, aux couches sociales défavorisées (**KACI et BOUDOUMA, 2011**).

I.1.2. Evolution de la production du poulet de chair en Algérie

La filière avicole prend véritablement sa place en Algérie dans les années 70 par la mise en œuvre d'une politique avicole. Cette politique s'est traduite par la mise en place d'offices nationaux (ONAB, ORAC, ORAV1E), relayée par la suite par le développement du secteur privé qui a pris sa place dans le modèle avicole intensif (**KIROUANI, 2015**).

La production annuelle du secteur avicole algérien est considérable ; elle est évaluée à plus de 253 000 tonnes de viande blanche, 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**).

La viande de volaille est essentiellement représentée par celle du poulet de chair, qui représente 99,03 % du total. Cette activité est de plus en plus présente dans les régions traditionnellement pourvoyeuses de viande rouge (hauts plateaux et zones steppiques), notamment avec la mise en place, depuis l'année 2000, du Programme national de développement agricole (PNDA), et d'autres aides de l'État (subvention de l'habitat, aménagement des bâtiments, etc.).

Cette activité pratiquée au niveau de 1.322 communes à travers le territoire national, le quart de la production, soit 1,6 millions de quintaux provient de quatre wilayas réputées par leur vocation avicole à savoir Batna, Sétif, Bouira et Médéa (**MADR, 2017**).

I.1.3. Etat des lieux de la filière chair en Algérie

La filière avicole algérienne continue de souffrir de problèmes de performance des élevages notamment au niveau de paramètres tels que la mortalité et l'allongement du cycle de production par manque de maîtrise de l'alimentation et de la prophylaxie. Les données fournies par les enquêtes effectuées ces dernières années au niveau des élevages avicoles privés algériens, ainsi que leur comparaison avec des données analogues concernant le Maroc et la France, indiquent clairement le retard enregistré par la filière avicole nationale en termes de performances techniques de production (**KACI, 2012**).

L'ensemble de la profession a souffert des conséquences de la maladie de Newcastle, de la laryngotrachéite infectieuse et de l'influenza aviaire qui ont frappé les élevages avicoles durant les 10 dernières années, d'autant plus que la filière avicole connaît d'autres contraintes majeures qui la rendent fragile. En effet, l'analyse dynamique des marchés des produits avicoles souligne sa forte dépendance vis à vis du marché international non seulement en intrants alimentaires (maïs –tourteau de soja) mais également en additifs et produits vétérinaires (**OFIVAL, 2004**).

Au niveau de la sphère d'élevage, beaucoup de progrès restent à réaliser. En effet, la plupart des bâtiments d'élevage du poulet de chair sont amortis et leur fonctionnement n'obéit à aucune rationalité zootechnique ; ils nécessitent des mises à niveau techniques. De plus, malgré les aides de soutien octroyées par l'état pour redynamiser ce secteur, la majorité des éleveurs travaillent encore de manière conjoncturelle dans des secteurs d'élevage qui ne répondent pas aux normes de conduite à l'image des nouvelles structures d'élevage appelées « serres avicoles » dont un grand nombre n'a pas été agréé (**OFIVAL, 2004**).

I.2. Principaux acteurs de la filière

I.2.1. Emergence du secteur privé

La stratégie mise en œuvre par les pouvoirs publics dans les années 80 ciblait la remontée des filières avicoles par l'implantation de l'ensemble des maillons. Ainsi, l'Office National d'Aliments du Bétail (ONAB) était chargé de produire des aliments pour bétail alors que les autres fonctions furent attribuées à d'autres offices publics l'ORAC, l'ORAVIO et l'ORAVIE qui s'appuyaient sur des coopératives avicoles de wilaya (COOPAWI) pour l'approvisionnement des éleveurs en intrants, pour la collecte des produits finis et pour l'assistance technique aux éleveurs (**AMGHROUS et KHEFFACHE , 2007**).

La production de poulet de chair est principalement localisée au Nord du pays et dans les hauts plateaux (89%) alors qu'au Sud, elle ne représente que 11% de la production nationale (AYADI et LAAZIZI, 2015).

Cette répartition des sites d'élevage sur le territoire national se justifie par les conditions difficiles du milieu, le nombre réduit des populations, l'indisponibilité des infrastructures d'accueil ainsi que l'éloignement des sources d'approvisionnement notamment en matières premières (KACI, 2009).

I.3.Satisfaction des besoins de la population algérienne en viandes blanches et en œufs de consommation

Globalement, le processus de remontée des filières avicoles n'est réalisé que partiellement puisque qu'il est resté bloqué au stade des reproducteurs "Chair" et "Ponte". Les premiers métiers de base (multiplication des grands parentaux et des arrières grands parentaux ainsi que l'industrie des équipements avicoles) ont commencé à être mis en place dans la région Ouest du pays (KACI, 2012).

I.3.1.Importations des intrants avicoles

Les industries en amont de la filière avicole intensive sont totalement dépendantes des marchés extérieurs et subordonnées aux oligopoles technologiques, qui assurent la reproduction du modèle avicole intensif à l'échelle mondiale. Leur fonctionnement repose sur le recours aux importations et occasionne la mobilisation de ressources financières importantes.

Les matières premières (maïs et tourteau de soja) occupent ces dernières années une part prépondérante dans la structure de la valeur globale des importations. Elles proviennent de diverses régions du monde (USA, Brésil, Argentine, Europe).

Quant aux produits vétérinaires et vaccins, leur couverture est également assurée par le recours systématique aux importations, la demande en ces produits n'a pas cessé de croître depuis 1997 et ce, en relation avec l'essor national de la production avicole. Dans ce cadre, les flux d'importation en produits vétérinaires se structurent autour d'établissements de vente en gros, dont le nombre s'est accru depuis 1998 (KACI, 2012).

1.3.2. Production des produits avicoles

L'aviculture algérienne produit entre 350 et 475 mille tonnes de viande de volailles (soit environ 240 millions de poulets par an) et plus de 3 milliards d'œufs de consommation. Elle

est constituée de 20.000 éleveurs, emploie environ 500.000 personnes et fait vivre 2 millions de personnes. Elle importe 80% des 2.500.000 tonnes d'aliments (maïs, tourteau de soja et complément minéral, vitamines), 3 millions de poussins reproducteurs, des produits vétérinaires et des équipements (**ALLOUI, 2011**).

1.3.3. Evolution de la consommation

Avec une consommation annuelle de viande de poulet plafonnée qu'à 11kg en 2013, l'algérien demeure parmi les plus faibles consommateurs de ce type de viande. Selon **KACI (2009)**, la consommation moyenne en Tunisie est de l'ordre de 14,3 kg de viandes blanches 2006, tandis qu'en 2005, elle est de 12,7 kg de viandes blanches au Maroc.

Comparativement aux niveaux de consommations enregistrés dans les pays développés en 2009, celui de l'algérien est très faible (**KACI, 2009**).

I.4.Principales pistes d'amélioration de la filière avicole

Parmi les actions à entreprendre en vue de la restructuration de la filière, plusieurs axes de développement ont été proposés par les pouvoirs publics. Ils se rapportent à la rationalisation du fonctionnement des ateliers avicoles, la redynamisation du mouvement associatif, la restructuration des industries en aval, l'amélioration de l'efficacité du système d'encadrement technique des aviculteurs et la diversification de la production.

I.4.1.Rationalisation du fonctionnement des ateliers avicoles

Cet axe se justifie par le caractère semi -intensif de l'aviculture algérienne ; cette dernière utilise des intrants industriels transformés dans des bâtiments non conformes à l'élevage moderne (absence d'isolation thermique, ventilation statique, etc.). A cela, se greffent la faible qualité des poussins et de l'aliment produits par des unités locales artisanales, ainsi que la tendance à l'emploi abusif des produits vétérinaires. Compte tenu de ces contraintes, le développement de la filière impose :

- L'émergence de véritables professionnels maîtrisant correctement les divers métiers de l'aviculture. Un partenariat public - privé et national - international aiderait grandement à la réalisation de cet objectif ;
- L'accès au crédit pour les aviculteurs et la création de produits financiers adaptés au cycle de production spécifique à l'aviculture ;
- La mise en place de programmes de recherche appliquée et de développement visant à établir le bilan sanitaire et les plans de prophylaxie adaptés ;

- Le développement et la connaissance du marché des produits avicoles et l'organisation du circuit de commercialisation tel que déjà recommandé par **FENARDJI** dès **1990**.

I.4.2. Redynamisation du mouvement associatif

La constitution de groupements d'éleveurs s'impose du fait de la trop grande dispersion des exploitations et de la complexité des contraintes liées à leur environnement direct (approvisionnements, commercialisation). Les éleveurs regroupés en associations pourraient ainsi améliorer leur pouvoir de négociation face à leurs partenaires d'amont et d'aval (**KACI et CHERIET, 2013**).

I.4.3. Restructuration des industries en aval

L'aval de la filière avicole nationale est composé essentiellement de tueries privées de petites capacités (150 poulets/ heure) qui contrôlent toutefois près de 80% du total de l'abattage. Cet état de fait justifie que le développement de la filière avicole nécessite également la modernisation des unités d'abattage (en respectant rigoureusement les conditions d'hygiène) et l'accroissement de leurs capacités de production (**MADR, 2012**).

I.4.4. Amélioration de l'efficacité du système d'encadrement technique des aviculteurs

La nouvelle dynamique du secteur avicole rend nécessaire une nouvelle politique d'encadrement technique des aviculteurs. Les programmes de vulgarisation, leur contenu et leur mode de transmission, doivent être désormais adaptés aux exigences de rentabilité et plus généralement aux besoins sociaux - économiques multiples des utilisateurs. Bien évidemment, la concrétisation de cet objectif passe par :

- L'identification des aviculteurs et des opérateurs privés de la filière, par la mise en place d'un système de codification (création d'un fichier national des aviculteurs) afin de mieux cibler les bénéficiaires de la politique de vulgarisation;
- La promotion de la formation continue des aviculteurs en matière de techniques d'élevage et de gestion ; la prise en charge de ces besoins devrait être organisée dans un cadre de concertation regroupant les chambres d'agriculture, les opérateurs impliqués dans la filière avicole et les producteurs qui doivent être perçus comme des entrepreneurs dotés de logiques économiques propres (**MADR, 2012**).

I.4.5. Diversification de la production

L'élevage du poulet de chair et de la poule pondeuse est prépondérant en Algérie ; les élevages sont menés en intensif avec une taille moyenne de 3000 à 5000 sujets. Quant aux populations locales de pondeuses et de poulets, elles sont exclusivement exploitées dans les élevages traditionnels extensifs et n'ont fait l'objet que de peu de travaux de recensement et de caractérisation génétique. Il en est de même pour la dinde, la pintade et la caille, pour lesquels quelques essais d'alimentation et des travaux de caractérisation ont été initiés par l'institut technique des élevages (**INRAA, 2003**).

Chapitre II
Pathologies dominantes en élevage
aviaire

Chapitre II : Pathologies dominantes en élevage aviaire

Les pathologies aviaires constituent l'une des contraintes majeures du développement de la filière avicole. Ces pathologies sont nombreuses et s'apparentent à 4 groupes : pathologies virales, bactériennes, parasitaire, le 4^{ème} groupe concerne les affections d'origines différentes.

II.1. Maladies virales

Les pathologies virales constituent les affections les plus redoutables, car le traitement curatif est inexistant. Les principales pathologies virales rencontrées sont les suivantes :

II.1.1. Maladie de Newcastle

La maladie de Newcastle (ND) ou pseudo peste aviaire est une maladie virale très contagieuse, à laquelle presque toutes les espèces avicoles (sauvages et domestiques) sont sensibles. La maladie est due à un paramyxovirus aviaire de sérotype 1 (APMV1), appartenant à la famille des paramyxoviridae. Les paramyxovirus isolés des espèces aviaires ont été classés d'après les épreuves sérologiques en 9 sérotypes codifiés de APMV-1 à APMV-9 ; le virus de la NC est connu sous la dénomination <<APMV-1>> (**ALEXANDER, 1997**). La vaccination est recommandée dans les régions fortement contaminées (**PETIT, 1991**).

Depuis son identification en 1926, la ND est considérée comme enzootique dans de nombreux pays. Les élevages en sont protégés par une vaccination préventive menée dans presque tous les pays où l'élevage avicole est de type intensif.

L'une des caractéristiques majeures du virus est la forte variation du pouvoir pathogène des différentes souches virales chez les poulets. Les souches virales ont été classées en 5 pathotypes sur la base des signes cliniques observés chez les poulets infectés (**BEARD et HANSON, 1981**).

Cette maladie peut causer des difficultés respiratoires semblables à celles de la bronchite infectieuse. En outre, les sujets présentent des troubles nerveux et le taux des saisies est élevé en raison des infections secondaires causées par *E. coli*.

Il n'existe aucun traitement contre la ND, seules les complications bactériennes observées chez les animaux infectés par des souches pathogènes peuvent être traitées aux antibiotiques (**MEULEMANS, 1986**).

II.1.2. Maladie de Gumburo

La maladie de Gumburo dénommée également Bursite Infectieuse, est une maladie infectieuse très contagieuse d'origine virale qui affecte les oiseaux domestiques et sauvages. L'agent causal de cette pathologie est le Birnavirus, c'est un virus à ARN double brin non enveloppé d'un diamètre d'environ 60 nm (**VAN DEN BERG, 2000**).

La maladie se manifeste cliniquement par une immunodéficiência, un retard de croissance et un taux de mortalité variable. La confirmation du diagnostic est apportée par l'observation des lésions nécrosiques de la bourse de Fabricius. Celles-ci diffèrent selon le stade de l'affection, mais qui elles sont pathognomoniques. La prévention de la maladie repose sur des mesures sanitaires et médicales.

La prophylaxie sanitaire en élevage atteint, vise à isoler et éliminer la bande atteinte puis à maîtriser l'hygiène des bâtiments par des opérations de nettoyage, de désinfection (formol à 1%) et de désinsectisation (**BOUYER, 2002**).

C'est une infection précoce (avant 3 semaines d'âge) qui n'est pas accompagnée de signes cliniques nets : la bourse de Fabricius est atteinte, le nombre de lymphocytes B diminue fortement si bien que la synthèse des anticorps est réduite (immunité humorale). Il en résulte une immunodépression qui provoque des échecs de vaccination (Newcastle, Bronchite infectieuse, Marek) et une moindre résistance aux maladies.

Pour l'infection tardive (de 3 à 8 semaines d'âge), il est noté l'apparition brutale de diarrhées blanches, une dépression, l'abattement des sujets et le hérissément du plumage. La mortalité peut atteindre en une semaine, un taux de 5 à 10%.

Les lésions observées sont une bourse de Fabricius hypertrophiée ou atrophiée, des points de nécrose au niveau de la muqueuse, une hémorragie au niveau des muscles des pattes ou dans les des pectoraux et une hypertrophie du rein (présence d'urates).

Aucun traitement n'est prodigué, seule la vaccination est recommandée lors de la première semaine d'âge avant que les poulets ne soient atteints de cette pathologie. Un rappel de la vaccination est effectué 2 semaines plus tard (**PETIT, 1991**).

II.1.3. Bronchite infectieuse aviaire

La bronchite infectieuse est une maladie virale de distribution mondiale, très fréquente et hautement contagieuse. Elle est causée par un virus appartenant à la famille des Coronaviridae. Les conséquences désastreuses de cette maladie sont de nature économique, non pas par perte directe en élevage (augmentation de la mortalité), mais le plus souvent par

perte indirecte avec diminution de la production d'œufs chez les poules pondeuses et un retard de croissance ou saisie à l'abattoir chez les poulets de chair (**CAVANAGH, 2007**).

Cette maladie respiratoire se manifeste généralement chez le poulet de chair après la troisième semaine d'élevage. Elle peut être aggravée par une mauvaise ventilation et par des conditions ambiantes défavorables. Une infection secondaire causée par *E.coli* peut mener à une infection généralisée (septicémie) et à l'aérosacculite. L'aérosacculite, terme général servant à désigner l'infection des sacs aériens, peut être d'origine bactérienne ou découler de l'infection virale ; il peut y avoir des matières fibrino-purulentes (pus) sur le cœur, les sacs aériens et le foie.

Il est préconisé d'ajouter des antibiotiques à l'eau de boisson ou dans les aliments pour combattre l'infection bactérienne secondaire. La vaccination peut prévenir cette maladie (**PETIT, 1991**).

II.2. Maladies bactériennes

Les maladies bactériennes sont souvent liées à l'accumulation des défaillances telles qu'un taux inadéquat d'humidité, la mauvaise désinfection, la mauvaise ventilation dans le poulailler ou à l'immunodépression causée par certaines affections virales (**PETIT, 1991**).

II.2.1. Colibacillose

Les colibacilloses aviaires sont provoquées par des souches d'*E.coli* qui affectent les oiseaux domestiques et sauvages. Elles constituent sans doute les infections bactériennes les plus fréquentes et les plus importantes en pathologie aviaire.

Les *E.coli* sont des hôtes commensaux du tractus digestif de la volaille et la plupart des souches ne sont pas pathogènes. Cependant, un certain nombre d'entre elles appelées "Avianpathogénie *E. coli*" ou APEC et appartenant à des sérotypes bien particuliers est associé aux colibacilloses dont les manifestations cliniques et les lésions peuvent être variables suivant l'âge de l'animal et le sérotype. Elles peuvent entraîner des baisses de performance, une mortalité élevée et des saisies à l'abattoir.

La voie d'entrée des germes est respiratoire ou génitale. La plupart des colibacilloses sont des surinfections, suite à des infections virales ou bactériennes notamment les mycoplasmes respiratoires (**NDIAYE, 2010**). Les lésions observées sont des aérosacculites, péricardites, péri hépatites, entérites et néphrites. Le traitement est un antibiotique actif sur les Gram négatif et la vaccination peut être menée pour prévenir cette infection (**PETIT, 1991**).

II.2.2. Salmonellose

La salmonellose est causée par la salmonelle, une entérobactérie qui provoque la typhose (prostration) chez l'adulte et la pullorose chez le poussin. La bactérie en cause est *Salmonella gallinarum-pollurum* ; la contamination se fait par les matières fécales, l'environnement par voie trans-ovarienne et par la coquille de l'œuf.

Chez l'adulte, la typhose se caractérise par l'apparition de diarrhées, une atteinte de la grappe ovarienne avec mortalité en coquille ou transmission aux poussins (pullorose).

Chez le poussin, la pullorose se traduit par une diarrhée blanche, la faiblesse des sujets, des signes respiratoires ainsi qu'une mortalité en première et deuxième semaine. Par ailleurs, des lésions apparaissent au niveau des caecums, du vitellus et des foyers nécrotiques (cœur, poumons, intestins, muscle).

L'antibiothérapie est à base de Furoxone, Chloramphénile et Fluméquine. Selon **PETIT (1991)**, une prophylaxie sanitaire rigoureuse doit être observée accompagnée du dépistage et de l'élimination des reproducteurs positifs.

II.2.3. Choléra ou pasteurellose aviaire

La pasteurellose aviaire est une maladie infectieuse, contagieuse due à *Pasteurella multocida*, qui peut provoquer un taux de mortalité élevé chez les poulets comme chez les canards.

Les symptômes qui la caractérisent sont: des diarrhées sévères verdâtres ou jaunâtres, des difficultés respiratoires, des crêtes et des barbillons enflés et chauds et un écoulement nasal. L'animal présente une apathie générale et refuse de s'alimenter. L'autopsie des sujets atteints révèle une congestion des viscères et des traces de septicémie.

Les oiseaux malades peuvent être traités par des injections intramusculaires de Terramycine ou de Streptomycine ; les oiseaux qui ont échappé à l'infection devront pendant quelques jours recevoir des antibiotiques ou des Sulfamides dans leur eau de boisson. Il est recommandé d'isoler les oiseaux infectés, de changer la litière et de désinfecter complètement le matériel et le bâtiment d'élevage (**SMITH, 1992**). La pathologie peut être prévenue par la vaccination au moyen de vaccins inactivés (absence d'immunité croisée) ou vivants atténués (avec immunité croisée) (**NDIAYE, 2010**).

II.2.4. Maladie respiratoire chronique

La maladie respiratoire chronique est une mycoplasmoses due à *Mycoplasma gallisepticum*. Elle est souvent déclenchée par le manque de maîtrise des conditions d'ambiance car, le

mycoplasme seul ne provoque pas souvent l'apparition de la maladie. En effet, son apparition est le plus souvent associée à l'infection par *E.coli*.

Cette pathologie se traduit par des troubles respiratoires avec jetage, dyspnée, râle, synovite et abattement. Elle entraîne des pertes économiques considérables liées à la baisse de consommation d'aliment d'où un retard de croissance et une chute de ponte. Le traitement fait appel à des antibiotiques efficaces contre les mycoplasmes tels que la Spiramycine, Tylosine et Quinolone.

La prophylaxie repose sur le respect des règles sanitaires et l'immunisation par l'utilisation d'un vaccin vivant atténué ou d'un vaccin inactivé (**FONTAINE, 1987**).

II.3. Maladie parasitaire

II.3.1. Coccidiose

L'agent causal de la coccidiose est le protozoaire du genre *Eimeria* provoquant chez les poulets de 10j à 3 mois d'âge, des diarrhées conduisant leur mort. De nombreuses espèces de parasites d'*Eimeria* se localisent dans différentes parties de l'intestin. Le poulet se contamine par voie orale (litière contaminée par les fientes contenant des ookystes). Les parasites se transforment et se multiplient dans les cellules intestinales provoquant l'excrétion des ookystes immatures rejetés par les fientes. Ils résistent à la plupart des agents chimiques et quand les conditions de température et d'humidité deviennent appropriées, les ookystes sporulent et sont alors contaminants.

Des mesures d'hygiène, la lutte contre les litières humides, le respect des normes d'élevage, la désinfection avec des produits appropriés constituent la prophylaxie sanitaire à suivre. Quant à la prophylaxie médicale, elle consiste en l'incorporation d'anticoccidiens dans l'aliment lors de sa fabrication (**PETIT, 1991**).

Actuellement, une vaccination à l'aide d'un vaccin vivant est mise en place dans toute l'Europe à l'exclusion de la France. Le vaccin est constitué de souches dont la période prépatente est plus courte que la normale (souches dites précoces) et qui ont conservé après sélection un bon pouvoir immunogène (**PERY et al., 1995**).

II.4. Autres affections

II.4.1. Ascite

C'est un syndrome qui devient de plus en plus fréquent chez les poulets. Il commence à se manifester à l'âge de 3 semaines: les poulets cessent de croître, semblent faibles ou meurent.

Cette maladie est causée par une activité insuffisante du côté droit du cœur qui entraîne une accumulation de liquide dans l'abdomen.

Pour lutter contre ce problème, il convient d'améliorer la ventilation et veiller à ce que la température ambiante soit appropriée en période de croissance-finition (**PETIT, 1991, GUERIN *et al.*, 2018**).

II.4.2. Picage

Chez la volaille, le picage se manifeste par des coups de bec des oiseaux entre eux, principalement au niveau du cou, du dos et du cloaque. Il en résulte des blessures qui peuvent entraîner le déclassement des carcasses à l'abattoir, voire leur saisie partielle ou totale.

Il est également observé un picage de la litière qui risque de provoquer un bouchon au niveau du gésier ou du pro-ventricule qui engendre souvent la mort des oiseaux. Le picage est un phénomène multifactoriel, pouvant être déclenché par toute perturbation de la conduite d'élevage et ou le non respect des normes en la matière. Ainsi, la détérioration des conditions d'élevage suivantes est souvent associée à l'apparition du comportement de picage :

- Les fortes densités d'élevage ;
- Une augmentation de la température et de l'humidité dans les bâtiments ;
- Les variations brusques d'intensité lumineuse ou trop fortes intensités ;
- Les carences alimentaires.

Les moyens de prévention consistent à respecter la densité d'élevage, à maîtriser l'ambiance dans les bâtiments, à maintenir une luminosité relativement faible et à assurer une bonne alimentation (**PETIT, 1991 ; GUERIN *et al.*, 2018**).

II.4.3. Problèmes locomoteurs

Les troubles de locomotion (faiblesse des pattes) qui entraînent la perte des sujets infirmes, peuvent être causés par une infection, par une alimentation mal équilibrée ou par un milieu stressant. Certaines souches peuvent avoir une prédisposition génétique à ce genre de problèmes. L'infirmité, frappe la colonne vertébrale, les os des pattes, les articulations et les tendons. On peut combattre l'infection à l'aide d'anticorps maternels dans le cas des virus et d'un traitement aux antibiotiques dans le cas des pathogènes bactériens. Un déséquilibre nutritionnel à l'origine d'une carence en calcium, en phosphore ou des deux à la fois peut se traduire par des troubles locomoteurs (**PETIT, 1991 ; GUERIN *et al.*, 2018**).

II.4.4. Carences alimentaires

Les poussins qui ne consomment pas et ne s'abreuvent pas suffisamment sont de faible poids, fragiles et déshydratés. Ils présentent un gésier et des intestins vides, un foie de couleur jaune et une vésicule biliaire distendue ; il en résulte un taux de mortalité élevé durant la 1^{ère} semaine d'élevage .Afin d'éviter cette situation, il est recommandé de maintenir des conditions d'ambiance adéquates aux besoins des volailles dans les bâtiments d'élevage et de veiller à la distribution d'eau de boisson et d'aliment de bonne qualité et en quantité suffisante **(PETIT, 1991).**

Chapitre III

Les mesures sanitaires en élevage avicole

Chapitre III : Mesures sanitaires en élevage aviaire

Dans tout élevage avicole rationnel, l'acte vétérinaire curatif doit devenir l'exception car c'est en respectant l'adage « il vaut mieux prévenir que guérir » que l'éleveur moderne diminuera au maximum l'incidence économique due à la pathologie.

La biosécurité correspond ainsi à l'ensemble des pratiques ayant pour but de limiter la pression infectieuse dans un élevage. Il devient alors intéressant de distinguer la biosécurité interne qui veut empêcher la propagation de l'ensemble des micro-organismes à l'intérieur de l'élevage, de la biosécurité externe qui vise à réduire au maximum l'introduction de nouveaux microbes, virus ou parasites dans l'enceinte de vie des animaux.

III.1. Pratiques de biosécurité

La biosécurité est l'ensemble des mesures visant à réduire le risque d'introduction et de propagation de contaminants dans tout élevage avicole.

III.1.1. Au couvoir

Au couvoir, les pratiques de biosécurité concernent les locaux et matériel, le personnel et les œufs.

❖ Hygiène des locaux et du matériel

Le couvoir est généralement conçu de manière à permettre un circuit logique de progression des œufs à couvrir et du poussin, et à éviter tout retour en arrière. Les différentes salles doivent faire l'objet d'un nettoyage suivi d'une désinfection dont la fréquence varie avec la cadence de production des poussins. La salle de réception des œufs et la salle des incubateurs doivent être désinfectées au moins une fois par semaine de même que la salle des éclosions et la salle de conditionnement des poussins après chaque éclosion. Le matériel (chariots, plateaux, etc.) doit être désinfecté après chaque utilisation ; il doit en être de même des véhicules de transport des œufs et de livraison des poussins (**GUERIN *et al.*, 2016**).

❖ Hygiène du personnel

Les employés chargés des soins aux animaux ne doivent pas avoir d'activités au niveau du couvoir. Les accès au couvoir sont à protéger comme les bâtiments d'élevage par des pédiluves. Le personnel du couvoir doit porter une blouse ou une combinaison et un calot et doit se désinfecter les mains avant chaque séance de travail (**GUERIN *et al.*, 2016**).

❖ Hygiène des œufs

Avant la mise en incubation, les œufs sont désinfectés soit par fumigation, soit par trempage pour éviter des contaminations microbiennes.

III.1.2. En élevage avicole

Les animaux particulièrement dangereux et qui sont responsables de la persistance de l'infection sont les sujets infectés permanents immunotolérants qui peuvent donner naissance à des sujets infectés de façon permanente.

Le tableau 1 récapitule les différentes sources potentielles d'agents infectieux en élevage aviaire.

Tableau 1 : Origine du microbisme dans les élevages avicoles

SOURCES (multiplication des microorganismes)	MATIERES VIRULENTES	RESERVOIRS (conservation du microbisme)	VECTEURS
<u>Volaille vivantes</u> - Porteurs sains . Poussins toutes espèces . Adultes - Porteurs en incubation - Malades - Porteurs guéris	- Matières fécales - Jetage - Duvet - Cadavres - Œufs - Denrées d'origine avicole - Sous produits et déchet de couvoir, d'abattoir et de restauration	- Litières, fumiers, lisiers - Poussières - Eau des abreuvoirs - Eau de ruissellement - Sols d'élevage - Les différents ateliers et locaux de la filière - Les effluents - Les véhicules	- L'air, les poussières, les gouttelettes de pflüge - L'eau polluée - Le matériel d'élevage et de soins - Le matériel de conditionnement - L'aliment - Les véhicules - Les volailles
<u>Animaux domestiques et autres productions animales</u>	Déjections, cadavres et autres effluents issus de la filière de ces productions	Animaux domestiques de rente ou non avec les éléments du milieu extérieur cités ci-dessus qui leur sont attenants	
<u>Oiseaux et animaux sauvages, rongeurs</u>	Leurs déjections, nids, cadavres...	Oiseaux et animaux sauvages, rongeurs, invertébrés (insectes, larves, mollusques, vers...)	
<u>Homme</u>	Boues et effluents des égouts et stations d'épuration	L'homme : cheveux , mains, vêtements, chaussures, véhicules.	

(DROUIN, 1988)

III.2. Le bâtiment

La biosécurité doit faire partie du cahier des charges de la conception d'un bâtiment : caractérisation des circuits (animaux, aliments, éleveur, intervenants) et prise en compte du contexte épidémiologique local, comme la densité en bâtiments d'élevage.

De plus, la maîtrise des protocoles de nettoyage et de désinfection fait partie des obligations de moyens pour s'affranchir des contaminations résidentes. Ainsi, une détergence à l'eau chaude, la pertinence de la molécule utilisée pour désinfecter, la méthode d'application des produits et la nature des matériaux sont autant de facteurs à considérer.

Le vide sanitaire débute à partir du moment où le bâtiment est désinfecté, et non dès qu'il est vide, d'où l'importance selon **LEON (2015)** de démarrer les chantiers de nettoyage dès le départ du lot.

III.2.1. Facteurs d'ambiance

L'ambiance dans laquelle vivent les volailles a un rôle primordial pour le maintien des animaux en bon état de santé et pour l'obtention de résultats zootechniques correspondant à leur potentiel génétique

Différentes variables composent l'ambiance et la qualité de l'air ambiant au niveau de la zone de vie des oiseaux : la température, l'hygrométrie, la vitesse de l'air, la teneur en gaz (NH_3 , CO_2 , O_2), la teneur en poussières, la charge microbienne et l'état des litières et des parois.

La gestion de ces variables est toujours la résultante du meilleur compromis possible obtenu par l'éleveur en fonction notamment des conditions climatiques (**GUERIN *et al.*, 2016**).

III.3. Qualité de l'eau de boisson

L'eau revêt une importance capitale dans les élevages avicoles, elle est utilisée à plusieurs fins : pour l'abreuvement, en tant que véhicule de nutriments et de molécules à propriétés thérapeutiques (médicaments et vaccins), comme thermo régulateur, pour le nettoyage et la désinfection ainsi que le refroidissement des bâtiments lors des périodes de forte chaleur. L'eau peut véhiculer des pathologies d'étiologie chimique, bactérienne, virale ou parasitaire lorsqu'elle n'est pas potable. Une eau de mauvaise qualité réduit les performances zootechniques des volailles, affaiblit la solubilité des médicaments et donc leur efficacité thérapeutique et inactive les vaccins (**BENGOUMI *et al.*, 2015**).

Une eau de mauvaise qualité bactériologique peut provoquer des maladies et une eau de qualité physico-chimique inadéquate à l'élevage avicole, peut affecter la productivité et induire des échecs thérapeutiques. De ce fait, il s'avère primordial d'assurer une surveillance régulière de la qualité de l'eau de chaque élevage avicole par des analyses physico-chimiques et bactériologiques (**ELHARAIKI *et al.*, 2004**).

III.3.1. Normes de qualité de l'eau

Certains éléments présents dans l'eau peuvent déterminer ses propriétés ; c'est le cas :

- Des gaz : L'oxygène dissout, l'azote et le gaz carbonique sont présents dans l'eau. ; Si l'azote ne joue aucun rôle dans l'eau, il n'en est pas de même pour l'oxygène, qui

comme l'azote reste sous forme moléculaire et ne réagit pas avec l'eau. Par contre il influe sur son potentiel d'oxydoréduction. Ce dernier est déterminant pour la présence ou l'absence de certaines espèces minérales. Une eau destinée à l'abreuvement des animaux doit contenir au moins 5 à 6 mg/l d'oxygène dissout. Le gaz carbonique réagit avec l'eau pour donner, selon le pH de l'eau, de l'acide carbonique, des ions bicarbonates et carbonates. Ces derniers ions réagissent avec le calcium, précipitent et jouent un rôle d'effet tampon pour l'eau.

- Les éléments insolubles inertes minéraux ou organiques : Ce sont des matières en suspension, colloïdes ou insolubles et des éléments vivants comme des macro ou microorganismes dont certains peuvent jouer un rôle primordial sur la qualité de l'eau notamment les micro-organismes pathogènes.
- Les éléments solubles : selon leurs concentrations, ils sont classés comme suit :
 - Les éléments majeurs qui sont à des concentrations supérieures au mg/l. Ce sont, pour les éléments minéraux, les ions : le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, le chlore, le sulfate, le nitrate, le bicarbonate et le carbonate avec l'acide silicique. Ces éléments contribuent à la minéralisation de l'eau.
 - Les éléments traces regroupent les composés minéraux dont les concentrations varient du µg/l au mg/l tels que le fer, le manganèse, l'aluminium, l'ammonium, les phosphates. Les composés organiques sont représentés par les détergents, les phénols et les hydrocarbures.
 - Les éléments ultra traces concernent essentiellement des composés organiques à l'exception du mercure. Leurs concentrations sont inférieures au µg/l ; ils sont représentés par des résidus de pesticides, de médicaments, de facteurs de croissance, des métabolites d'algues et des toxines bactériennes (**VAN DER HORST, 2007**).

III.3.2.Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

Bien qu'il n'existe pas de réglementation sur la qualité de l'eau, des recommandations doivent être appliquées pour limiter les risques sanitaires. Il est essentiel que l'eau de boisson soit de bonne qualité et se rapproche des normes de potabilité humaine. L'apport d'une eau saine est un facteur de bien-être pour les animaux.

Les valeurs préconisées des normes physico-chimiques de l'eau d'abreuvement en élevage aviaire sont rapportées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Normes physico-chimiques de l'eau d'abreuvement en élevage aviaire

Paramètres	Normes
pH	5,5-7,5
Dureté	10 à 15°f
Fer	≤ 0,2 mg/l
Manganèse	≤ 0,05 mg/l
Nitrates	≤ 50mg/l
Nitrites	≤ 0,1 mg/l
Ammonium	≤ 0,5 mg/l
Matières organiques	≤ 02 mg O ₂ / l

(ITAVI, 2011)

III.3.3. Qualité microbiologique de l'eau de boisson

La qualité bactériologique de l'eau de boisson est un facteur de risque majeur de troubles digestifs. Les germes impliqués dans l'altération de la qualité de l'eau sont les germes totaux, les coliformes fécaux, les entérocoques, les salmonelles et les parasites.

En absence de normes officielles algériennes relatives à l'eau destinée à l'abreuvement des animaux, nous nous sommes référés aux normes européennes. Les normes humaines (décret du 20 décembre 2001 et Directive du Conseil de l'Union européenne du 3 novembre 1998) servent donc de référence mais sont difficilement atteignables en bout de ligne des bâtiments. Des valeurs préconisées en élevage sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3: Normes bactériologiques humaines et valeurs préconisées en élevage avicole

Paramètres bactériologiques	Normes humaines (germes par quantité d'eau)	Préconisations élevage (germes par quantité d'eau)
Germes totaux à 22°C	<100 (dans 100 ml)	< 100 (dans 100 ml)
Coliformes totaux	0 (dans 100 ml)	< 5 (dans 100 ml)
Coliformes thermotolérants	0 (dans 100 ml)	< 5 (dans 100 ml)
Entérocoques	0 (dans 100 ml)	< 5 (dans 100 ml)
Anaérobies sulfito-réducteurs	0 (dans 20 ml)	< 10 (dans 20 ml)

(BENGOUMI *et al.*, 2015)**III.3.4. Désinfection de l'eau et des systèmes de nettoyage**

Une désinfection régulière de l'eau et un programme de nettoyage des lignes d'eau peuvent assurer une protection correcte contre la contamination microbienne et la croissance du biofilm dans les lignes d'eau.

Le biofilm est une pellicule constituée d'organismes variés : bactéries, fungi ou algues qui se développent en couche mince sur les surfaces. Les bio-films peuvent cacher des organismes pathogènes, des germes susceptibles de transmettre des gènes de résistance aux antibiotiques ou de réduire l'efficacité des désinfectants utilisés (**ITAVI, 2011**).

Plusieurs désinfectants sont neutralisés directement par la matière organique et restent peu efficaces. Dans un milieu clos tel que les canalisations d'eau, la surface de contact du désinfectant est limitée contrairement aux surfaces planes. Si le biofilm est établi, les bactéries situées en surfaces sont tuées alors que celles situées en profondeur survivent. C'est pourquoi, il faut détacher et éliminer le biofilm lors des opérations de nettoyage lors des périodes de vide sanitaire entre les bandes d'élevage (**VIENNE, 2009**).

Les produits qui contiennent du peroxyde d'hydrogène ont prouvé leur efficacité pour diminuer le biofilm dans les lignes d'eau. En plus des mesures sanitaires, la prophylaxie médicale joue un grand rôle dans la bonne gestion de la ferme (**GUERIN et al., 2016**).

III.4. La litière

En début d'élevage, la litière a un rôle d'isolation thermique et de confort lors de la réception des poussins. Les types de litière sont très variables selon les différents contextes géographiques où se déroulent les élevages : copeaux, paille hachée, éclatée, défibrée, balle de céréales, de riz, écorces de bois, papiers recyclés, etc. (**GUERIN et al., 2016**).

L'épaisseur de la litière est variable selon les conditions climatiques, la densité, la maîtrise de la ventilation, la formulation de l'aliment (maïs/blé) et le type d'abreuvement (pipette/abreuvoir). Sur ce plan, il est préconisé par le guide d'élevage **HUBBARD (2015)** de préférer les pipettes aux abreuvoirs ronds pour limiter le gaspillage d'eau.

De plus, la température de la litière est fondamentale car la surface plantaire du poussin en contact avec le sol est dénuée de plumes et représente une partie importante de la surface totale du corps de l'animal. D'importants transferts de chaleur par conduction ont alors lieu à ce niveau (**CASANOVAS, 2011**).

Selon **JACQUET (2007)**, une litière en bon état est une litière sèche, friable, avec peu de dégagement d'ammoniac. Par contre, une litière en mauvais état affecte la santé et les performances des animaux. Mal conservée, exposée à l'humidité, la paille moisit et favorise les infections respiratoires (**LEON, 2015**). Elle peut également servir de vecteur passif si elle est stockée dans un lieu exposé aux déjections d'animaux (oiseaux, rongeurs, animaux de compagnie).

III.5. Qualité de l'aliment

Il existe une large relation entre la qualité des aliments des volailles et leur statut sanitaire. L'aliment peut par les carences qu'il présente ou sa contamination, induire des pathologies et agir sur l'état et la qualité sanitaire des produits animaux. Des sources de contamination peuvent être identifiées à plusieurs niveaux, notamment au niveau des matières premières ainsi que lors de la fabrication des aliments (**AFSSA, 2000**). Selon **MARANGOS (2002)**, un aliment à base de graines oléagineuses et de céréales contenant moins de 10 entérobactéries / g, peut être contaminé pendant son transport et le taux d'entérobactéries peut alors atteindre plus de 10⁷ entérobactéries / g.

Les mycotoxines sont des contaminants naturels extrêmement fréquents des produits céréaliers, base de l'alimentation des volailles. Ces substrats ont une composition très favorable au développement fongique et à la synthèse des toxines. Ainsi, la fréquence de contamination de ces matières premières est souvent comprise entre 30 et 70%. (**RODRIGUES et NAEHRER 2012, STREIT et al 2013**).

Le stockage de l'aliment dans les silos d'élevage doit également tenir compte des potentielles contaminations : étanchéité, pas de contact avec les animaux sauvages, nettoyage en fin de bande, vérification régulière de l'état des aliments stockés, et notamment absence de moisissures (**KELLER et al, 1997**).

III.6. Mesures de prophylaxie médicale

III.6.1. Vaccination

La vaccination est un outil prophylactique, individuel ou collectif. Elle a pour but de stimuler le système immunitaire d'un individu afin de l'immuniser de façon durable et spécifique contre un agent pathogène précis. Le principe de base de la vaccination est l'immunisation active.

En présentant au système immunitaire un antigène (Ag) lors d'une première injection vaccinale, il est provoqué chez l'individu vacciné, une réponse immunitaire primaire, courte et de faible intensité. Lors d'une seconde rencontre avec cet antigène, une réponse immunitaire secondaire rapide, intense et durable, résultant d'une mémoire immunitaire mettant en jeu l'immunité cellulaire et l'immunité humorale est alors déclenchée. Grâce à cette réponse secondaire, l'organisme est ainsi protégé de façon efficace et durable contre une potentielle infection par le pathogène sauvage.

La vaccination est généralement spécifique d'un pathogène, voire d'une souche mais il existe des mécanismes dits de protection croisée, permettant parfois une immunité partielle voire totale, envers d'autres pathogènes (**LARGEAU, 2015**).

Les vaccins restent actifs à condition de maintenir la chaîne de froid. La préparation du vaccin est à réaliser à distance des animaux, il faut éviter d'en renverser sur les oiseaux ou près à proximité d'eux et administrer la dose exacte (**SMITH, 1992**). La solution vaccinale est à utiliser aussitôt sa reconstitution et les volailles ne doivent pas être vaccinées en période de stress. Le matériel nécessaire à la vaccination doit être propre, adéquatement lavé et stérilisé, les abreuvoirs métalliques sont à éviter et car certains ions peuvent inactiver le virus vaccinal. Pour les vaccins à administrer par l'eau de boisson, ils doivent être pris en une heure maximum et tous les animaux doivent y avoir un accès facile à l'abreuvoir (**FEDIDA, 1996**).

Un flacon de vaccin entamé ou simplement ouvert ne peut pas être conservé ; il doit être employé dans les 3-4 heures qui suivent. Il est donc conseillé d'assoiffer les oiseaux quelques heures avant les vaccinations dans l'eau de boisson (**BULDGEN, 1996**).

III.6.2. Voies d'administration

Les méthodes d'administration sont nombreuses, les méthodes individuelles visent à vacciner les oiseaux un à un, tandis que les méthodes collectives consistent à distribuer la solution vaccinale directement à un ensemble de sujets.

L'administration individuelle se fait de différentes manières : par injection, par transfixion alaire, par goutte dans l'œil, ou par injection dans l'œuf vers 18 jours d'incubation. La gestion des grands effectifs a amené au développement de méthodes d'administration en masse : pulvérisation et eau de boisson. Une mauvaise méthodologie d'administration est la première cause d'échec vaccinal. Si les méthodes individuelles sont les plus sûres pour la prise vaccinale, elles sont également les plus coûteuses en temps et en main-d'œuvre (**BLANCOU, 1997**).

III.6.3. Les différents types des vaccins

Le niveau de protection offert par les différents vaccins est variable, certains vaccins induisent une très forte immunité protectrice ce qui permet une baisse de l'incidence et de la prévalence de la maladie. Dans d'autres cas, la vaccination permet simplement la diminution de l'expression de la maladie (baisse de la prévalence des cas cliniques) sans diminution de la circulation de l'agent pathogène au sein du troupeau (incidence de l'infection).

III.6.3.1 .Vaccins à agents vivants atténués

Ce type de vaccins est constitué par le micro-organisme vivant mais dont la virulence a été atténuée afin de le rendre non pathogène, tout en préservant ses qualités immunogènes (**TIZARD, 2013**). Il a l'avantage d'être très immunogène et donc en général très efficace. Cependant, ces vaccins présentent plusieurs inconvénients : Il subsiste un risque (minime) de déclencher la maladie, car d'une part, les méthodes empiriques d'atténuation ne garantissent pas l'absence totale de micro-organismes contaminants ou d'un pouvoir pathogène résiduel et que d'autre part, il existe un risque de réversion et donc de retour à la forme pathogène ; toutefois, cette situation reste très rare (**TIZARD, 2013**).

III.6.3.2. Vaccins à agents inactivés

Ces vaccins sont constitués des protéines antigéniques ayant perdu leur capacité de se multiplier ; ils ont été inactivés ou « tués » mais la structure des protéines formant l'Ag qui sera reconnu par le système immunitaire doit rester intacte.

Les vaccins à agents inactivés présentent moins de danger que les vaccins à agents atténués mais ont généralement une efficacité moindre en intensité et en longévité. Ils nécessitent donc d'être adjuvés et de réaliser des rappels de vaccination fréquents. L'immunité induite par ces vaccins est souvent de type humoral (**TIZARD, 2013**).

III.6.3.3.Vaccins « sous unités » ou « purifiés »

Ces vaccins sont constitués uniquement de la partie immunologique active des pathogènes ou de leur métabolite (les toxines par exemple). Ce type de vaccin permet donc une innocuité parfaite tout en permettant un niveau de protection élevé, nécessitant toutefois d'être adjuvés. Ils présentent aussi l'intérêt de permettre une meilleure compatibilité entre les vaccins. Un des facteurs limitant est leur coût élevé de production (**BLANCOU, 1997**).

III.6.3.4.Vaccins peptidiques

La réponse immune de l'hôte n'est pas dirigée contre la totalité de la protéine mais contre de petits fragments appelés épitopes, correspondant à un peptide. Certains épitopes sont synthétisables, par simple synthèse chimique ; à ce jour, il n'existe pas de vaccins de ce type (**ELOIT, 1998**).

III.6.3.5. Vaccins à ADN ou vaccins « génétiques »

Ces vaccins sont constitués par un gène d'intérêt du pathogène ; en général un gène codant l'Ag inséré dans un plasmide bactérien. Ces vaccins présentent l'avantage d'avoir une efficacité prolongée dans le temps car le plasmide persiste librement dans la cellule hôte sans pouvoir s'y répliquer, ce qui permet la production continue de protéines antigéniques immunisantes. Le second avantage de ce type de vaccin est sa possible utilisation chez le jeune car son efficacité n'est pas fonction de la présence d'anticorps d'origine maternel (AOM) (BLANCOU, 1997).

III.6.3.6. Vaccins vectorisés

L'usage des vaccins vectorisés se développe de plus en plus en médecine vétérinaire. Après isolement des gènes de l'agent pathogène impliqués dans l'induction d'une réponse immunitaire, ceux-ci sont incorporés au sein d'un organisme vecteur (virus : adénovirus, herpes virus... ou bactéries : salmonelles, ...).

Les vecteurs ont eux-mêmes été modifiés afin de ne plus présenter de pouvoir pathogène ; ils expriment le gène au sein de l'hôte. Cette méthode induit des réponses immunitaires protectrices très puissantes et sont capables d'induire une immunité même en présence de niveaux élevés d'immunoglobulines d'origine maternelle. Ces vaccins ont l'avantage de ne pas nécessiter l'ajout d'un adjuvant (LEPRETRE, 2009).

Les maladies virales aviaires causées par la bronchite infectieuse, la bursite infectieuse et le virus de la maladie de Newcastle sont un obstacle majeur dans l'industrie avicole dans le monde entier et entraînent des pertes économiques substantielles, en particulier chez les poulets de chair, en raison d'une détresse respiratoire, d'une mortalité élevée, d'une croissance altérée ou d'une suppression immunitaire. De plus, elles ont la capacité d'induire des maladies indépendamment ou en infection concomitante les unes avec les autres. Leurs épidémies se produisent toujours sur le terrain, bien que plusieurs vaccins, inactivés ou recombinants soient disponibles dans le commerce (SWAYNE *et al.*, 2003). Il y a eu un intérêt accru ces dernières années pour l'utilisation d'agents antimicrobiens naturels et l'utilisation des HE seules ou en combinaison paraît comme une bonne stratégie pour lutter contre de nombreux pathogènes (AWAAD *et al.*, 2010 ; BARBOUR *et al.*, 2011). Plus de 3000 HE ont été inventoriées, dont environ 300 sont utilisées aujourd'hui dans les industries des arômes et des parfums (VAN DE BRAAK et LEIJTEN, 1999; BAGHBAN-KANANI *et al.*, 2019). Les travaux de REICHLINGA *et al.*, (2009) rapportent que les HE les plus testées présentent une activité

antivirale claire évidente sur les virus à ADN et ARN enveloppés, alors qu'elles n'affectent pas les virus non enveloppés.

Chapitre IV

Usage des phytobiotiques en alimentation animale

Chapitre IV. Usage des phytobiotiques en alimentation animale

IV.1. Introduction à la phytothérapie

Depuis la nuit des temps, les hommes apprécient les vertus apaisantes et analgésiques des plantes. Aujourd'hui encore, les 2/3 de la pharmacopée ont recours aux propriétés curatives des plantes. Si certaines pratiques médicales paraissent étranges et relèvent de la magie, d'autres au contraire, semblent fondées et donnent entière satisfaction (**SCHILLER et SCHILLER, 1994**).

Toutefois, malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages, l'efficacité des médicaments classiques, tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves) étant souvent remise en cause.

La phytothérapie propose aujourd'hui des remèdes naturels qui sont bien acceptés par l'organisme. L'exploitation des ressources végétales repose sur 3 types d'études :

- **L'étude chimiotaxonomique** qui consiste à rechercher des catégories de molécules dans les plantes en fonction de leur appartenance botanique. Ainsi les Apocynaceae, les Rutaceae, les Rubiaceae renferment souvent des alcaloïdes et c'est parmi ces familles que l'on recherche ce type de substances;
- **L'étude ethnopharmacologique** qui consiste à recueillir des informations sur l'utilisation des plantes auprès des populations locales pratiquant la phytothérapie traditionnelle (tel le cas des ethnies d'Amérique du Sud, des îles du Pacifique, d'Afrique ou du Sud- Est Asiatique) ;
- **L'étude pharmacologique** qui est caractérisée par l'observation du comportement des plantes dans leur environnement naturel. Les interactions plantes-plantes (allélopathie), plantes-microorganismes, plantes-insectes, plantes-animaux sont associées à des signaux chimiques (**BARNES et al, 2007**).

IV.2. Principales actions des huiles essentielles

Les HE agissent en tant qu'antibactérien, antiparasitaire, antimycosique, antiviral, anti-oxydant (**BOTSOGLU et al., 2005**), hypocholestérolémiant (**CRAIG, 1999**), et comme insecticide (**ALAOUI BOUKHRIS, 2009**).

IV.2.1. Activité antibactérienne

L'amélioration des performances du poulet de chair rapportée suite à l'ingestion de l'HE d'origan, est en rapport avec les activités antimicrobiennes de cette plante. En effet, il a été

démontré que les composés chimiques de l'origan réduisent certaines populations bactériennes qui infestent l'intestin, tel que *C. perfringens*, *E. coli* (JUNEJA et FRIEDMAN, 2007 ; OUWEHAND *et al.*, 2010), *Streptococcus epidermis*, *Salmonella enterica* serovar *infantis*, *Salmonella enterica* serovar *enteritidis*, et *Salmonella enterica* serovar *typhimurium* (OUWEHAND *et al.*, 2010).

Par ailleurs, BENZIANE *et al.* (2010) confirment l'effet bactéricide de l'origan pour: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Campylobacter jejuni*, *Vibrio cholera* à des concentrations minimales inhibitrices variant de 0,1 à 4,02 mg/ml. L'espèce *Citrobacter* est la plus sensible à l'huile d'origan avec une zone moyenne d'inhibition de $24,0 \pm 0,5$ mm. L'infusion aqueuse a également montré l'action inhibitrice de l'origan sur l'activité de *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella ozaena* et *Enterobacter aerogenes* (CHAUDHRY *et al.*, 2007).

Selon EBRAHIMZADEH *et al.* (2011) l'addition de 600 et 1200 mg HE d'origan /kg d'aliment chez le poulet de chair améliore sensiblement ($P < 0,05$) l'indice de conversion durant toute la période d'élevage, en dépit du fait que le nombre de lactobacilles soit inchangé. En revanche, il a été observé que les populations d'*Escherichia coli* au niveau caecal aient été réduites lorsque l'aliment renferme 300 et 600 mg HE /kg.

IV.2.2. Activité antioxydante

Plusieurs auteurs rapportent que l'incorporation à l'aliment du poulet de chair d'extraits de romarin et de sauge ou d'HE d'origan pourrait améliorer la stabilité oxydante de la viande pendant l'entreposage frigorifique (BOTSOGLU *et al.*, 2002a ; BOTSOGLU *et al.*, 2002b) ou son entreposage à -20°C pendant une période de 9 mois (BOTSOGLU *et al.*, 2003) .

De plus, BOTSOGLU *et al.* (2005) observent que la combinaison origan déshydraté- α - acétate tocophérol comme additif alimentaire chez le poulet de chair, exerce une activité antioxydante plus forte que celle de l' α - acétate tocophérol seul.

Toutefois, il est précisé par BOTSOGLU *et al.* (2005) que le safran, l'origan ou le romarin ont un effet antioxydant sur le jaune d'œuf de poule mais il reste moins élevé que celui de l' α - acétate tocophérol.

La stabilité oxydante de la viande de volailles ou celle du jaune d'œuf est améliorée par l'action conjuguée des composés antioxydants représentés par les isomères phénoliques thymol et carvacrol des extraits et HE des plantes aromatiques (BASER *et al.*,

2010 ; MIGUEL 2010). Par ailleurs, ZENG et al. (2015) précisent que les HE pourraient remplacer des antioxydants synthétiques utilisés lors de la transformation industrielle des viandes.

IV.2.3. Activité antiparasitaire et antimycosique

Sur le plan sanitaire, l'utilisation de substances végétales s'est avérée intéressante pour réduire les effets négatifs de la coccidiose aviaire (ABBAS, 2012) qui est considérée comme étant un des problèmes de santé les plus graves en élevage aviaire. Classiquement, la coccidiose est contrôlée par l'utilisation d'anticoccidiens et à moindre échelle par des vaccins (ARCZEWSKA-WLOSEK et al., 2012 ; DANFORTH, 1998). Cependant, depuis un certain nombre d'années, plusieurs travaux ont mis en exergue l'effet anti coccidien de certaines substances végétales.

Les expériences menées par AZCREWSKA-WLOSEK et SWIARKIEWICZ (2012) ont permis de tirer la conclusion suivante : l'utilisation d'un mélange d'extraits d'*Allium sativum*, de *Salvia officinalis*, d'*Echinacea purpurea*, de *Thymus vulgaris* et d'*Origanum vulgare* réduit les effets nocifs d'*E. acervulina*, d'*E. tenella*, d'*E. maxima* et d'*E. necatrix* chez le poulet de chair.

IV.2.4. Activité antivirale

Des huiles commerciales d'origan renfermant des concentrations élevées de carvacrol se sont avérées être de puissants agents antiviraux efficaces contre la grippe, y compris contre le virus H1N1 pandémique. Le carvacrol montre une forte activité cytotoxique (HUDSON et VIMALANATHAN, 2012).

De même, les travaux de PILAU et al., (2011) rapportent que l'HE d'origan mexicain (*Lippia graveolens*) et son composant principal, le carvacrol, sont capables d'inhiber différents virus humains et animaux *in vitro* tel que le virus respiratoire syncytial humain (HRSV), l'herpès virus bovin de type 2 (BoHV-2) et le virus de la diarrhée virale bovine (BVDV). De plus, LAI et al. (2012) au terme de leurs travaux, concluent que le virus de l'herpès simplex de type I (HSV-1), virus à ADN enveloppé, est inactivé à 90% en 1 heure par le carvacrol et le thymol.

IV.2.5. Activité sur la sphère digestive

Au niveau bucco-nasal des oiseaux et des mammifères des récepteurs gustatifs peuvent détecter les molécules composant les HE. L'activation de ces mécanismes de détection induit un effet stimulant sur la digestion en augmentant les sécrétions digestives et la motilité intestinale (**BRENES et ROURA, 2010**).

Avec un mélange d'HE riche en carvacrol, une augmentation de la quantité des enzymes dans le proventricule et le mucus dans le jéjunum a été rapportée chez le poulet, lui conférant une protection de la muqueuse d'une part et modifiant la taille des cryptes du jéjunum en fonction du type de régime (**BRENES et ROURA, 2010**). **GABRIEL et al., (2013)** soulignent que l'absorption des HE, chez les oiseaux se fait dès le jabot dont l'épithélium est perméable à leur structure moléculaire et dépend de la composition chimique du bol alimentaire et de leur quantité dans le régime. En revanche, l'absorption des HE peut être différée vers les parties postérieures du tractus digestif par certains procédés d'encapsulation. **ZENG et al., (2015)** précisent que l'amélioration de l'absorption des nutriments induite par les HE peut être expliquée en partie par l'augmentation des sécrétions salivaires et biliaires, la stimulation de l'activité enzymatique et la diminution de la flore microbienne pathogène dans l'intestin permettant ainsi la régénération des cellules épithéliales qui favorise une augmentation de la longueur et la surface des villosités de l'intestin.

IV.3. Intérêt des phytobiotiques en élevage aviaire

IV.3.1. Effet sur les performances de la volaille

Plusieurs études ont montré que l'origan présente des propriétés permettant d'améliorer les performances zootechniques et l'état sanitaire de plusieurs espèces domestiques, tel que le poulet de chair (**LEWIS et al., 2003; DEMIR et al., 2005; CALISLAR et al., 2009**), la dinde (**BAMPIDIS et al., 2005**), et les cailles (**CETINGUL et al., 2009**). Ces performances résultent soit de l'action de l'origan mélangé seul à l'eau de boisson soit lorsqu'il est en association à d'autres substances.

Ainsi, **CABUK et al., (2006)** rapportent que chez le poulet de chair, la combinaison de plusieurs HE dont celle de l'origan entraîne de meilleurs indices de consommation et de conversion, ceci les a amené à considérer l'HE d'origan comme un véritable facteur de croissance naturel pour la volaille. En association aux mannanes oligosaccharides, l'HE de l'origan permet selon **BOZKURT et al. (2009)** d'améliorer le poids vif des coqs et des poulets de chair, ainsi que l'indice d'efficacité alimentaire.

L'addition de l'huile d'origan à raison de 1% au régime alimentaire de poulets de chair, améliore d'environ 4 %, l'indice de conversion alimentaire par rapport à celui calculé pour le lot témoin.

Toutefois, l'effet de l'HE d'origan n'est pas toujours aussi probant puisque **BOTSOGLOU et al., (2002a)** n'observent aucune amélioration des performances du poulet de chair, malgré l'utilisation de ses extraits à raison de 50 et 100 mg/kg d'aliment. Il en est de même lorsque l'huile d'origan (100 et 200 mg/kg d'aliment) est introduite dans l'alimentation de la dinde (**BOTSOGLOU et al., 2003**). En revanche, l'introduction des feuilles séchées d'origan à une concentration de 5 g/kg d'aliment, exerce un effet bénéfique sur la croissance des poulets de chair selon **BOTSOGLOU et al.,(2005)** et celle des dindes lorsque leur taux d'inclusion dans l'aliment est de 1,25, 2,5 et 3,75 g/kg (**BAMPIDIS et al., 2005**). En revanche, ce type de traitement est sans effet sur les performances de la caille pondeuse lorsque les feuilles d'origan sont incorporées à raison de 10 ou 20 g/kg d'aliment (**BONOS et al., 2011**).

Selon **BOTSOGLOU et al.,(2005)**, la divergence des résultats obtenus à l'issue de l'introduction de l'HE d'origan dans l'alimentation des oiseaux d'élevage, serait attribuée aux différences des conditions environnementales et/ou à la composition chimique de l'origan.

La variation de réponse à l'ingestion d'origan est fonction de plusieurs facteurs dont la composition chimique des HE qui dépend du climat, de la saison, des conditions géographiques, de la période de récolte et de la technique de distillation (**BAYDAR et al., 2004**), le taux d'incorporation de l'origan à l'aliment (**ALCICEK et al., 2003; ERTAS et al., 2005**), ses caractéristiques variétales (**HALLE et al., 2004; HASSAN et al., 2004**), la composition de l'aliment (**JAMROZ et al., 2005**), les conditions sanitaires et environnementales de l'élevage (**JAMROZ et al., 2005; KARIMI et al., 2010**), et également de l'interaction de l'origan avec d'autres additifs alimentaires (**EL-HAKIM et al., 2009**).

Lorsque l'HE d'origan est mélangée à de l'eau de boisson (150 ou 300 mg/l) des poulets de chair, **BASSET (2000)** rapporte l'amélioration de leurs performances.

Outre l'HE d'origan, plusieurs autres substances (huile ou poudre) ont fait l'objet de travaux en alimentation avicole : addition d'HE d'anis (*Pimpinella anisum*) par **CIFTCI et al.,(2005)** chez le poulet de chair, addition de graines d'anis dans l'aliment (**EL-KATCHA, 2008**) chez le même type d'oiseau, ou chez la caille japonaise (**BONOS et al., 2011**), extraits de cannelle (**CHEN et al., 2008**) ou son HE (**AL KASSIE, 2009**) dans l'alimentation du poulet de chair, poudre d'ail (*Alium sativum*) en tant qu'additif alimentaire dans l'alimentation du poulet de chair (**ALIMON, 2012**), mélanges d'HE d'origan, de laurier, de sauge, de myrte, de fenouil et de citron introduits dans l'aliment destiné aux pondeuses (**BOZKURT et al.,2012**).

IV.3.2.Effet des HE sur la qualité de la carcasse

L'emploi de l'HE de thym à 0,7% dans l'aliment entraîne chez le poulet, des augmentations significatives du poids de carcasse et du rendement en carcasse ; cependant, l'augmentation n'est plus significative à des doses plus faibles de l'ordre de 0,1 et 0,3% (**FOTEA *et al* 2004**). Contrairement à ce résultat, d'autres travaux montrent l'absence d'effet sur le rendement en carcasse des feuilles de thym broyées incorporées à l'aliment à raison de 10 g/kg chez le canard (**ABOU-SEKKEN *et al.*, 2007.**, cité par **ALLEMAN *et al.*, 2013**) ou de 5 et 10 g/kg chez le poulet (**TOGHYANI *et al.* ,2010** ; cité par **ALLEMAN *et al.*, 2013**), ce qui représente l'équivalent de 0,01% d'HE. Cette faible concentration pourrait expliquer l'absence d'effet observé.

BOLUKBASSI *et al.*, (2006) cités par **ALLEMAN *et al.*, (2013)** rapportent que la composition lipidique de la viande est modifiée lorsque 100 ou 200 ppm de thym sont ajoutés à l'aliment. Ils décrivent une baisse des teneurs en acides gras (AG) saturés et polyinsaturés des lipides de la cuisse et du filet, au profit des AG mono-insaturés, ainsi qu'une modification de la qualité sensorielle et de la couleur de la viande. Chez les poules pondeuses nourries alimentées d'aliments supplémentés en HE de romarin, d'origan et de safran, **BOLUKBAS I *et al.* ,(2006)** observent une diminution significative de la fraîcheur des œufs ce qui semble en contradiction avec l'effet protecteur de la coquille sur l'oxydation.

IV.3.3.Effets sur l'immunité

De nombreux travaux rapportent les effets anti-inflammatoires et stimulateurs de l'immunité spécifique des HE. **NAJAFI et TORKI (2010)** observent une baisse du nombre des hétérophiles et une augmentation de celui des lymphocytes sanguins chez le poulet de chair recevant des rations enrichies en HE de thym. Chez le poulet, une modification de l'expression de gènes impliqués dans l'immunité au niveau des lymphocytes intra-épithéliaux du duodénum a été rapportée avec l'utilisation de carvacrol (**GABRIEL *et al.*, 2013**). Ces mêmes auteurs précisent que les effets biologiques dépendent des doses utilisées en plus de nombreux autres facteurs liés à l'animal ou à ses conditions d'élevage (**ALLEMAN *et al.*,2013**).

Les huiles essentielles sont également utilisées comme immunomodulateurs pendant les périodes où les oiseaux sont exposés au stress, agissant de manière protectrice et régénérative. Les huiles atténuent le stress causé par la vaccination (**BARBOUR *et al.*, 2011**; **FARAMARZI *et al.*, 2013**; **GOPI *et al.*, 2014**). Ces dernières années, des études ont été menées sur l'utilisation d'huiles essentielles en conjonction avec des programmes de

vaccination, y compris ceux contre la bronchite infectieuse, la maladie de Newcastle et la maladie de Gumboro.

Les résultats des expériences montrent que les huiles essentielles favorisent la production d'anticorps, améliorant ainsi l'efficacité de la vaccination (**AWAAD *et al.*, 2010; BARBOUR *et al.*, 2010; BARBOUR *et al.*, 2011; FARAMARZI *et al.*, 2013**). Les huiles essentielles contiennent des composés connus pour posséder de fortes propriétés anti-inflammatoires, principalement des terpénoïdes et des flavonoïdes, qui suppriment le métabolisme des prostaglandines inflammatoires (**KRISHAN et NARANG, 2014**). En outre, d'autres composés présents dans les huiles essentielles ont des propriétés anti-inflammatoires, analgésiques ou réductrices d'œdèmes, par exemple le linalol d'huile de lavande ou le 1,8-cinéole, le principal composant de l'huile d'eucalyptus (**PEANA *et al.*, 2003**).

IV.4.Toxicité des huiles essentielles

JENNER *et al.*(1964) rapportent l'absence de toxicité chez les rats ayant reçu par voie orale du carvacrol, du cinnamaldehyde, du bêta-ionone et du thymol aux doses respectives de 810, 2220, 4590 et 980 mg / kg de poids vif . Il en est de même pour des doses de thymol avoisinant 1000 et 10 000 ppm (**HAGAN *et al.*, 1967**).

BRUNETON (1999) indique qu'en ce qui concerne la sarriette et l'origan, la toxicité est de l'ordre de 1g/kg (donnée observée chez l'animal).

A travers une synthèse bibliographique sur les HE, **ALLEMAN *et al.*,(2013)** précisent que les HE sont des produits complexes pour lesquels des interactions entre principes actifs ne sont pas à exclure. Cependant, ils relèvent que les doses d'HE « additif » utilisées en alimentation des volailles sont probablement assez éloignées de celles susceptibles d'entraîner des troubles chez les animaux. Enfin, ils recommandent de réaliser des tests de tolérance sur espèce cible (au minimum jusqu'à 10 fois la dose recommandée) afin de s'assurer de l'innocuité du produit.

IV.5.Statut réglementaire des huiles essentielles en alimentation animale

L'utilisation d'additifs alimentaires chez les animaux est généralement soumise à des restrictions réglementaires. En général, ils sont considérés comme des produits utilisés à des fins nutritionnelles, en continu pour la plupart. Les HE n'échappant pas à la procédure réglementaire, leur commercialisation exige une information précise concernant leur composition en produits actifs, la dose maximale à utiliser et la traçabilité de l'ensemble du produit commercial. De plus, l'efficacité sur les performances de l'animal, l'absence

d'interactions possibles avec d'autres composés, l'absence d'effets nocifs (chez les animaux, les agriculteurs, les travailleurs dans les usines d'aliments, le consommateur et l'environnement) doivent être démontrées (ALLOUI, 2011).

IV.6. Taxonomie et description de la plante étudiée

IV.6.1. *Origanum glandulosum*

Selon QUEZEL et SANTA (1963) en Algérie, le genre *Origanum* regroupe 3 espèces : *Origanum majorana* (L.), *Origanum glandulosum* (Desf.) et *Origanum floribundum* (Munby).

Origanum glandulosum est une plante odorante qui appartient à la famille des Lamiacées, elle est endémique (BOULOS, 1983) et pousse spontanément dans le nord de l'Afrique, particulièrement en Algérie et en Tunisie (QUEZEL et SANTA, 1963). Elle présente des tiges toutes dressées (Photo 1), souvent rougeâtres et velues ; l'inflorescence est blanchâtre ou rose (BABA AISSA, 1999) et la corolle présente une lèvre inférieure qui est bien plus longue que la lèvre supérieure (QUEZEL et SANTA, 1963).

Le fort arôme des espèces du genre *Origanum* en font de puissants désinfectants (RICHARD, 1974). *Origanum glandulosum* est considérée comme une plante médicinale pour traiter des maladies sévères telles que les gripes (MAHMOUDI, 1990).

L'HE de cette plante possède une activité antioxydante considérable en raison de la présence de thymol et de carvacrol (RUBERTO *et al.*, 2002).



Photo 1 : *Origanum glandulosum*
(BABA AISSA, 1999)

IV.6.2.Noms vernaculaires

Origanum glandulosum porte le nom de marjolaine sauvage, grande marjolaine, pied de lit (GARNIER *et al.*, 1961), et origan (FOURMENT et ROQUES, 1941). En arabe, cette plante est appelée Zateur (QUEZEL et SANTA, 1963) ou Zaâter (BABA AISSA, 1991).

IV.6.3. Position systématique

La systématique d'*Origanum glandulosum* proposée par QUEZEL et SANTA (1963) est rapportée dans le tableau 4. Les travaux de LETSWAART (1980), reconnaissent au sein de cette espèce, divers taxons.

Tableau 4 : Systématique d'*Origanum glandulosum*

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Astéridae
Ordre	Lamiales
Famille	Labiées
Genre	<i>Origanum</i>
Espèce	<i>Origanum vulgare</i>
Sous espèce	<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>Glandulosum</i> ou bien <i>Origanum vulgare</i> L. sous-espèce. <i>glandulosum</i> (Desf.) Lets.

QUEZEL et SANTA (1963)

IV.6.4.Composition chimique

IV.6.4.1.Huiles essentielles

L'étude phytochimique d'*Origanum glandulosum* qui pousse dans la région de Sétif en Algérie montre que les huiles essentielles de cette plante présentent de fortes teneurs en carvacrol (47 %), suivi de g-terpinène (13,4 %), de p-cymène (11,2 %) et de thymol (6,6 %) (BELHATTAB *et al.*, 2005).

Par ailleurs, les analyses chromatographiques effectuées par RUBERTO *et al.*, (2002) sur les huiles essentielles d'*Origanum glandulosum*, récolté dans 4 stations différentes dans la région

de Sétif signalent la présence de 2 chimiotypes : chimiotype à thymol et chimiotype à carvacrol, suivi de p-cymène (3,6-25,8 %) et de g-terpinène (4,8-13,2 %).

Selon **BENDAHOU *et al.*, (2008)**, l'activité de l'HE d'*Origanum glandulosum* Desf est liée à sa richesse en phénols, particulièrement le carvacrol et le thymol.

IV.6.4.2. Concentration en principes actifs d'*Origanum glandulosum*

Le tableau 5 présente la composition en principes actifs des HE d'*Origanum glandulosum* réalisée par CPG/MS selon différents auteurs.

Tableau 5 : Composition des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* (en %)

Composés identifiés	BELHATTAB <i>et al.</i> , (2005)	SARI <i>et al.</i> , (2006)	BENDAHOU <i>et al.</i> , (2007)
a-thujène	0,3	t-0,7	0,7
a-pinène	0,7	0,1-0,7	0,6
Octen-3-ol	0,2	t-0,8	0,3
3-octanone	0,2	t-0,3	0,1
-pinène	0,2	t-0,1	1,4
J3-myrène	1,6	0,2-1,5	1,4
a-terpinène	1,5	0,2-2,0	0,6
p-cymène	11,2	1,7-18,5	12,5
limonène	0,3	0,1-0,8	2,5
y-terpinène	13,4	1,1-18,7	11,2
Linalol	1,0	0,4-0,9	1,2
terpinène-4-ol	0,4	t	0,4
a-terpinéol	0,5	t-1,6	t
Thymol	6,6	18,5-73,1	55,6
Carvacrol	47,0	7,6-72,6	2,7
trans-caryophyllène	-	-	0,9
3-sesquiphellandène	0,7	0,2-0,8	0,8
Oxyde de caryophyllène 1	0,4 1	0,2-0,7 1	0,2

t : Traces - : Composé non identifié

Les données du tableau indiquent que le carvacrol, le thymol et γ -terpinène sont les composés majoritaires des HE d'*Origanum glandulosum*.

IV.6.4.3. Polyphénols totaux

Molécules organiques caractérisés par la présence d'au moins deux groupes phénoliques, ce sont les produits de métabolisme secondaire des plantes.

L'origan est une herbe aromatique importante, riche en composés phénoliques avec une forte activité antioxydante et antibactérienne (SAGDICET., 2003 ; CAPECKA *et al.*., 2005).

IV.6.4.4. Flavonoïdes

Ils forment une sous-classe de polyphénols responsables de la couleur des fleurs et des fruits ; ce sont des métabolites secondaires caractérisés par la même structure de base : 2 cycles aromatiques reliés par 3 carbones. Les flavonoïdes représentent une source importante d'antioxydants dans notre alimentation.

Selon SKERGET *et al.*, (2005), le genre *Origanum* possède des flavonoïdes (quercétine, l'apigénine et la myricétine) en concentrations variables.

IV.6.4.5. Tanins

Substances végétales de la famille des polyphénols, ils sont des métabolites secondaires utilisés par les plantes supérieures comme antibactérien en raison de leur capacité à précipiter des protéines, des polysaccharides et alcaloïdes à partir de leur solution aqueuse.

Les mesures réalisées par HADI (2004) sur *Origanum vulgare L* indiquent une teneur en tanins de type pro- anthocyanidines estimée à 2,53 mg / g.

IV.7. Principales utilisations de l'origan

L'origan est utilisé dans les préparations culinaires et médicinales. C'est une plante expectorante, stomachique, stimulante et tonique. Elle possède des propriétés antiseptiques, antispasmodiques et antitussives (BABA AISSA ,1999 ; SIJELMASSI, 1991). Les espèces d'*Origanum* sont utilisées également comme des désinfectants puissants et comme des agents odoriférants dans les parfums (BEKHECHI *et al.*, 2008 ; CHIEJ, 1984).

C'est un bon stimulant de l'appareil digestif, il est particulièrement utile dans diverses affections des voies respiratoires (bronchite, trachéo-bronchite), il calme la toux en favorisant l'expectoration (CHIKHOUN, 2007 ; ERDOGAN et BELHATTAB, 2010).

Chapitre V

Généralités sur quelques activités biologiques des huiles essentielles

Chapitre V : Généralités sur quelques activités biologiques des huiles essentielles

V.1 : Activité antibactérienne

V.1.1. Introduction

L'activité antimicrobienne des huiles essentielles est liée principalement à leur composition chimique et particulièrement à la nature de leurs composés majoritaires. Plusieurs travaux relatent que les huiles essentielles (**CARSON et RILEY, 1995**) ont un effet antimicrobien vis-à-vis des bactéries à Gram négatif et à Gram positif (**PEREZ et al., 1999 ; LIS-BALCHIN et al., 2001**).

En effet, le pouvoir microbicide *in vitro* de certaines huiles essentielles a même été prouvé comme étant supérieur à celui de certains antibiotiques (**VALNET et al., 1978**). Par ailleurs, bien qu'il soit admis que l'activité antimicrobienne des huiles essentielles se classe dans l'ordre décroissant suivant la nature des composés majoritaires (phénol >alcool >aldéhyde >cétone>oxyde>hydrocarbures>esters (**LEE et al., 1971**), l'effet des composés minoritaires n'est parfois pas négligeable (**TANTAOUI et al., 1993**).

Parmi les travaux de recherche qui ont mis en valeur l'effet antimicrobien des huiles essentielles, nous rapportons ceux de **DIDRY et al.,(1993)** qui ont mis en évidence l'effet antimicrobien du thymol et du carvacrol, utilisés individuellement ou en combinaison sur des germes d'infection respiratoire.

Les travaux de **JUVEN et al., (1994)** relatent que l'huile de thym et ses constituants actifs détruisent les cellules vivantes de *Salmonella thyphimurum*, ceux de **VRINDA MENON et GARG, (2001)** indiquent que les huiles essentielles du clou de girofle, d'origan et du thym sont efficaces contre *Listeria monocytogenes* à une dose de 5-10µl/g dans des produits à base de viande. L'action inhibitrice des huiles essentielles de *Senecio graveolens* et de ses constituants sur des isolats cliniques de *Candida albicans* a été signalée par **PEREZ et al.(1999)**. **ARRAS et USAI, (2001)** ont démontré l'effet fongitoxique du carvacrol, composé majoritaire de *Thymus capitatus* sur le champignon *Penicillium digitatum*, tandis que l'effet antiviral des huiles essentielles d'origan et du girofle sur le virus Type1'herpès simplex ainsi que sur le virus de la maladie de Newcastle a été démontré par **SIDDIQUI et al.(1996)**.

V.1.2. Mode d'action des huiles essentielles

Vu la variabilité chimique (quantitative et qualitative) des huiles essentielles, leur mécanisme d'action sur les microorganismes reste encore peu intelligible. Du fait de cette variabilité, il est fort probable que chacun des constituants ait son propre mécanisme d'action

(RHAYOUR, 2002) et que leur activité antimicrobienne soit attribuable à plusieurs sites d'action au niveau cellulaire (BAJPAI et KANG, 2010).

Toutefois, la plupart des travaux réalisés montrent que l'action des huiles essentielles se déroule d'une manière générale en 3 phases :

- ❖ **Attaque de la paroi bactérienne** qui provoque une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires. Le caractère lipophile des huiles essentielles leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane cellulaire et provoque une fuite d'ions (K^+) suite à une perturbation chemo-osmotique (COX *et al.*, 2000; SOUZA *et al.*, 2006).
- ❖ **Acidification de l'intérieur de la cellule** : Une fois pénétrée dans la cellule, l'huile essentielle acidifie le milieu (baisse du pH) bloquant ainsi la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure. ULTEE *et al.* (1999) rapportent que le carvacrol provoque chez *Bacillus cereus* une diminution de l'ATP intracellulaire, ainsi qu'une réduction du potentiel membranaire et du pH intracellulaire. Certains composés phénoliques des huiles essentielles interfèrent avec les protéines de la membrane des micro-organismes comme l'enzyme ATPase, soit par action directe sur la partie hydrophobe de la protéine, soit en interférant dans la translocation des protons dans la membrane prévenant la phosphorylation de l'ADP (KNOBLOCH *et al.*, 1989). En sus, une inhibition de la décarboxylation des acides aminés chez *Enterobacter aerogenes* est également signalée par WENDAKOON et SAKAGUCHI (1995).
- ❖ **Destruction du matériel génétique** par les huiles essentielles. Les huiles essentielles hydroxylées pourraient créer des perturbations enzymatiques au niveau du mésosome qui participe à la séparation du matériel nucléaire au cours de la division cellulaire (MALECKY, 2007). Selon ce même auteur, l'activité inhibitrice des huiles essentielles serait due à leur affinité avec les groupements SH impliqués dans la division cellulaire.

V.1.3. Aperçu des techniques d'étude du pouvoir antimicrobien des huiles essentielles

L'activité antimicrobienne *in vitro* peut être déterminée par plusieurs méthodes soit en milieu liquide ou solide. La mise en évidence de cette activité est conditionnée par le caractère hydrophobe des huiles essentielles, leur volatilité ainsi que la nécessité de les tester à de faibles dosages. De ce fait, certaines de ces méthodes recourent à l'utilisation de divers solvants tels que l'acétone, l'éthylène-glycol (SU *et al.*, 2006), l'éthanol (CHANG *et al.*, 2008), le méthanol (ARMANDO et RAHMA, 2009), le DMSO (AHMED et ABDELGALEIL, 2005), ou l'emploi d'un émulsifiant comme le Tween 20 ou le Tween 80 (FU *et al.*, 2007;

CAPLIN *et al.*, 2009) afin de solubiliser l'huile essentielle et de lui permettre une dispersion homogène dans le milieu de culture: diffusion sur disque, dilution d'agar et dilution de bouillon (**BURT, 2004**).

V.1.3.1. Méthode de l'aromatogramme

C'est une méthode dont le principe est équivalent à celui d'un antibiogramme où les antibiotiques sont remplacés par les huiles essentielles. Elle consiste à faire couler dans des boîtes de Pétri le milieu de culture gélosé (10 à 25ml), inoculé de la souche microbienne à tester (ensemencement en surface). Une fois solidifié, des disques en papier filtre, ou papier buvard dont le diamètre peut aller de 6 à 10 mm, imprégnés de l'huile essentielle préalablement sélectionnée sont soigneusement déposés sur la gélose déjà ensemencée (**TRAORE, 2006**).

Après incubation, les colonies se développent sur toute la gélose sauf autour des disques où des zones vierges se contrastent (pas de développement de colonies), appelées zones d'inhibition et qui sont dues à l'effet antimicrobien exercé par l'HE sur la souche ensemencée. Le diamètre de la zone d'inhibition est proportionnel à l'activité antimicrobienne de l'huile sur le germe testé.

V.1.3.2. Méthode de diffusion en puits

Cette méthode est similaire à l'aromatogramme où l'on procède de la même manière pour l'ensemencement de la souche microbienne. Mais au lieu de déposer les disques en papier, des petits trous circulaires sont effectués directement au niveau de la gélose puis remplis d'un volume donné d'huile essentielle.

Après incubation, des zones d'inhibition circulaire apparaissent suite à la diffusion radiale de l'huile essentielle dans la gélose. La mesure des zones s'effectue comme déjà cité dans la première méthode (**EYMARD, 2003; WILKINSON, 2006**).

III.1.3.3. Méthode de micro-atmosphère

C'est une technique d'étude en phase vapeur ; son principe est d'ensemencer une boîte de Pétri avec les germes tests, tandis que l'on dépose quelques gouttes d'HE sur un papier filtre au fond et au centre du couvercle. La boîte est incubée couvercle en bas ; il se produit une évaporation des substances volatiles qui se propagent dans le milieu gélosé et exercent leur activité antimicrobienne sur le germe ensemencé. Après incubation, on procède à la mesure des zones d'inhibition (**LAHLOU, 2004; BASER et BUCHBAUER, 2010**).

V.1.3.4. Grandeurs de mesures des CMI et CMB

La détermination de ces deux concentrations est indispensable pour la précision de l'étude de l'activité antimicrobienne.

La CMI de façon générale est la plus faible concentration d'antimicrobien capable d'inhiber toute croissance visible après un temps d'incubation de 18 à 48 heures.

La CMI n'est pas totalement bactéricide et une partie de l'inoculum est capable de se développer après disparition du composé inhibiteur. Ceci a amené à définir un autre paramètre la concentration minimale bactéricide (CMB) parfois appelé aussi létale (CML) (**HILAN et al., 2009**).

V.2. Stress oxydatif et activité antioxydante

V.2.1. Radicaux libres

Plusieurs réactions biologiques, requises pour le fonctionnement normal de l'organisme, se déroulent dans les cellules et les tissus du corps. Ces réactions provoquent souvent la génération d'espèces avec des électrons non appariés appelés radicaux libres. Ces radicaux libres comprennent les espèces réactives oxygénées (ERO), les espèces réactives d'azote (ERN) et les espèces réactives de soufre (ERS) (**TAOFIQ et al., 2016**).

V.2.2. Stress oxydatif

Le stress oxydant se définit par un déséquilibre entre la production des espèces réactives oxygénées et les capacités cellulaires antioxydantes (**MIGDAL et SERRES, 2011**). Le stress oxydatif est le résultat d'un ensemble de réactions biochimiques qui se déclenchent sous l'influence d'une agression chimique, physique, voire bactérienne ; il déclenche des pathologies nombreuses tel que le cancer (**MORELLE, 2003**).

V.2.3. Types d'antioxydants

Les tissus végétaux contiennent un réseau de composés qui contrôlent le niveau d'espèces réactives d'oxygène (**MORENO et al., 2006**). L'effet oxydatif de ces dernières peut être minimisé par l'utilisation d'antioxydants, ces derniers sont de 2 types : ceux d'origine synthétique et ceux d'origines enzymatique. Les premiers constituent selon **MECHERGUI et al., (2010)**, une source importante d'antioxydants comme le BHT et le BHA, tandis que les seconds sont représentées par les antioxydants d'origine alimentaire qui sont nombreux, certains sont liposolubles comme le tocophérol; β carotène; lycopène, d'autres sont

hydrosolubles comme l'acide ascorbique; et d'autre sont plus hydrosolubles que liposolubles comme les polyphénols (**MORENO *et al.*, 2006**).

Les antioxydants synthétiques sont nocifs et cancérogènes, ce qui justifie que l'emploi d'extraits de plantes naturelles comme antioxydants enzymatiques dans l'industrie alimentaire devient de plus en plus important (**WOLLINGER *et al.*, 2016**).

En outre, il a été rapporté que l'utilisation d'antioxydants naturels peut protéger les effets nocifs des radicaux libres induits chez le corps humain (**NIKI, 2012**). Dans ce contexte, les huiles essentielles et leurs composants ont été intensément criblés pour leurs activités antioxydantes dans les industries alimentaires, en raison de leur état de sécurité relative et de leur large acceptation par les consommateurs (**MOTHANA *et al.*, 2012**).

V.2.4. Méthode d'évaluation de l'activité antioxydante

Plusieurs méthodes ont été développées pour tester la capacité de piégeage d'un radical libre et l'activité antioxydante totale d'un extrait de plante. Parmi ces méthodes, figure la méthode de réduction du radical DPPH (**OSZMIANSKI *et al.*, 2007**).

V.3. Test toxicologique HET-CAM

Le HEN'S EGG TEST (HET) ou test de l'œuf de poule est bien connu comme test de base pour l'embryotoxicité et pour les aspects spéciaux de la toxicité systémique et de l'immunopathologie. Le test d'embryotoxicité HET a été étendu et normalisé en tant que test de membrane HET-chorioallantoïque (CAM) pour l'irritation des membranes. La CAM des œufs fertiles incubés pendant 10 jours est une membrane vasculaire vitale, dans laquelle des effets irritants peuvent être observés après une exposition à des matériaux d'essai liquides ou solides. Les effets HET CAM sont notés et classés pour donner des évaluations des risques analogues à celles du test de l'œil de lapin de Draize (**LUEPKE et KEMPER, 1986**).

V.3.1. Effets des substances toxiques sur l'organisme

La toxicité est l'ensemble des effets néfastes d'un toxique sur un organisme vivant. Il s'agit d'une substance capable de perturber le fonctionnement normal d'un organisme. Selon **GILLES (2004)**, il peut être de source naturelle (poussières, pollen, etc.), chimique (urée, formaldéhyde, acétone, etc.), ou biologique (aflatoxines, anthrax, etc.). Le tableau 6 résume les effets des substances toxiques sur certains tissus et systèmes biologiques.

Tableau 6. Effets des substances toxiques sur quelques tissus et systèmes biologiques

Tissus / systèmes biologiques	Effets
Œil	Irritation, corrosion
Peau	Irritation, corrosion, dermatose
Système digestif	Irritation, corrosion
Système cardiovasculaire	Anomalie du rythme cardiaque
Système nerveux central	Dépression (nausée, vomissement, étourdissement)
Système nerveux	Neuropathie (perte de périphérique sensation, trouble de la coordination)
Système respiratoire	Irritation, corrosion, essoufflement
Système sanguin	Carboxy-hémoglobinémie
Système urinaire	Urine très foncée, sang dans les urines

(GILLES, 2004)

L'effet néfaste est lié à la dose, à la voie d'absorption, au type et à la gravité des lésions ainsi qu'au temps nécessaire à l'apparition d'une lésion (GILLES, 2004).

V.3.2.Méthodes d'évaluation de la toxicité

L'évaluation expérimentale de la toxicité globale d'un produit permet de déterminer, la dose maximale tolérée, les organes, les tissus et cellules cibles, les fonctions physiologiques altérées, les risques d'altération génétique et de cancérogénèse et les risques de malformation congénitale (INERIS, 2011).

Il existe plusieurs méthodes *in vivo* et *in vitro* qui permettent d'évaluer les effets d'un toxique.

V.3.2.1.Test d'irritation oculaire *in vivo*

Le test de Draize a été mis au point et affiné en 1992 pour des raisons humanitaires et a assurément empêché tout dommage. Le test est devenu une méthode utilisée par les laboratoires pour évaluer la sécurité des matériaux destinés à être utilisés dans ou autour des yeux. Le test implique un protocole standardisé pour instiller des agents sur la cornée et la conjonctive d'animaux de laboratoire (KIRK *et al.*, 2001). Il est très largement répandu et sert de référence pour les grandes classifications sur le potentiel irritant des produits chimiques (ADRIAENS *et al.*, 2014).

Le test de Draize est pratiqué sur l'œil de lapin, l'irritation de l'œil du lapin après instillation du produit est évaluée. L'instillation s'effectue dans un seul œil, l'autre sert de témoin.

V.3.2.2. Test HET-CAM

Le test HET-CAM est une méthode *in vitro*, alternative au test de Draize, son emploi a été envisagé comme méthode alternative car il s'agit d'une membrane vivante, possédant un système de vascularisation fonctionnel et approprié à l'étude de la réaction inflammatoire (BAGLEY *et al.*, 1994).

V.3.2.2.1. Principe du test

Il est basé sur l'observation, par une personne entraînée, des effets irritants (hyperémie, hémorragie, coagulation) pouvant survenir dans les cinq minutes suivant le dépôt d'un produit sur la membrane chorio-allantoïdienne (MCA) d'œuf de poule embryonné, au dixième jour d'incubation.

L'étude internationale menée par la commission européenne et le ministère de l'intérieur britannique a déterminé que le test HET-CAM ne remplissait pas toutes les conditions pour remplacer le test de Draize. Cependant, la majorité des études montrent une corrélation intéressante entre le test de Draize et le test HET-CAM (BALL *et al.*, 1995).

V.3.2.2.2. Critères d'évaluation du test HET-CAM

❖ Hyperémie

Phénomène observé : Des capillaires non visibles avant l'ajout du produit deviennent visibles, alors que les capillaires visibles se dilatent et deviennent plus rouges. Ce phénomène peut également affecter les vaisseaux de diamètre supérieur (JORF, 1996).

❖ Hémorragie

Phénomène observé : Libération de sang s'échappant des vaisseaux et/ou des capillaires, pouvant se présenter sous différents aspects, et notamment en «chou-fleur », en nappe, en voile diffus, en piqueté, (le sang s'échappe ponctuellement à différents endroits de la membrane).

Il est à noter que l'hémorragie peut présenter un caractère éphémère ; elle doit néanmoins être prise en compte ; l'observation, dans les 30 premières secondes, d'une hémorragie massive impose la prise en compte de l'hyperémie masquée (JORF, 1996).

❖ Coagulation (Opacité)

Phénomène observé : Apparition sur toute ou une partie de la membrane, soit d'un voile opalescent évoluant éventuellement vers une opacification, soit d'une opacification directe.

Il est nécessaire selon **JORF (1996)** de vérifier que le phénomène n'est pas lié au comportement physicochimique du produit en milieu aqueux (par exemple formation d'un colloïde ou d'un précipité).

V.4. Activité anti-inflammatoire

V.4.1. Réponse inflammatoire

L'inflammation est un mécanisme de défense contre les agressions externes ou les lésions cellulaires qui induisent la libération des médiateurs du système immunitaire au site de l'inflammation. Elle se manifeste par quatre signes cardinaux (la rougeur, l'œdème, la chaleur, la douleur) résultant d'une augmentation du flux sanguin, d'une augmentation de la perméabilité capillaire permettant aux compléments, aux anticorps et aux cytokines de franchir la barrière endothéliale et de la migration des leucocytes vers le tissu lésé pour une réparation de la lésion (**YOUGBARE-ZIEBROU *et al.*, 2016**).

La réponse immunitaire se présente sous 2 formes, aigue (à court terme) ou chronique (à long terme) tel que décrite par **ZENG *et al.*, (2018)**.

V.4.2. Anti-inflammatoires

Les anti-inflammatoires sont des médicaments indiqués pour leur action contre l'inflammation, la fièvre et la douleur. Ils sont principalement divisés en deux grandes classes : les anti-inflammatoires non-stéroïdiens (AINS) et les anti-inflammatoires stéroïdiens (glucocorticoïdes). Les premiers sont couramment utilisés et présentent moins d'effets secondaires que les corticoïdes. Ils sont néanmoins également soumis à prescription médicale ; la principale limite des anti-inflammatoires réside dans leur action symptomatique et non curative (**COHEN, 1986**).

V.4.2.1. Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS)

Ils sont définis comme étant la classe médicamenteuse qui possède les mêmes propriétés pharmacologiques que celle de l'acide acétylsalicylique (aspirine) : analgésique, antipyrétique, anti-inflammatoire. Ils ont une action symptomatique rapide et n'exercent pas d'action sur les processus pathologiques chroniques (**CHAUVELOT-MOACHON *et al.*, 1988**).

V.4.2.2. Anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS)

Les anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS) de référence (les glucocorticoïdes) sont représentés par la cortisone et l'hydrocortisone. Ils agissent sur de nombreux métabolismes de l'organisme. Ils augmentent la production de la lipocortine, inhibant ainsi la phospholipase A2 donc la libération de l'acide arachidonique. En revanche, ils diminuent fortement la migration des polynucléaires, monocytes-macrophages vers le site de l'inflammation et la production d'autres médiateurs comme l'histamine, la sérotonine, la bradykinine, les cytokines, les ions superoxydes (COHEN, 1986).

V.4.2.3. Anti-inflammatoires d'origine végétale

Grâce à leurs diverses activités biologiques bénéfiques, les plantes médicinales sont largement utilisées par l'Homme. Ces activités sont liées à leur richesse en métabolites secondaires bioactifs, tels que les polyphénols, les stérols, les alcaloïdes, les coumarines les terpènes, etc. L'activité anti-inflammatoire des composés phénoliques a été démontrée par de nombreuses études *in vitro* et *in vivo*. Contrairement aux composés pharmacologiques qui agissent spécifiquement *via* un récepteur ou une voie de signalisation, les polyphénols ont des modes d'action multi-cibles (FIEBICH et CHRUBASIK, 2004).

V.4.3. Mécanisme d'action des anti-inflammatoires

La réponse inflammatoire implique de nombreux enzymes parmi lesquels les lipoxygénases et les cyclooxygénases (COX 1 et COX 2) qui synthétisent des médiateurs pro-inflammatoires tels que les leucotriènes et les prostaglandines à partir de l'acide arachidonique (YOUGBARE-ZIEBROU *et al.*, 2016).

Les inflammations aiguës peuvent disparaître de manière spontanée ou être traitées grâce à une médication faisant appel aux anti-inflammatoires stéroïdiens (glucocorticoïdes) et non stéroïdiens. Ces molécules bien qu'étant efficaces sont associées à des effets iatrogènes tels des dommages digestifs et des toxicités rénales (insuffisance rénale aiguë). En raison de ces problèmes iatrogènes, il est impérieux d'orienter la recherche de nouveaux agents thérapeutiques anti-inflammatoires vers les plantes médicinales qui constituent une source potentielle de molécules naturelles anti-inflammatoires (YOUGBARE-ZIEBROU *et al.*, 2016).

En effet de nombreuses études ont révélé que ces plantes, ainsi que leurs composés isolés tels les terpènes, les composés phénoliques, les stérols, les acides gras et d'autres métabolites bioactifs présentent un potentiel anti-inflammatoire basé sur leur capacité à réduire la

production des médiateurs inflammatoire ou par d'autres mécanismes en bloquant les voies de cyclooxygénase et la lipoxygénase (TAOFIQ *et al.*, 2016).

Partie II

Etude expérimentale

Enquête

I. Objectif de l'étude

La problématique sanitaire dans les élevages avicoles en Algérie constitue une des contraintes majeures au développement de la filière.

L'aviculture Algérienne reste confrontée à une multitude de facteurs limitants, à l'image des bâtiments vétustes, une mauvaise maîtrise de l'ambiance ainsi qu'une qualité alimentaire médiocre.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, il se proposera de mettre en relief la pratique de l'aviculture dans 03 wilayas de la région Nord de l'Algérie, au niveau des élevages de poulet de chair du secteur privé situés dans les wilayas de Sétif, Tizi-Ouzou et Médéa.

II. Présentation des régions d'études

La wilaya de Tizi-Ouzou : Elle est située au Nord de l'Algérie avec une superficie de 3558 Km². Elle est délimitée au Nord par la mer méditerranée, au Sud par la wilaya de Bouira, à l'Est par Bejaia, et à l'Ouest par Boumerdes. Son climat est chaud en été et froid et pluvieux en hiver [1].

La wilaya de Médéa : Elle est délimitée par les wilayas suivantes : La wilaya de Blida au Nord. La wilaya de Djelfa au Sud. Les wilayas d'Ain Defla et Tissemsilt à l'Ouest. Les wilayas de M'sila et Bouira à l'Est.

Le climat de Médéa se distingue par des caractéristiques dues à sa position sur les monts de l'Atlas Tellien et son altitude qui atteint 1 240 m ainsi qu'à son exposition aux vents et aux vagues de courants venant de l'Ouest [2].

La wilaya de Sétif : Elle est située dans l'Est Algérien, dans la région des hauts plateaux, elle est distante de la Capitale Alger de 300 Km, et s'élève à 1100 m d'altitude, au Nord, elle est limitrophe des wilayas de Bejaia et de Jijel au Sud, elle jouxte les wilayas de M'sila et de Batna, à l'Est la wilaya de Mila et à l'Ouest, la wilaya de Bordj-Bou-Arréridj.

La wilaya de Sétif jouit d'un climat continental semi-aride se caractérisant par des étés chauds et secs et des hivers pluvieux et froids. La région enregistre en hiver une importante pluviométrie, mais qui n'est pas uniforme pour toutes les zones, en effet, si la zone du Nord reçoit 700 mm annuellement, la zone des hauts plateaux ne reçoit que 400mm par an [3].

III. Démarche méthodologique

III.1.Sources d'informations

Pour la réalisation de nos enquêtes, nous avons eu recours à différentes sources d'informations, notamment :

- Les Directions des Services Agricoles des wilayas de Médéa, Tizi-Ouzou et Sétif.
- Les entretiens réalisés avec les éleveurs et les vétérinaires.

III.2. Pré-enquêtes

Les données récoltées après dépouillement des questionnaires des pré-enquêtes nous ont permis de mieux cerner la conduite des élevages avicoles du secteur privé dans les régions ciblées par les 03 pré-enquêtes effectuées sur les thèmes suivants :

- **Pré-enquête 1** : Contribution à l'étude de la désinfection dans les élevages de poulets de chair dans les Wilayas de Tizi-Ouzou et de Djelfa en 2012.
- **Pré-enquête 2** : Contribution à l'étude des conditions de vaccination du poulet de chair dans les wilayas de Chlef, Tissemsilt et Guelma en 2012.
- **Pré-enquête 3** : Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique de l'eau de boisson dans les élevages de poulets de chair en 2013.

Les pré-enquêtes menées à travers les différentes régions du pays ont révélé des contre-performances dans des élevages de poulets de chair attribuées à des contraintes en relation avec la qualité des infrastructures de base, à la qualité d'eau de boisson, aux pathologies en rapport avec les échecs de vaccination.

III.3. Enquête proprement dite

Il s'agit d'une enquête descriptive, réalisée dans 03 wilayas du Nord de l'Algérie à forte densité d'élevage de type poulet de chair.

L'étude a porté sur 82 exploitations avicoles du secteur privé au niveau des wilayas de Sétif, Tizi-Ouzou et Médéa (Figure 1), se répartissant comme suit :

- ❖ 25 dans la wilaya de Sétif.
- ❖ 27 dans la wilaya de Tizi-Ouzou.
- ❖ 30 dans la wilaya de Médéa.

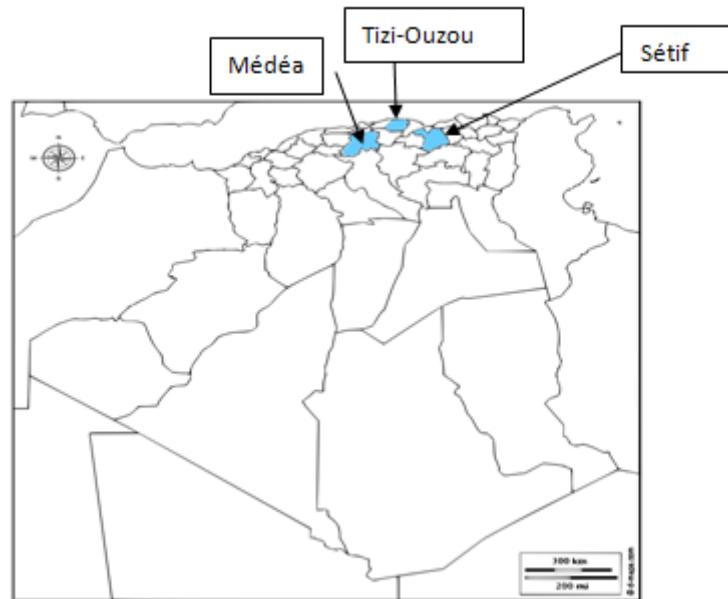


Figure 1 : Représentation géographique des régions d'étude
[Source: google.dz/maps]

La collecte des données s'est déroulée de Janvier à Mai 2018. Afin de diminuer la variabilité des résultats, nous nous sommes concentrés sur le même type de production, à savoir le poulet de chair. Les exploitations étudiées ont été choisies sur le critère de la collaboration de l'éleveur ou du vétérinaire. Au cours de l'enquête, il a été difficile d'accéder aux informations zootechniques et économiques de certains éleveurs notamment ceux qui n'enregistrent pas les renseignements techniques de leurs élevages dans des fichiers.

Un questionnaire comportant 45 questions réparties sur 07 volets a été établi pour chaque type d'exploitation (Annexe 1) où sont relevées les informations concernant les questions suivantes :

- ❖ Les caractéristiques générales des exploitations (région, effectif, expérience des éleveurs) ;
- ❖ La structure des bâtiments d'élevage ;
- ❖ La gestion sanitaire de l'élevage ;
- ❖ La vaccination ;
- ❖ L'origine et le contrôle de qualité de l'eau de boisson ;
- ❖ La nature et la qualité de l'aliment ;
- ❖ La gestion globale des élevages.

Les données ont été soumises à une analyse descriptive pour déterminer les caractéristiques générales des exploitations avicoles.

III.4. Analyse statistique

L'ensemble des données ont été saisies dans une base informatique classique (Excel 2010). La vérification et le traitement statistique des données sont effectués sur le logiciel IBM SPSS Statistics Version 20. Les résultats de l'enquête sont exprimés en pourcentage.

L'analyse descriptive a porté sur le calcul de la fréquence de réponse des participants à l'enquête selon les différents facteurs. Les représentations graphiques (graphe en barre ou secteur) ont pour but d'apprécier la répartition des paramètres (caractères) étudiées selon les facteurs.

IV. Résultats et discussions

Après dépouillement des questionnaires, les résultats sont présentés à l'aide de figures et de tableaux.

IV.1. Caractéristiques générales des exploitations

IV.1.1. Typologie des élevages

Les données de l'enquête montrent l'absence de diversification de la production dans les élevages avicoles enquêtés avec prédominance de l'élevage du poulet de chair dans les 03 régions d'étude (Figure 2).

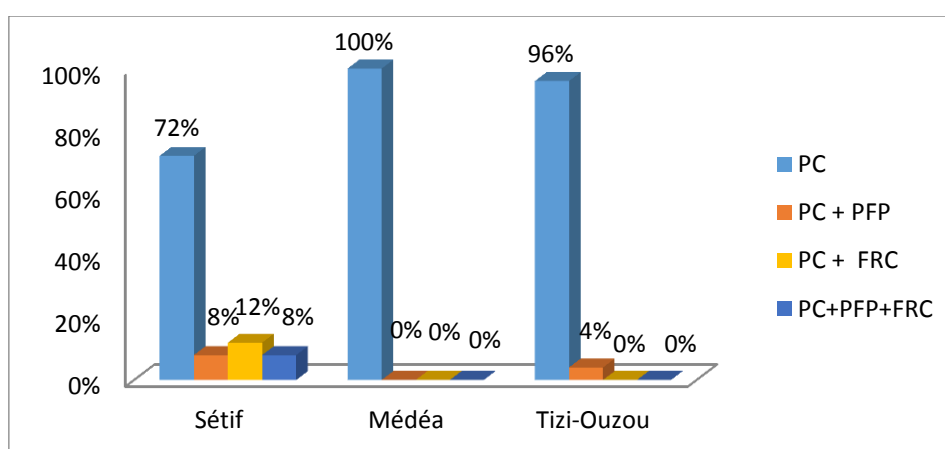


Figure 2: Répartition des activités avicoles

L'élevage de la poulette future pondeuse (PFP) est très peu répandu, en effet,; sa pratique n'est que de l'ordre de 8% à Sétif et de 4% à Tizi-Ouzou. La rareté de ces élevages dans les régions s'expliquerait par les investissements lourds qu'ils nécessitent. En effet, les entreprises étatiques (ONAB) détiennent le monopole de la totalité de ces productions.

Les très lourds investissements qu'il faut fournir pour faire un élevage de futurs reproducteurs ponte ou chair (FRP ou FRC) fait que ce dernier est quasiment absent à Tizi-Ouzou et Médéa, mais existe à un taux de 12% (FRC) et 8% (PFP) à Sétif.

Le nombre d'élevages avicoles en Algérie a enregistré un accroissement depuis 1980 à la faveur des politiques avicoles initiées par l'état et particulièrement favorables au secteur privé dans les différentes filières avicoles.

La non diversité des élevages dans les 03 régions semble une mesure de biosécurité salubre, car elle empêche le mélange d'espèces aviaires différentes qui est une source potentielle d'introduction de germes dans une ferme et de mutation de virus d'une espèce à une autre. En effet comme le préconise la **FAO (2008c)**, il faut déconseiller aux aviculteurs d'élever

plusieurs espèces aviaires s'ils ne sont pas en mesure de séparer ces espèces. Les travaux de **SAZY (1984)** et **FRANCART *et al.*, (1994)**, montrent que les élevages mixtes de poulet de chair et des pondeuses sont significativement plus contaminés que les élevages spécialisés. De même, **ALLOUI *et al.*, (2011)** rapportent qu'un mélange d'espèces crée un environnement favorable à l'émergence de pathologies diverses.

IV.1.2. Capacité des bâtiments d'élevage

L'analyse des données révèle que 56% et 70% des élevages respectivement à Sétif et Médéa ont une capacité supérieure à 3000 sujets par bande et par bâtiment.

Les élevages de capacité moyenne (1000 à 3000 sujets/bande/bâtiment) sont les plus répandus et représentent près de 67 % à Tizi-Ouzou (Figure 3).

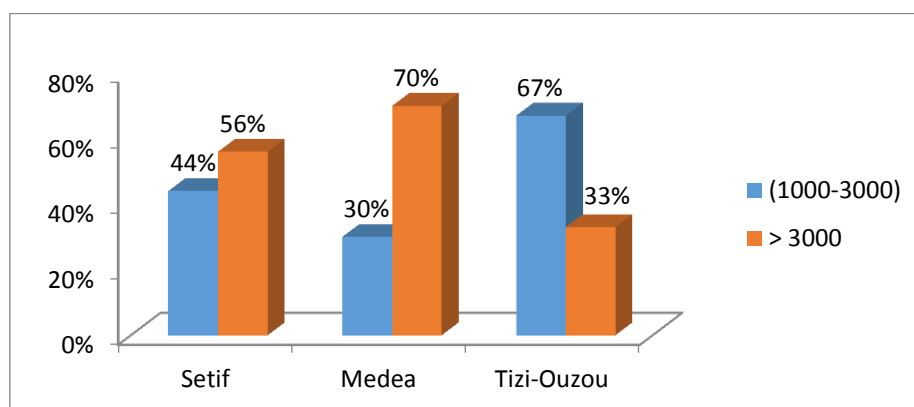


Figure 3: Capacité des bâtiments

La faible capacité d'élevage enregistrée dans la région d'étude est commune à une grande partie des élevages avicoles algériens. Ainsi, de faibles effectifs sont également observés dans les élevages avicoles de Bejaia où **KIROUANI (2015)** rapporte des effectifs moyens de 2073 sujets par bâtiment pour la filière poulet de chair.

Des résultats similaires sont obtenus par **ELGROUD *et al.*, (2008)** qui rapportent une capacité moyenne de 3000 poulets dans les élevages à Constantine. En outre **NOUAD (2011)** signale à ce sujet que 86 % des ateliers de poulets de chair ont une taille moyenne de 2000 à 4000 poulets.

La faible taille des élevages avicoles est en rapport direct avec la faible surface des bâtiments et au manque de capacités de financement des éleveurs, ce qui pousse à la hausse le coût de production et n'autorise pas à l'éleveur de tirer profit des économies d'échelle. Elle diminue également la compétitivité de la filière à l'échelle nationale et internationale (**MECHENENE, 2007**). Au niveau des pays leaders dans la production avicole, la capacité

moyenne d'un atelier d'élevage professionnel est de 30000 animaux en France, 60000 en Allemagne et 90000 en Angleterre (ITAVI, 2014).

IV.1.3. Expérience dans la pratique de l'élevage avicole

Dans la région de Médéa, 77% des éleveurs enquêtés ont plus de 10 ans d'expérience dans la gestion des élevages contrairement à ceux de Tizi-Ouzou (81%) et de Sétif (68%) qui cumulent moins de 10 ans (Figure 4).

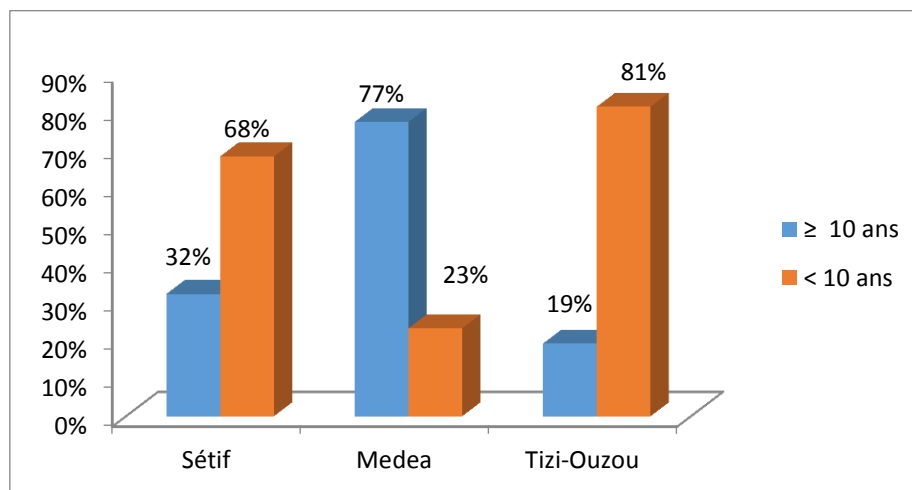


Figure 4: Expérience des éleveurs

Nos résultats semblent similaires à ceux de **MAHMOUDI *et al.*, (2015)** qui rapportent que des chefs d'exploitation ayant une expérience d'élevage de 4 à 10 ans constituaient 47,6 % du total, tandis que la proportion d'éleveurs plus anciens (plus de 20 ans d'élevage) n'est représentée que par 11,9 %. Ces résultats se justifient, en grande partie, par l'installation récente de nombreux bâtiments d'élevage avicole. Ils indiquent aussi que l'élevage avicole prend de l'ampleur et s'optimise avec la nouvelle génération.

IV.2. Conception des bâtiments

IV.2.1. Structure des bâtiments d'élevage

La bonne conception du bâtiment d'élevage contribue à une bonne protection du cheptel vis-à-vis de différents dangers pouvant occasionner des maladies infectieuses et parasitaires.

La réussite d'un élevage est liée au type de bâtiment et à son entretien, car cela influe sur la prophylaxie sanitaire et la transmission des maladies, ainsi que sur l'apparition de maladies intercurrentes : coccidioses, maladies respiratoires chroniques et toutes sont à l'origine de mauvaises habitudes de désinfection qui font augmenter les indices de consommation et ainsi que des pertes économiques.

Selon notre enquête, la filière avicole privée est archaïque dans les trois régions étudiées, car l'élevage est réalisé dans de simples hangars ou des serres. Cette pratique renseigne sur la recherche du gain rapide ne nécessitant que peu d'investissements par les éleveurs. Quant aux bâtiments modernes, ils ne représentent qu'un faible pourcentage à hauteur de 28 %, 37% et 4% respectivement à Sétif, Médéa et Tizi-Ouzou (Figure 5).

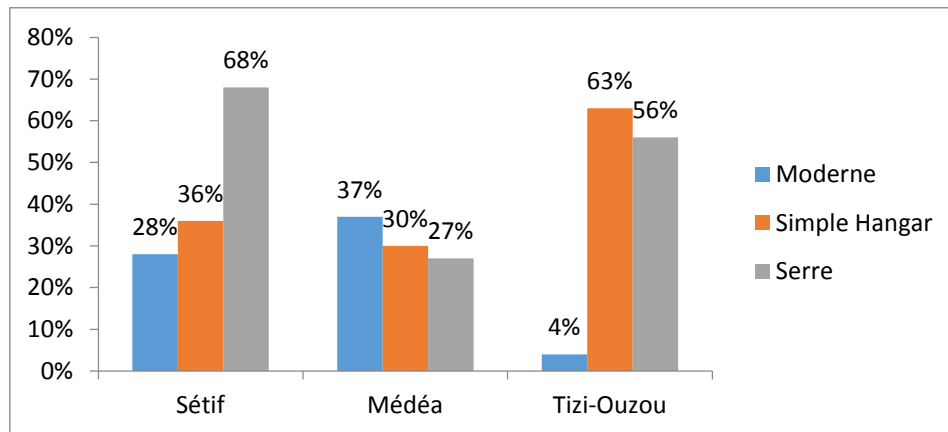


Figure 5: Types de bâtiments

IV.2.2.Nature du sol

Le sol est un paramètre à considérer dans la conception du bâtiment d'élevage, car il détermine les procédures de nettoyage et de désinfection. Il permet, entre autres, d'éviter la contamination du cheptel par les germes provenant des fientes.

Les résultats de l'enquête rapportent que 80%, 53% et 70% des sols des élevages visités sont constitués de terre battue respectivement à Sétif, Médéa et Tizi-Ouzou. Les, 20%, 47 % et 30% restants sont, respectivement à Sétif, Médéa et Tizi-Ouzou sont constitués par une épaisseur de béton. Ces résultats sont illustrés par la figure 6.

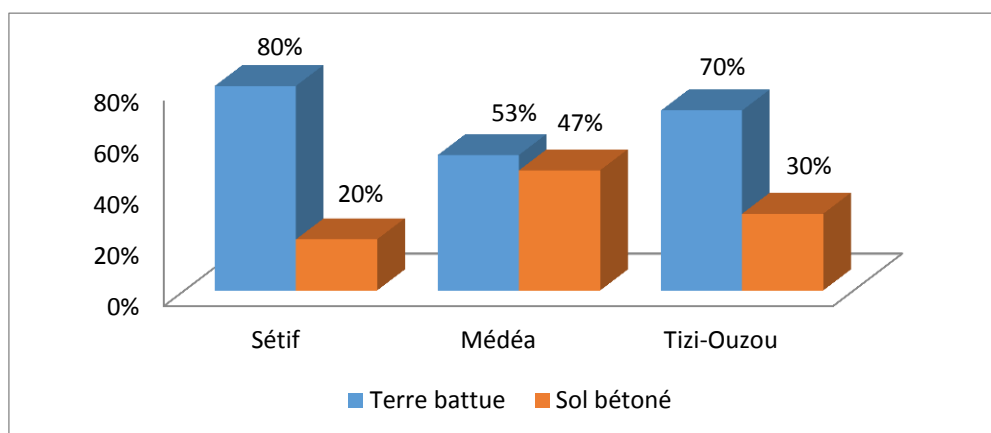


Figure 6: Nature du sol

Communément, les aviculteurs des 03 régions d'études investissent faiblement dans leur outil de production (rénovation des bâtiments, installation d'équipements nécessaires à l'amélioration de l'ambiance et du statut sanitaire,...) considérant que le coût de ces investissements est très élevé. Ces observations expliquent la persistance de certaines maladies intercurrentes surtout celles dues aux germes qui résistent bien dans la terre battue qui constitue un milieu favorable en rapport avec son état d'humidité, et qui de plus, est difficile à désinfecter. En effet, lorsqu'un poulet est soumis à un environnement à forte humidité, il devient plus réceptif aux maladies que celui qui n'est pas dans le même cadre de vie (**BRUGERE-PICOUX et SAVAD, 1987**).

Selon **DEZET et al. (2013)**, 92 % des producteurs de volailles chair (poulet et dinde) en France utilisent des bâtiments au sol en terre battue. D'après les mêmes auteurs, le sol en terre battue est le plus souvent préféré pour des raisons économiques, tandis que le sol bétonné est utilisé pour faciliter les opérations de nettoyage-désinfection permettant ainsi un gain de temps et un raccourcissement du vide sanitaire ; il permet également d'économiser la litière et de réduire la baisse de son pH.

IV.2.3. Système de production

En plus des espèces aviaires, nos enquêtes ont révélé la présence d'animaux domestiques élevés dans les mêmes enceintes que les volailles. Ce qui est contraire aux normes de biosécurité édictées par la **FAO (2008b)**. Dans la région de Tizi-Ouzou, il s'agit de l'élevage bovin (41%), alors qu'à Médéa, c'est l'élevage ovin (23%) et une association des élevages bovin, ovin et caprin dans la région de Sétif.

L'aviculture comme seule activité concerne respectivement 12, 47 et 33% dans les régions de Sétif, Médéa et Tizi-Ouzou (Figure 7).

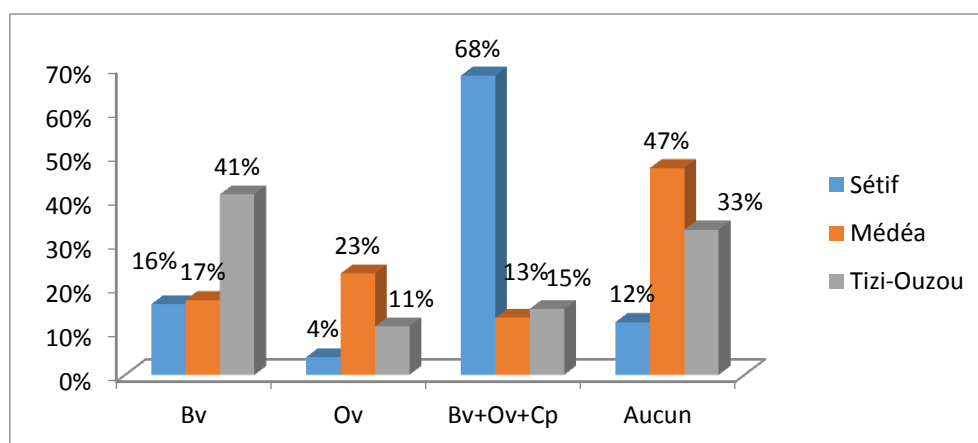


Figure 7 : Système de production

IV.3. Gestion sanitaire de l'élevage

IV.3.1. Nettoyage et désinfection des poulaillers

Le nettoyage et la désinfection des poulaillers après chaque bande constituent une étape très importante pour la réussite de l'élevage, elle doit être effectuée suivant les normes instaurées par les services vétérinaires (selon le protocole de désinfection national).

L'interrogatoire des éleveurs concernés par l'enquête sur les procédés de nettoyage et de désinfection des poulaillers révèle que 100% des éleveurs visités à Sétif, Médéa et Tizi-Ouzou déclarent qu'ils nettoient et désinfectent leurs structures d'élevage (Tableau 7).

Tableau 7 : Nettoyage et désinfection des bâtiments d'élevage

Région	Nettoyage (%)		Désinfection(%)		Type de désinfection(%)	
	Oui	Non	Oui	Non	Chimique	Physique
Sétif	100	0	100	0	68	0
Médéa	100	0	100	0	57	10
Tizi-Ouzou	100	0	100	0	90	11

La désinfection est à 68%, 57 %et 90% de nature chimique (à base de Biocide) respectivement à Sétif, Médéa et Tizi-Ouzou. Elle fait appel à des procédés physiques pour 0%, 10% et 11% des élevages situés respectivement à Sétif, Médéa et Tizi-Ouzou.–La désinfection est réalisée par les éleveurs eux même ou les employés de l'unité dans les trois régions.

IV.3.2. Désinfection du matériel

Le tableau 8 rapporte que le nettoyage et la désinfection des mangeoires et des abreuvoirs sont réalisés par les éleveurs dans la totalité des élevages des 03 régions d'étude, et dans une moindre mesure en ce qui concerne le système de ventilation.

Tableau 8 : Désinfection du matériel d'élevage en fin de bande

Région	Désinfection(%)		Désinfection et Nettoyage (%)					
	Éleveur	Professionnel	Mangeoires		Abreuvoirs		Système de ventilation	
			Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non
Sétif	100	0	100	0	100	0	84	16
Médéa	100	0	100	0	100	0	93	7
Tizi-Ouzou	100	0	100	0	100	0	74	26

En élevage de poulet de chair, la pratique de la bande unique (un seul âge et une seule souche par ferme) de façon à respecter le système « tout plein – tout vide » constitue la règle d'or de l'élevage. Les équipements doivent être lavés et désinfectés entre le départ et la mise en place d'une nouvelle bande. Il faut procéder à la désinfection du bâtiment par un produit (à base d'iode, d'ammonium quaternaire ou autres...) adéquat disponible sur le marché ; puis laisser le bâtiment vide pendant au moins 15 jours (repos sanitaire) (ITELV, 2001).

Le rôle de la ventilation est bien connu en aviculture car elle permet de minimiser les effets de la température et de l'humidité ainsi que le renouvellement de l'air du poulailler.

Toutefois, MAHMOUDI *et al.*, (2015) rapportent que les aviculteurs investissent faiblement dans l'installation d'équipements nécessaires à l'amélioration de l'ambiance et du statut sanitaire.

IV.3.3. Présence des pédiluves et des rotoluves

Les données sur les systèmes de gestion sanitaire révèlent que dans la plupart des élevages enquêtés, un manque de respect des mesures d'hygiène a été observé. En effet presque tous les élevages au niveau des 03 régions d'étude ne disposent pas d'un système de désinfection des véhicules (rotoluve).

La présence de pédiluve est relevée dans 68 % et 59% des élevages respectivement à Sétif et Tizi-Ouzou. (Figure 8). Les aviculteurs justifient cette négligence par le fait du coût élevé soit de la mise en place du rotoluve, soit des produits utilisés pour la désinfection.

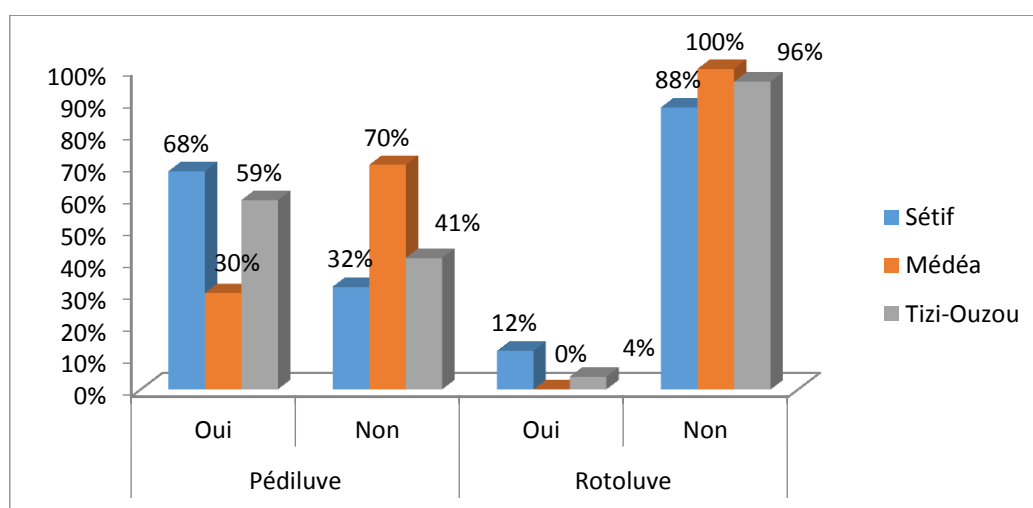


Figure 8: Présence des pédiluves et des rotoluves

GUERIN *et al.*, (2018) préconisent d'aménager un pédiluve à l'entrée de chaque bâtiment. L'idéal est de le mettre à l'intérieur du poulailler pour éviter la dilution du désinfectant par les eaux de pluie, il devra occuper toute la largeur de l'entrée et sera suffisamment long pour éviter qu'il ne soit enjambé.

IV.3.4. Emplacement des cadavres

D'après l'analyse des données de l'enquête, les cadavres (source potentielle de contamination) sont éliminés à l'extérieur des exploitations (dépôt des sujets morts dans la décharge communale ou jet à proximité des oueds) (Figure 9).

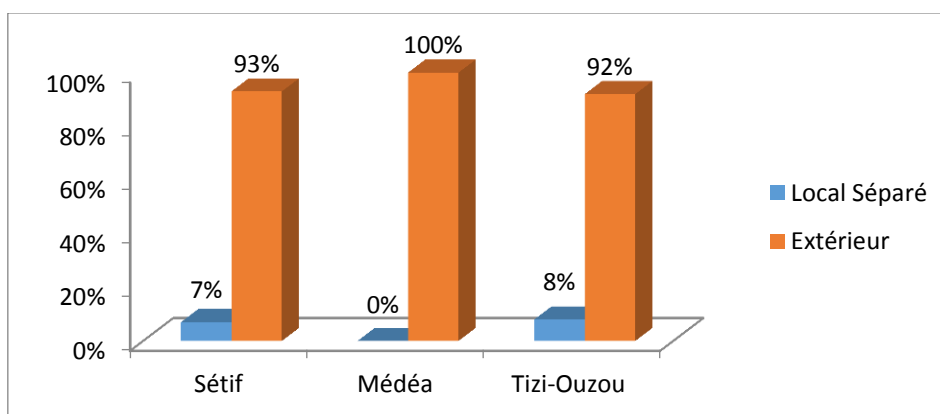


Figure 9 : Emplacement des cadavres

Le manque de la rigueur de contrôle par les inspecteurs vétérinaires favorise cette situation qui constitue un facteur de risques car les cadavres périssent et attirent les ravageurs sauvages tels que les chiens et les chats errants ainsi que les rats qui constituent un réservoir de la maladie de la peste.

Les cadavres doivent être ramassés quotidiennement. Leur présence à l'intérieur du bâtiment attire les rongeurs et les insectes et stimule le picage chez les volailles. Le stockage des cadavres peut se faire dans un container réfrigéré avant de les détruire. Pour se faire, l'enfouissement dans une fosse à cadavres étanche, creusée bien loin des bâtiments d'élevage (300 m), entre deux couches de chaux vive constitue la meilleure méthode de gestion (**GUERIN *et al.*, 2018**).

IV.3.5 .Programme de lutte contre les nuisibles et les insectes

La viabilité des volailles est complètement liée à la biosécurité réalisée dans les élevages aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments avicoles. Selon **ALLOUI (2011)**, la biosécurité est un ensemble de pratiques pour la plupart non médicamenteuses qui vise à

éviter l'introduction, la circulation interne, et à supprimer ou limiter les agents pathogènes nocifs pour les animaux ou pour l'homme. La méconnaissance des règles de biosécurité entraîne souvent la contamination des troupeaux par différents vecteurs, entraînant un fort taux de mortalité. Près de la moitié des éleveurs enquêtés dans les 03 régions d'étude ne procèdent pas à la lutte contre les nuisibles (chiens, chats, ténérions) et les insectes (mouches) (Figure 10). Cette pratique est non conforme aux recommandations de la **FAO (2008b)** ;

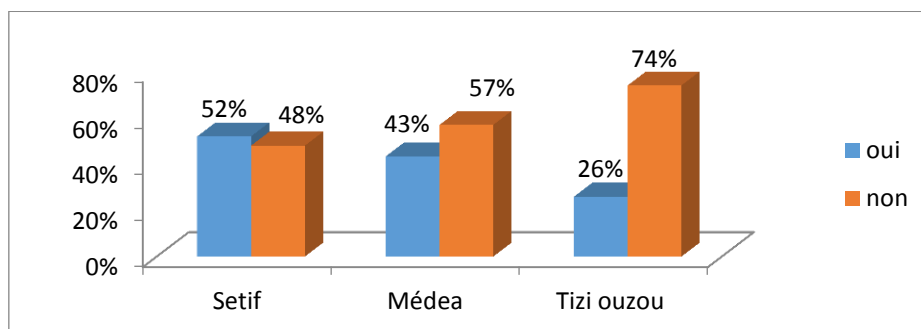


Figure 10: Lutte contre les nuisibles et les insectes

La lutte contre les nuisibles doit être pratiquée en continu. Elle vise les ténérions, les moustiques et les mouches. La présence de ces nuisibles dans le bâtiment représente un stress pour les animaux, en plus du risque sanitaire que présente la plupart d'entre eux par l'intermédiaire de la diffusion des pathogènes d'une unité d'élevage à l'autre.

Les ténérions constituent, en particulier, un risque majeur pour les oiseaux. En effet, doués d'une capacité importante de reproduction, ces insectes peuvent s'attaquer au bois et contaminer l'aliment destiné aux volailles (**GUERIN et al., 2018**).

IV.3.6 .Lutte contre les rongeurs

Nos résultats ont montré que la lutte contre les rongeurs (rats, souris) est appliquée chez 68%, 33 % et 52% des éleveurs à Sétif, Médéa et Tizi-Ouzou (Figure 11).

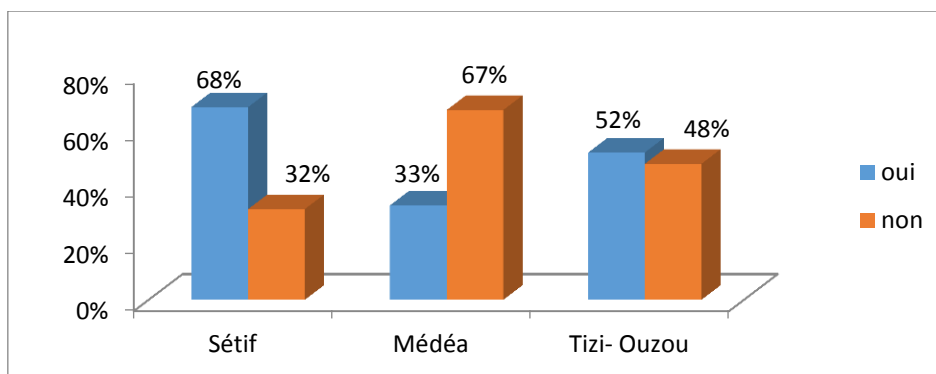


Figure 11: Lutte contre les rongeurs

Les rongeurs, omniprésents, sont difficiles à maîtriser. Les risques liés à leur présence dans l'élevage peuvent être dus à :

- La contamination des aliments par les poils, les excréments et les urines,
- La détérioration du matériel et des câbles électriques (risque d'incendie et de pannes électriques graves de la ventilation et des groupes électrogènes).
- La consommation des œufs et l'attaque des jeunes oiseaux.
- La transmission de plusieurs pathogènes (salmonelles, pasteurelles...).

La lutte contre les rongeurs s'opère pendant la désinfection entre 2 bandes et s'entretient ensuite en déposant des raticides ou des pièges mécaniques dans les endroits les plus fréquentés par les rongeurs. Cette pratique de la lutte contre les rongeurs dans les élevages enquêtés est conforme aux recommandations de la FAO.

Les principales mesures à entreprendre sont de:

- Dégager les abords du bâtiment des objets traînant qui attirent ces petits animaux.
- Réparer les murs et boucher tous les trous susceptibles d'attirer les rongeurs (FAO, 2008b).

IV.4.Vaccination

IV.4.1. Traçabilité des poussins

La figure 12 révèle que la plupart des éleveurs méconnaissent la notion de traçabilité des poussins, ils constituent 84%, 80% et 78% de l'ensemble des éleveurs respectivement à Sétif, Médéa et Tizi-Ouzou. Cette situation serait en rapport avec l'existence de circuits d'intermédiaires dans la vente des poussins entre les couvoirs et les éleveurs.

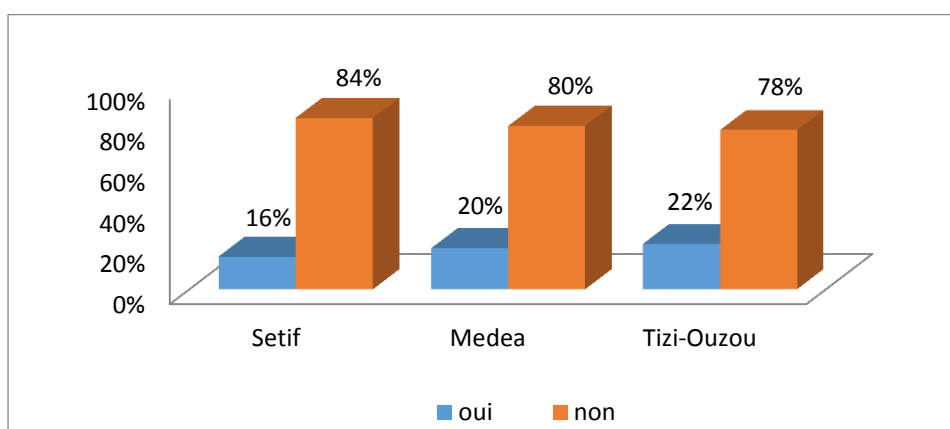


Figure 12 : Traçabilité des poussins

L'intérêt de connaître la traçabilité et de savoir gérer l'élevage du cheptel tout en lui fournissant un programme de rationnement et de protection bien appropriés.

En élevage aviaire, chaque souche a des caractéristiques bien spécifiques (la taille, la vitesse de croissance, le poids moyen, l'indice de consommation,), de plus, le programme de vaccination dépend du statut vaccinal de la reproductrice chair (**HUBBARD, 2015**).

IV.4.2. Maladies répertoriées dans les élevages

L'évolution de la situation sanitaire en aviculture durant ces dernières années s'est caractérisée par la persistance de plusieurs maladies contagieuses, qui, pourtant sont pour la plupart facilement maîtrisables grâce à l'observation d'une prophylaxie sanitaire et médicale correctement entreprises et contrôlées.

Les éleveurs enquêtés rapportent plusieurs, pathologies aviaires survenant avec des fréquences variables. Ils se basent le plus souvent sur des signes cliniques et lésionnels pour le diagnostic des différentes pathologies aviaires.

A partir des informations collectées, il s'avère que la coccidiose et la bronchite infectieuse sont les plus rencontrées dans 28% et 24% des élevages à Sétif. Elles sont suivies de la maladie de Gumboro (16%), de la maladie de Newcastle (16%), des MRC (12%) et d'autres affections (4%) (Figure 13).

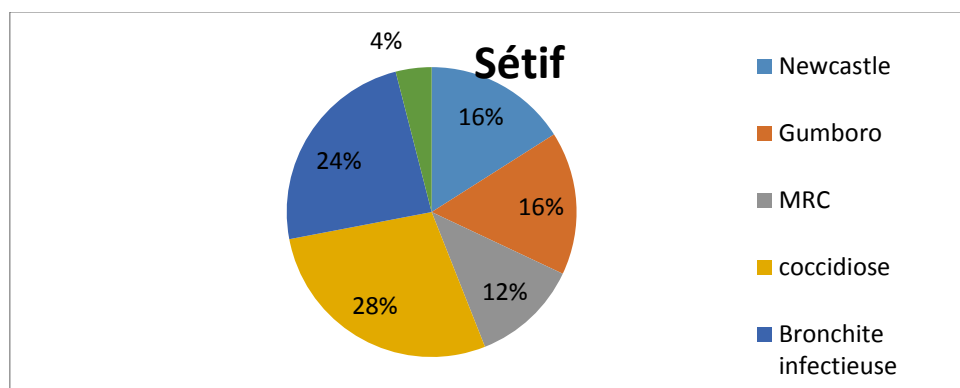


Figure 13 : Maladies répertoriées dans les élevages de PC à Sétif

Dans la région de Médéa, les pathologies aviaires décrites par les éleveurs sont par ordre d'importance : la coccidiose (27%), la maladie de Gumboro (20%), les MRC (20%), la bronchite infectieuse (13%), la maladie de Newcastle (10%) et d'autres affections (10%) (Figure 14).

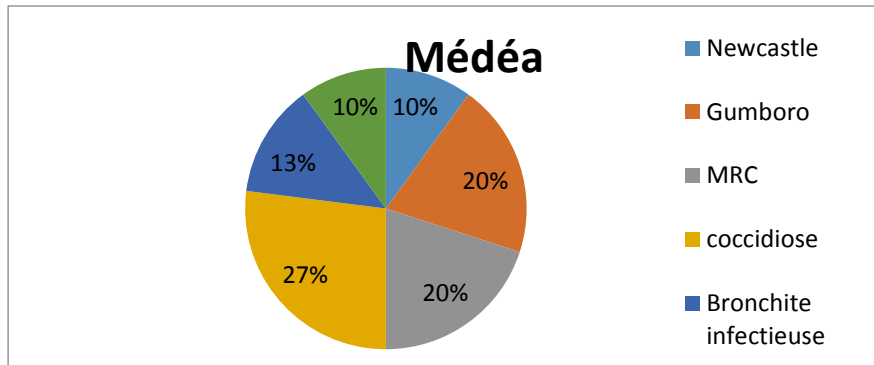


Figure 14 : Maladies répertoriées dans les élevages de PC à Médéa

Dans la région de Tizi-Ouzou, nous observons la prédominance de la coccidiose (26%) et de la colibacillose (26%) suivies par la maladie de Gumboro (19%), la maladie de Newcastle (11%), les MRC (11%) et des autres affections (7%) (Figure 15).

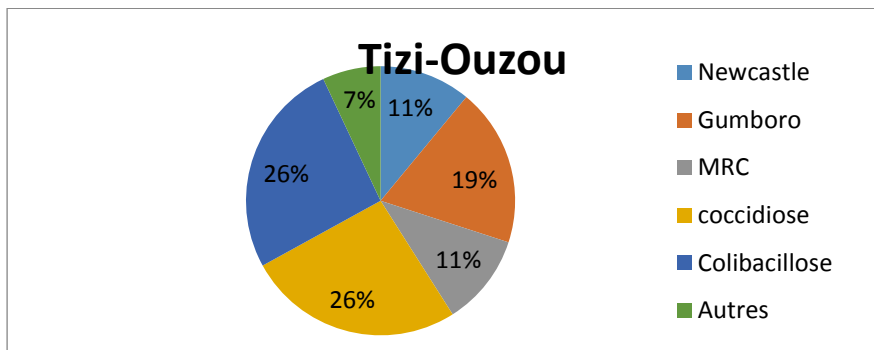


Figure 15 : Maladies répertoriées dans les élevages de PC à Tizi-Ouzou

L'interprétation des résultats montre :

- Des valeurs importantes et similaires de la coccidiose aviaire dans les trois régions ;
- Prédominance des maladies virales dans la région de Sétif ;
- Prédominance des maladies virales et respiratoires dans la région de Médéa ;
- Prédominance des maladies bactériennes dans la région de Tizi-Ouzou.

Les modifications des protocoles de vaccination rencontrées résultent de la mauvaise gestion de l'élevage et la plupart des éleveurs vaccinent aléatoirement leur cheptel et de plus, 'sans consulter pour avis, le vétérinaire.

La gestion de l'élevage nécessite pourtant une main-d'œuvre qualifiée, un suivi sanitaire rigoureux et l'application stricte des protocoles de vaccination en vue d'une production optimale et à moindre coût.

L'importance relative des coccidioses observées, renseigne sur le manque d'hygiène, agent causal essentiel de ces pathologies selon **BULDGEN et al., (1996)**.

Les travaux de **BOUROGAA *et al.*, (2009)** rapportent que la situation épidémiologique de la bronchite infectieuse aviaire, en Tunisie, est très complexe en raison des diversités antigénique et pathogénique des virus en circulation, de la non adaptation de la souche vaccinale utilisée, des échecs de vaccination, de la négligence manifeste de la vaccination et de l'insuffisance des mesures de biosécurité prises par les éleveurs.

Les colibacilloses aviaires sont parmi les entités pathologiques dominantes rapportées dans la surveillance sanitaire des élevages avicoles (**MAHO *et al.*, 1997**). **DUCATEZ *et al.*, (2009)** concluent dans leurs travaux que le diagnostic différentiel entre la maladie de Newcastle (MN) et la bronchite infectieuse (BI) affectant les voies respiratoires d'une part, et d'autres maladies respiratoires telles que la laryngotrachéite infectieuse et le virus de la grippe aviaire (VGA) n'est pas facile à établir.

IV.4.3. Pratique vaccinale

En Algérie, le protocole vaccinal en élevage aviaire prévoit des vaccinations obligatoires chez le poulet de chair pour la maladie de Newcastle, celle de Gumboro et la bronchite infectieuse. Les résultats de l'enquête font apparaître que la plupart des aviculteurs pratiquent la vaccination contre la maladie de Gumboro et la maladie de Newcastle dans les trois régions. En revanche, la vaccination contre la bronchite infectieuse est relativement très faible dans les élevages situés à Médéa contrairement à ceux pratiqués à Sétif et Tizi-Ouzou (Figure 16).

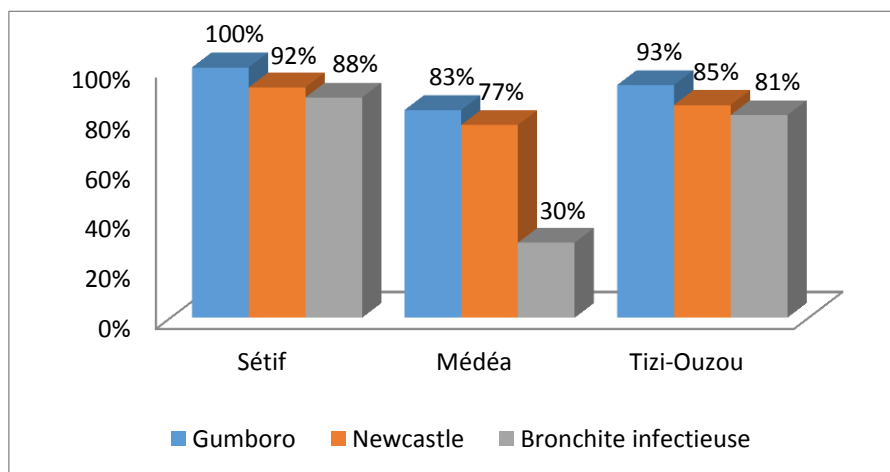


Figure 16 : Pratique vaccinale dans les élevages

L'absence de vaccination contre la bronchite infectieuse peut se répercuter sur le cheptel, soit directement par l'action du virus, soit de façon indirecte par des pertes liées aux surinfections en provoquant les maladies respiratoires chroniques (**BEGUE, 2005**).

IV.4.4. Transport et prescription du vaccin

L'efficacité des vaccins dépend du respect de leurs conditions de conservation. Ils doivent être maintenus constamment à une T° comprise entre + 2°C et + 8°C au réfrigérateur, en évitant la congélation, et à l'abri de la lumière.

Lors de la livraison du vaccin aux éleveurs, il convient de placer le vaccin dans un sac isotherme et de conseiller de réduire la durée du transport au minimum. Les vaccins doivent être conservés dans le réfrigérateur jusqu'au moment de leur administration **(BEGUE, 2005)**.

Tous les éleveurs respectent la chaîne du froid et transportent les vaccins sous glace (dans une glacière). La prescription du vaccin s'effectue dans tous les élevages des 03 régions d'étude via l'eau de boisson (Figure 17).

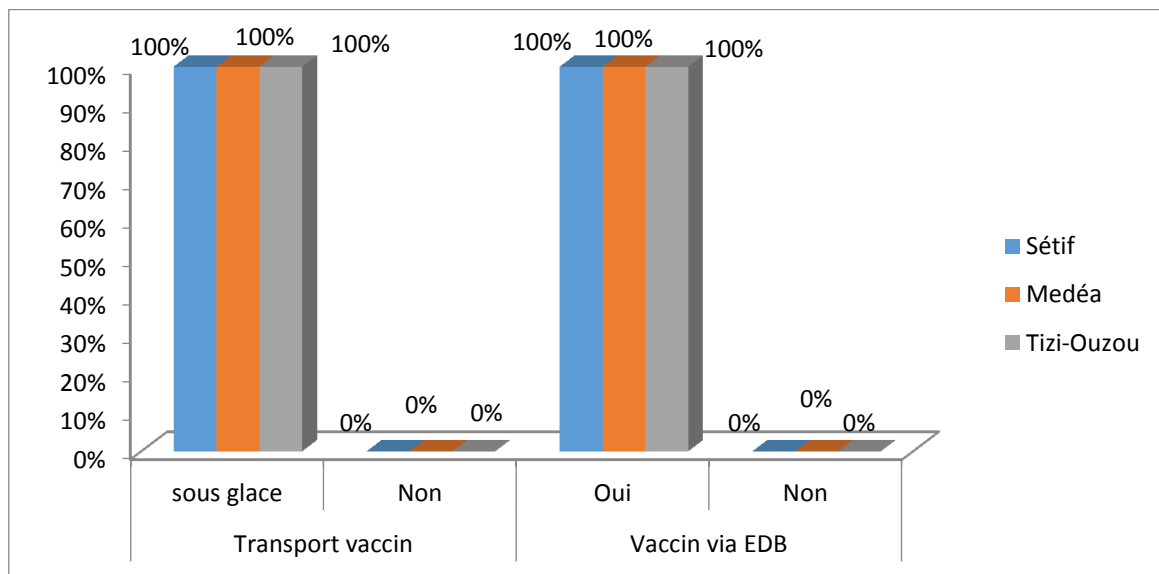


Figure 17 : Transport et prescription des vaccins

IV.4.5. Durée d'assoiffement et moment de la vaccination

La figure 18 rapporte que la majorité des éleveurs pratiquent un temps d'assoiffement de 1h30mn à 2h.

La grande majorité des éleveurs préfèrent vacciner leurs cheptels le matin (figure 18) car l'aliment n'étant pas encore distribué, le risque d'éventuelles interactions entre le vaccin et les nutriments est pratiquement éliminé.

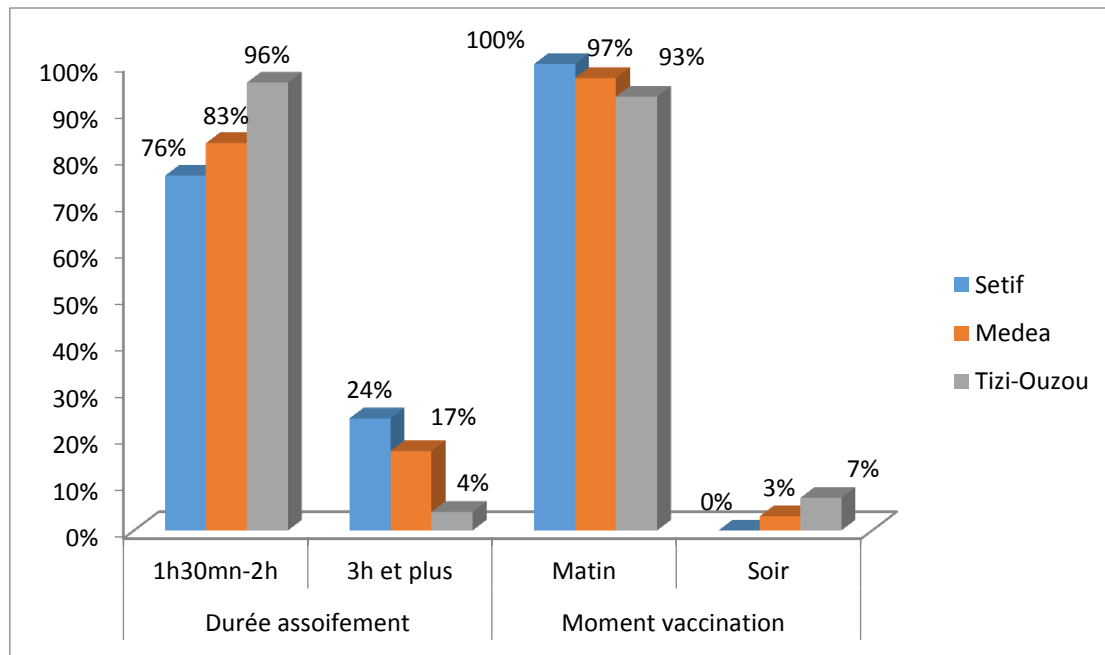


Figure 18 : Temps d'assoiffement

Selon **BEGUE (2005)**, le temps d'assoiffement est un élément important à gérer correctement pour la réussite de la vaccination par l'eau de boisson. Une durée d'assoiffement trop longue conduit à des rixes aux abreuvoirs et des mortalités lors de la distribution de la solution vaccinale. En revanche, un temps d'assoiffement trop court conduit à la non prise du vaccin dans les deux heures suivant sa préparation et par conséquent à son inactivation. Lors de l'administration des vaccins par l'eau de boisson, afin que tous les sujets aient leur dose vaccinale et pour que le vaccin soit administré le plus vite possible après préparation, il est nécessaire d'assoiffer les animaux durant une période variable en fonction de la saison, de l'âge des sujets et du type de vaccin. D'une manière générale, une durée standardisée à 2 heures environ est largement pratiquée.

IV.4.6. Analyse sérologique des poussins

La majorité des éleveurs au niveau des 03 régions enquêtées ne procèdent pas à l'analyse sérologique des poussins (Figure 19).

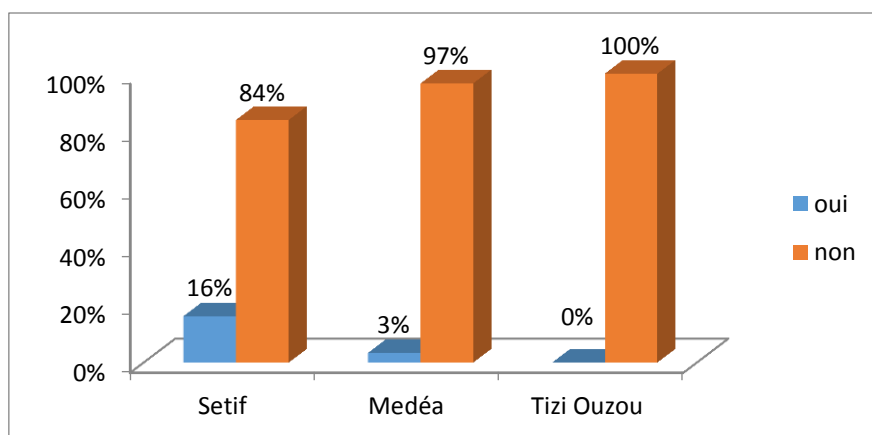


Figure 19 : Sérologie des poussins

Le contrôle de la qualité des poussins est à la fois zootechnique et sanitaire. Les principaux critères de qualité zootechnique étant, l'absence d'anomalies, la bonne cicatrisation de l'ombilic, l'absence de traces de diarrhée, le poids vif et l'homogénéité du lot. Quant aux contrôles sanitaires, ils font appel d'une part à des analyses bactériologiques visant certaines maladies dont les salmonelloses et les mycoplasmoses (**TCHAMDJA, 2001**) et d'autre part à des analyses sérologiques afin de choisir une date de vaccination pour la maladie de Gumburo qui évite une rupture entre la protection passive maternelle (AOM) et la protection active vaccinale (**SELLAM, 2001**).

IV.4.7. Analyse sérologique pour le contrôle de la prise vaccinale

Afin d'identifier les causes des échecs à la vaccination et mettre en place un protocole fiable de prophylaxie médicale, il est nécessaire d'apprécier la couverture immunitaire des élevages. La majorité des éleveurs enquêtés dans les 03 régions d'étude ne procèdent pas au contrôle de la prise vaccinale à l'encontre des principales pathologies virales répertoriées au sein de leurs exploitations (Figure 20).

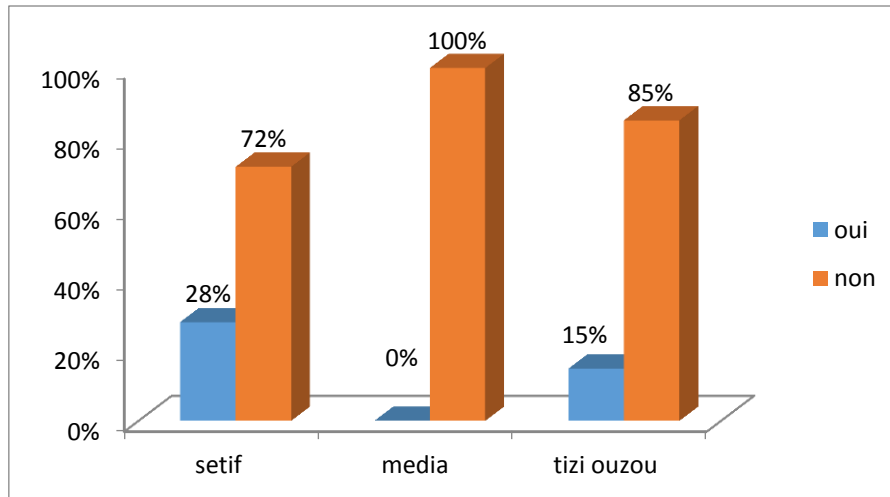


Figure 20 : Sérologie pour le contrôle de la prise vaccinale

Pour le faire efficacement, des échantillons de sérum doivent être prélevés à intervalles réguliers après la vaccination. Cependant, les éleveurs sont généralement réticents à permettre la collecte d'échantillons de sérum de leurs animaux.

A cet effet, **RAUW *et al.*, (2009)** rapportent dans leurs travaux que le recours au monitoring sérologique est un outil performant dans la gestion sanitaire des élevages avicoles, il permet de contrôler la réponse vaccinale et d'ajuster le programme de vaccination en tenant compte de l'âge à la vaccination, du nombre de vaccinations, du type de vaccins, de l'intervalle entre les vaccinations, et des techniques de vaccination. Il permet ainsi de mettre en place les mesures correctives de la vaccination et améliorer l'efficacité du programme vaccinal. Il nécessite, une bonne maîtrise de la technique et de bonnes connaissances en interprétation des résultats.

IV.4.8. Echecs de la vaccination

Les éleveurs enquêtés rapportent à hauteur de 60% et 56% respectivement dans les régions de Sétif et Tizi-Ouzou, des échecs vaccinaux. Ce constat est en revanche plus faible (33%) dans la région de Médéa (Figure 21).

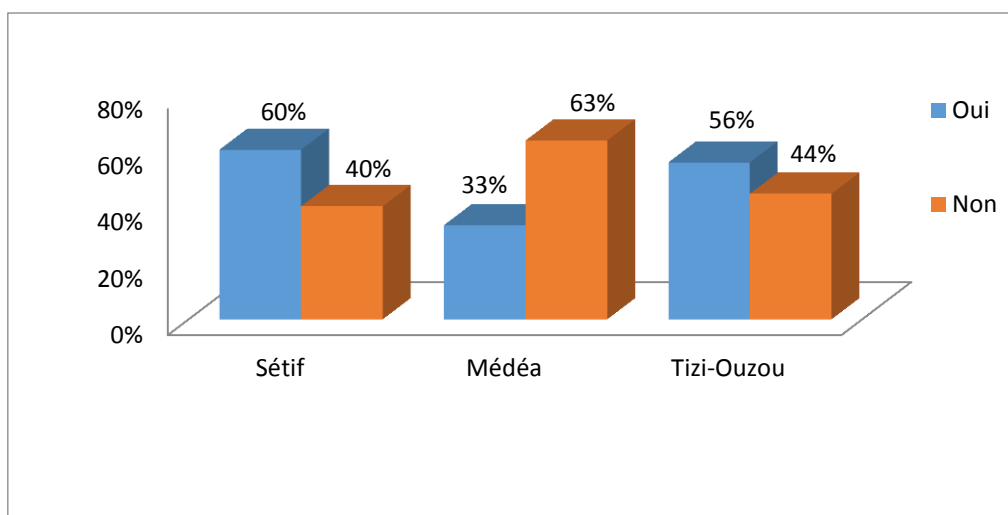


Figure 21 : Echecs de la vaccination

Selon les éleveurs et les vétérinaires enquêtés, ces échecs seraient attribués à :

- Qualité de l'eau de boisson ;
- Manque de personnel qualifié ;
- Rupture de la chaîne de froid ;
- La non couverture vaccinale de toutes les souches pathogènes.

IV.5. Qualité de l'eau de boisson

IV.5.1. Origine et nature de l'eau de boisson

A partir de l'analyse des résultats obtenus, il ressort que les éleveurs de Sétif exploitent l'eau de forage à raison de 84%, alors qu'ils utilisent les puits à Médéa (83%), et le réseau public à Tizi-Ouzou (52%) (Figure 22).

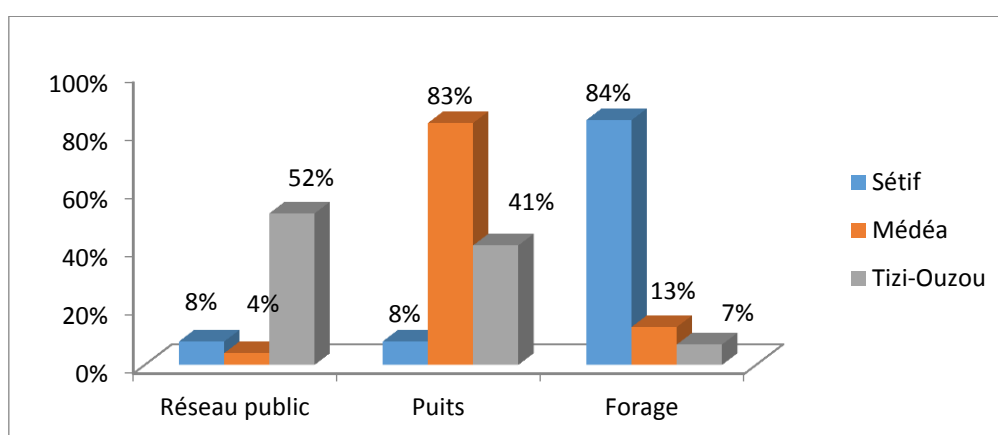


Figure 22 : Origine de l'eau de boisson

La source principale d'approvisionnement en eau d'un élevage aviaire est un facteur de risque au niveau de la contamination initiale de l'eau par des germes potentiellement pathogènes. A

cet effet, et selon une enquête de **TRAVEL *et al* (2007)**, il ressort que l'eau des forages et des puits semblent contenir une flore totale plus importante que l'eau de réseau. De plus, les travaux de **DIDIER (1996)** révèlent que l'efficacité de la désinfection peut être remise en cause par les caractéristiques de l'eau utilisée tels que ses caractéristiques physico-chimiques, la présence de matières organiques, etc., connus comme pouvant être des facteurs antagonistes de l'activité de nombreux désinfectants.

L'eau de source est recommandée pour administrer les vaccins en élevage avicole car, d'une part, elle est considérée comme dépourvue de substances capables de neutraliser le vaccin, et que d'autre part, elle est plus disponible dans les régions où est pratiqué l'élevage traditionnel. Cependant, dans les élevages industriels (gros effectifs), l'approvisionnement en eau de source est quasi-impossible. Dans ce cas, le recours à l'eau de robinet nécessite l'addition des substances qui permettent la stabilité du vaccin et l'homogénéité de la solution vaccinale.

Les stabilisateurs habituellement préconisés par les fabricants de vaccins sont le lait écrémé en poudre et le thiosulfate de sodium (**DUFAY et PAULET, 2006**).

Des spécialités du commerce (traceur) sont mises à disposition des éleveurs, elles contiennent du thiosulfate de sodium et un colorant bleu alimentaire qui, outre la neutralisation du chlore, permettent de tracer la distribution du vaccin dans les canalisations en début de séance de vaccination, puis de contrôler en fin de séance le pourcentage d'oiseaux qui ont eu leur prise vaccinale (langue bleue) (**GUERIN *et al.*, 2018**).

L'éleveur doit s'assurer que l'eau distribuée est potable et vérifier quotidiennement la propreté des abreuvoirs (**DUTERTRE, 2001**).

IV.5.2. Analyses bactériologiques et physico-chimiques de l'eau de boisson

Les analyses régulières physico-chimique et microbiologique sur des prélèvements de l'eau de boisson doivent être effectuées à différents points: au niveau du SAS (réservoir central), au début des canalisations, et en bout de ligne (dernier abreuvoir). Les résultats de l'enquête rapportent (Figure 23), que la majorité des éleveurs à Médéa et Tizi-Ouzou ne procèdent pas aux analyses physico-chimiques de l'eau de boisson; contrairement à 60% des exploitations visitées à Sétif. En ce qui concerne les analyses bactériologiques, la majorité des éleveurs dans les régions de Médéa et Tizi-Ouzou ne les réalisent pas.

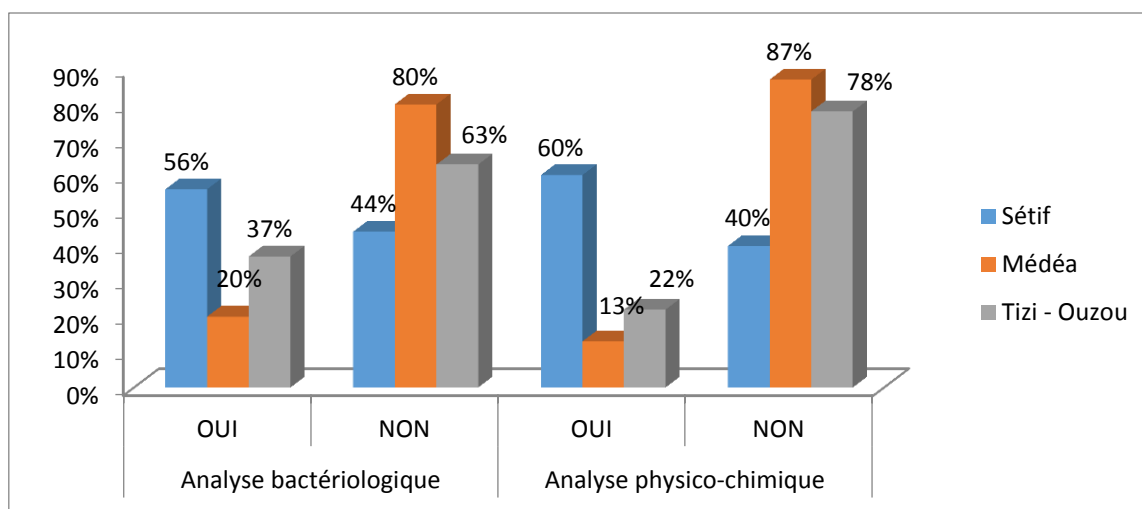


Figure 23 : Analyses bactériologiques et physico-chimiques de l'eau de boisson

IV.5.3. pH et dureté de l'eau de boisson

Les résultats rapportés sur la figure 24 indiquent que la plupart des aviculteurs ne procèdent pas aux mesures du pH et de la dureté de l'eau de boisson dans les trois régions d'étude.

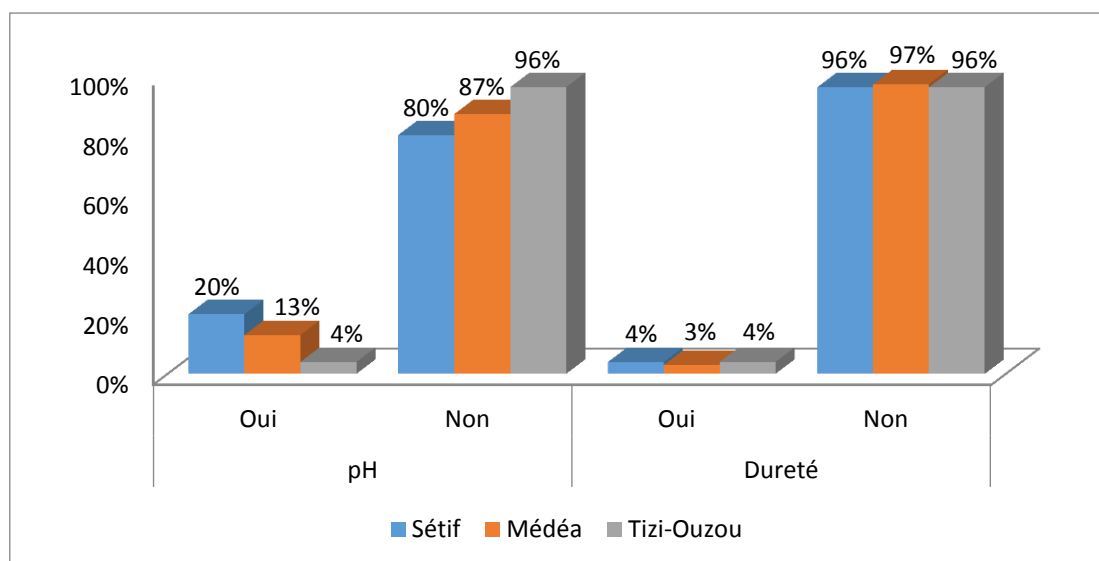


Figure 24 : pH et dureté de l'eau de boisson

Selon le rapport de l'**ITTAVI (2011)**, un pH supérieur à 7 peut augmenter significativement le risque de contamination de l'eau de boisson par des bactéries potentiellement pathogènes et peut abaisser l'efficacité de la chloration, diminuer la solubilité de certains antibiotiques et inhiber l'efficacité des vaccins. Le recours aux tests rapides (bandelettes réactives) offre un contrôle immédiat de la mesure du pH.

Les incidences d'un taux de dureté élevé supérieur à 20°f peuvent entraîner:

- La diminution de la solubilité de certains antibiotiques et vitamine ;
- La formation de complexes insolubles entre les ions calcium, magnésium et les molécules actives des antibiotiques ;
- L'entartrage du matériel de l'abreuvement ;
- La précipitation des détergents.

IV.5.4. Traitements bactériologique et physico-chimique de l'eau de boisson

D'après nos résultats (Figure 25), le traitement bactériologique de l'eau de boisson ne se fait pas par la majorité des éleveurs dans les wilayas de Sétif et Tizi-Ouzou, Néanmoins à Médéa la moitié des éleveurs l'appliquent..

Quant au traitement physico-chimique de l'eau de boisson, la moitié des éleveurs de Médéa et Tizi-Ouzou le font tandis que 68% des éleveurs à Sétif ne le réalisent pas.

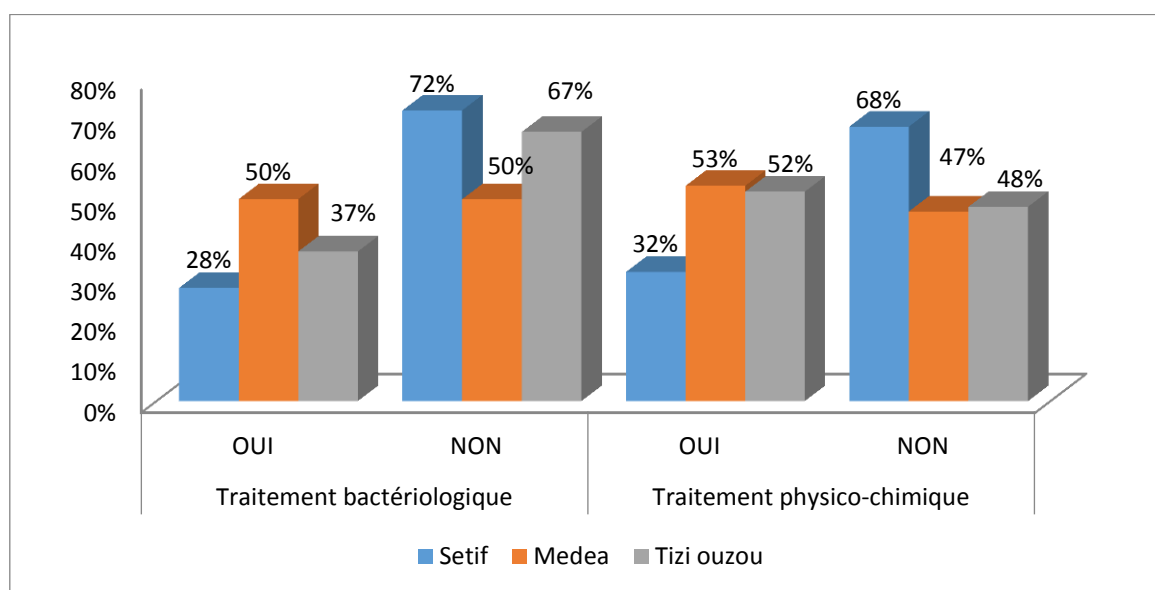


Figure 25 : Traitements bactériologique et physico-chimique de l'eau de boisson

Le maintien de la qualité de l'eau peut être obtenu par :

- L'installation d'un filtre à eau en début de canalisation pour limiter les matières organiques en suspension ;
- Le traitement régulier de l'eau: chloration ou acidification (**LEON, 2015**).

IV.5.5. Réalisation du test Chlore

La majorité des éleveurs enquêtés dans les 03 régions d'étude ne réalisent pas de test Chlore (Figure 26).

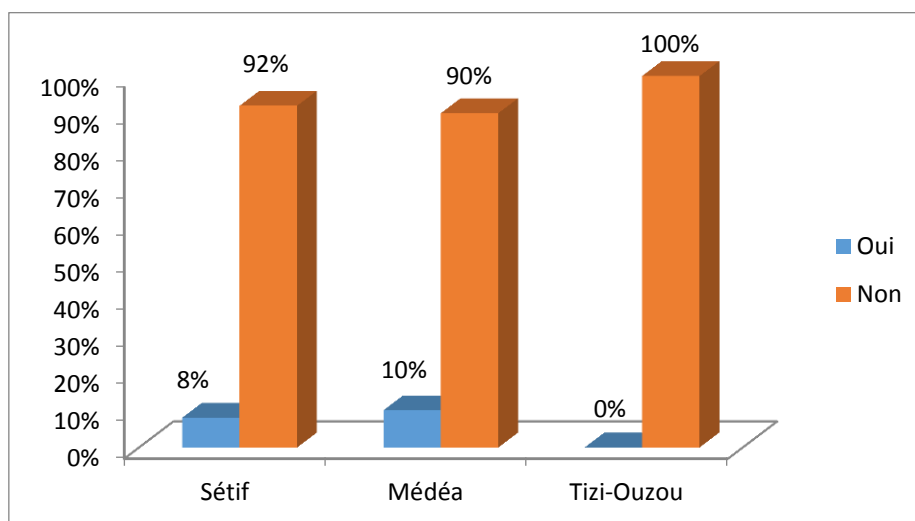


Figure 26 : Réalisation du test Chlore

La plupart des éleveurs enquêtés sont conscients de l'effet néfaste du chlore avait un effet néfaste au cours lors de la vaccination. Pour y remédier, certains ajoutent à la solution vaccinale de la poudre de lait dans le but d'éviter l'inactivation du vaccin par le chlore.

IV.5.6. Ajout des acides organiques, vitamines et oligo-éléments et antibiotiques dans l'eau de boisson

Les informations récoltées lors de l'enquête, montrent que l'ajout des acides organiques à l'eau de boisson est pratiqué par 88% des éleveurs à Sétif, par contre plus de la moitié des éleveurs à Médéa et Tizi-Ouzou ne le font pas (Tableau 9).

L'ajout des vitamines et oligo-éléments dans l'eau de boisson se fait par la majorité des éleveurs dans les trois régions. Par ailleurs, la majorité des éleveurs dans les trois régions n'administrent pas d'antibiotiques via l'eau de boisson.

Tableau 9 : Ajout des acides organiques, vitamines, oligo-éléments et antibiotiques dans l'eau de boisson

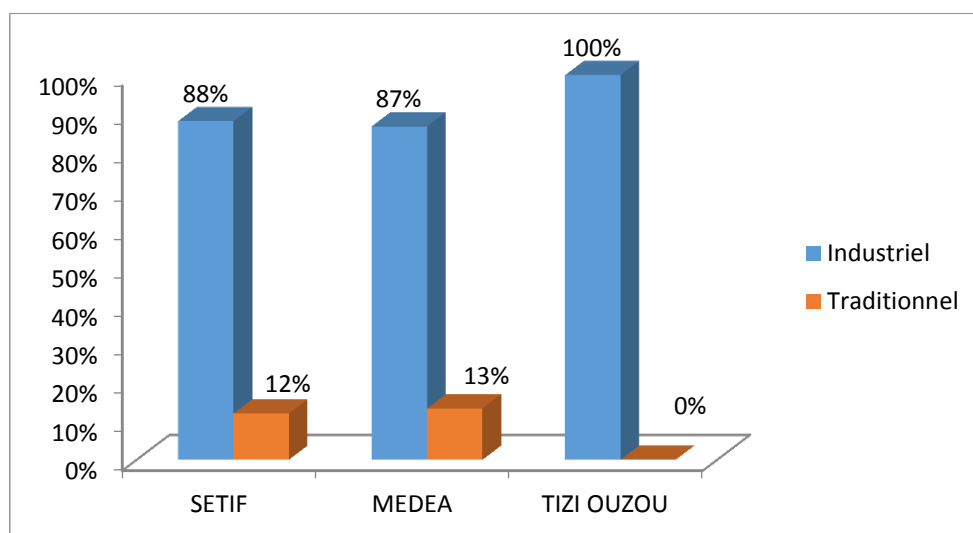
Région	Acides organiques(%)		Vitamines et Oligo-éléments(%)		Antibiotiques(%)	
	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non
Sétif	88	12	92	8	24	76
Médéa	47	53	93	8	23	76
Tizi-Ouzou	48	52	93	7	0	100

L'administration des acides organiques, des vitamines, des oligo-éléments et des antibiotiques est réalisée via l'eau de boisson (**ROSSIGNEUX et BALLOY, 2003**).

IV.6. Aliment

IV.6.1. Types d'aliments

L'aliment industriel à base de concentré de Maïs et de soja est utilisé dans la majorité des élevages des 03 régions d'étude (Figure 27). Selon **BARATOU et VACHEL (1971)**. Les normes classiques actuelles préconisent un aliment spécifique à chaque phase de croissance de l'oiseau : démarrage 0-23j; croissance 23-35j; finition 35-56j

**Figure 27 :** Types d'aliments

Les fournisseurs d'aliments avicoles de la région d'étude sont des unités privées de fabrication d'aliment du bétail et de l'unité d'aliment du bétail de l'Office National des Aliments du Bétail (ONAB) appartenant au groupement avicole du centre ainsi que des producteurs privés.

L'aliment traditionnel est préparé à partir d'un mélange de maïs, de son de blé et d'orge, sans aucun respect des différentes proportions de chaque matière première. Dans ses conditions, la valeur nutritionnelle de l'aliment est fortement compromise et n'autorise pas l'obtention de bonnes performances. **MAHMOUDI *et al.*, (2015)** rapportent à travers une étude que l'ajout des additifs alimentaires (antibiotiques préventifs, coccidiostatiques, acides aminés, CMV,...) est réalisé selon la demande du client. L'éleveur module ce besoin en fonction de ses capacités financières et non dans un souci d'établissement d'une ration qui répond parfaitement aux besoins nutritionnels des animaux.

Il est à signaler l'absence totale de tout type de contrôle de la qualité des aliments fabriqués. Ce constat est observé également par **SENOUSSI ET BEHIR (2010)** chez les producteurs d'aliment de la wilaya de Souf. Ces auteurs indiquent qu'en l'absence de services de contrôle, les producteurs « transformateurs » d'aliment n'honorent guère leur activité, du fait que les aliments élaborés n'obéissent à aucune norme en matière de composants ou d'additifs.

IV.6.2. Aliment accessible aux rongeurs et aux oiseaux

Le maintien de la qualité de l'aliment durant toute la période de l'élevage est fondamental. Prés de la moitié des éleveurs enquêtés au niveau des 03 régions d'étude ont déclaré que l'aliment est accessible aux rongeurs et aux oiseaux (Figure 28).

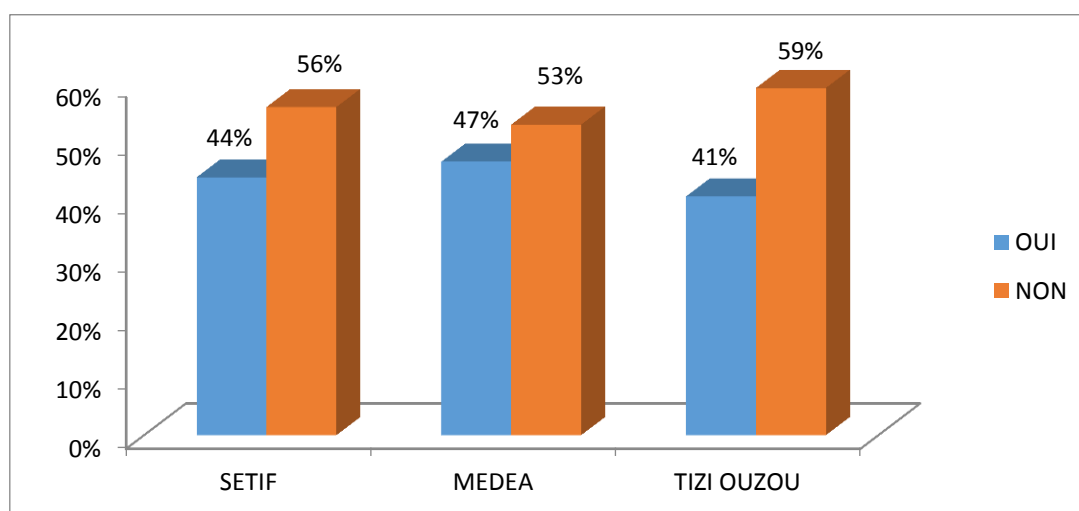


Figure 28 : Accès de l'aliment aux rongeurs et aux oiseaux

GUERIN *et al.*, (2018) recommandent qu'à défaut de silos, l'aliment peut être stocké dans des sacs hermétiquement fermés, dans un endroit propre, frais, sec et aéré. L'installation de

grillages (mailles de petite taille) au niveau des fenêtres permet d'éviter l'accès des oiseaux sauvages et des rongeurs à l'aliment. De façon analogue, l'installation de moustiquaires permet d'empêcher l'entrée de moustiques et de mouches à l'intérieur du poulailler. Les ténébrions constituent, en particulier, un risque majeur pour les poulets. En effet, doués d'une capacité importante de reproduction, ces insectes peuvent s'attaquer au bois et contaminer l'aliment destiné aux volailles.

IV.6.3.Présence de moisissures

Au cours des enquêtes effectuées dans les 3 régions, nous avons constaté visuellement la présence de traces de moisissures sur l'aliment stocké à l'intérieur des bâtiments d'élevages dans 35% des élevages à Sétif, 42% à Médéa et 40% à Tizi-Ouzou.

A Sétif, la présence des moisissures sur les murs à l'intérieur des bâtiments d'élevage est constatée dans 64% des élevages, et à moindre degré à Tizi-Ouzou (22%) et à Médéa (17%) (Figure 29).

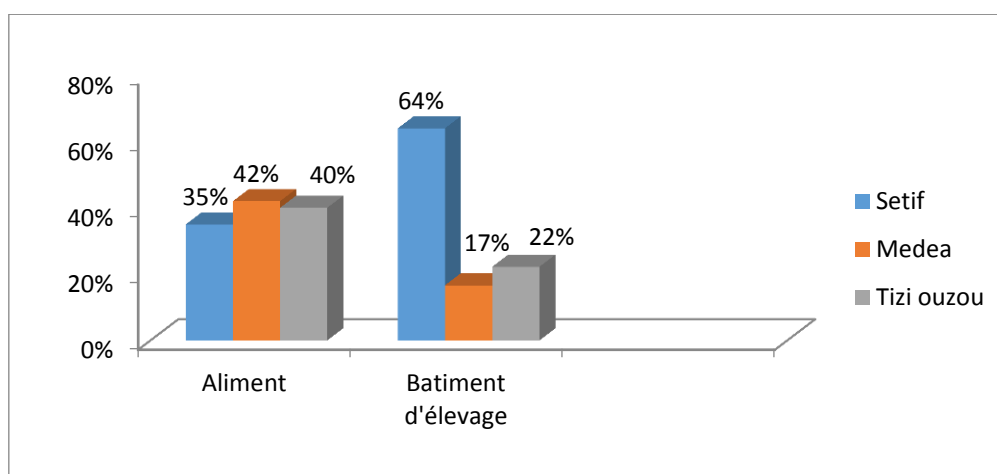


Figure 29 : Présence de moisissures

Le maintien des sacs d'aliments au sein même des bâtiments d'élevage est un indicateur de toutes les mauvaises conditions de stockage telles que la mauvaise ventilation et la T° non contrôlée.

Plusieurs travaux ont permis de caractériser et quantifier les différentes populations fongiques composant la mycoflore dans les bâtiments d'élevages aviaires. Ceux de **FULLERINGER et al. et (2006)** ainsi que **NIEGUITSILO et al.(2011)** signalent qu'*Aspergillus flavus* peut se développer sur des fourchettes de T° comprises entre 10 et

45°C avec un risque de toxogénèse possible entre 15 et 40°C alors que des T° supérieures à 50°C suggèrent une oxydation aérobie et causent des dégâts dans l'aliment induisant son inappétance. Par ailleurs, la présence de mycotoxines synthétisées par certaines espèces d'*Aspergillus*, notamment *A. flavus*, a été mise en évidence dans les aliments destinés aux volailles (FRAGA *et al.*, 2007). Selon DUTERTRE (2001), l'aliment moisi ou dégradé ne doit pas être distribué aux poulets.

De plus, l'effet des insectes est particulièrement préoccupant dans les élevages aussi bien pour une contamination aux champs que pendant le stockage. Les insectes et les acariens sont les vecteurs de spores de moisissures qu'ils introduisent à l'intérieur même du grain par les lésions qu'ils créent. Les insectes, endommagent l'enveloppe des grains, ce qui favorise la pénétration de l'inoculum à l'intérieur de la graine. Certains insectes tels que les charançons dont les larves se développent à proximité des grains infestés, véhiculent de nombreuses spores de champignons de stockage. Les chenilles et les coléoptères sont aussi associés à la contamination du maïs en aflatoxine (HUBERT *et al.*, 2007).

L'état vétuste de certains bâtiments d'élevage sous forme de serre entraîne l'accumulation de poussière et la prolifération des insectes et des mites (arthropodes), ce qui pourrait constituer un milieu favorable pour le développement des espèces fongiques (DEZET *et al.*, 2013).

IV.6.4. Contrôle de l'aliment

La majorité des éleveurs enquêtés dans les 03 régions d'étude opèrent seulement un contrôle visuel de la qualité de l'aliment sans avoir recours aux analyses de laboratoire. Seuls 4% des éleveurs à Sétif effectuent des analyses de laboratoire (Figure 30).

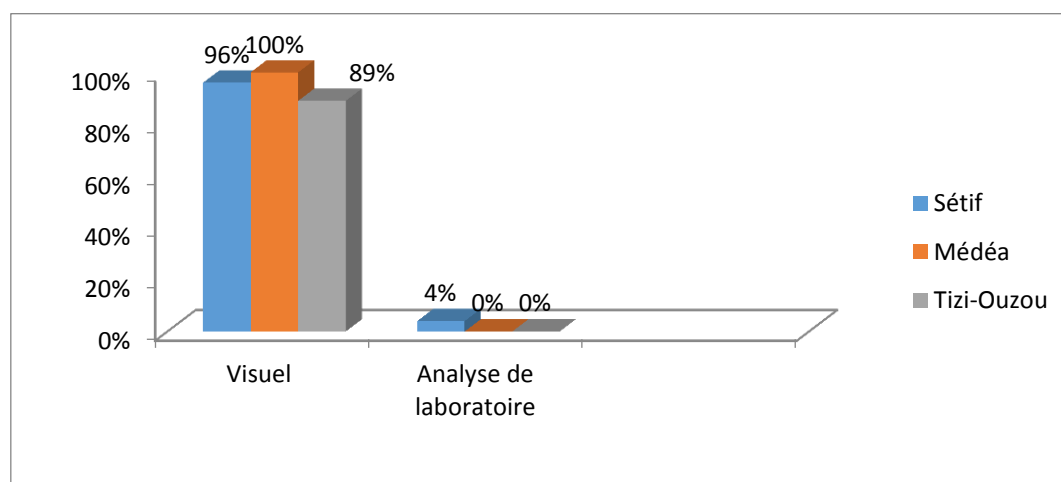


Figure 30 : Contrôle de l'aliment

IV.7.Approche globale de la gestion des élevages

Toutes les personnes travaillant au sein d'un élevage doivent être formées et informées de l'importance de la biosécurité et des protocoles s'y rapportant.

IV.7.1.Amélioration des performances zootechniques

L'ensemble des éleveurs enquêtés au niveau des 03 régions d'étude reconnaissent que l'amélioration des performances zootechniques des poulets au sein de leurs exploitations est tributaire d'une meilleure gestion du plan de prophylaxie, de la qualité de l'eau et de l'aliment (Figure 31).

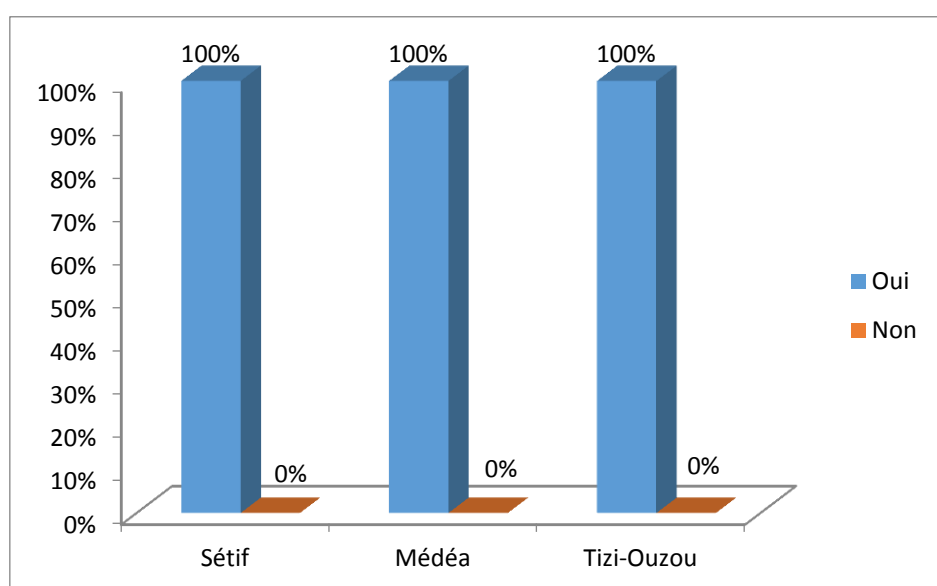


Figure 31 : Amélioration des performances zootechniques

IV.7.2.Organisation des formations

L'aviculture est une activité qui nécessite une grande technicité et un savoir-faire. La quasi-totalité des éleveurs questionnés ont émis le souhait de bénéficier d'une formation en aviculture (Figure 32).

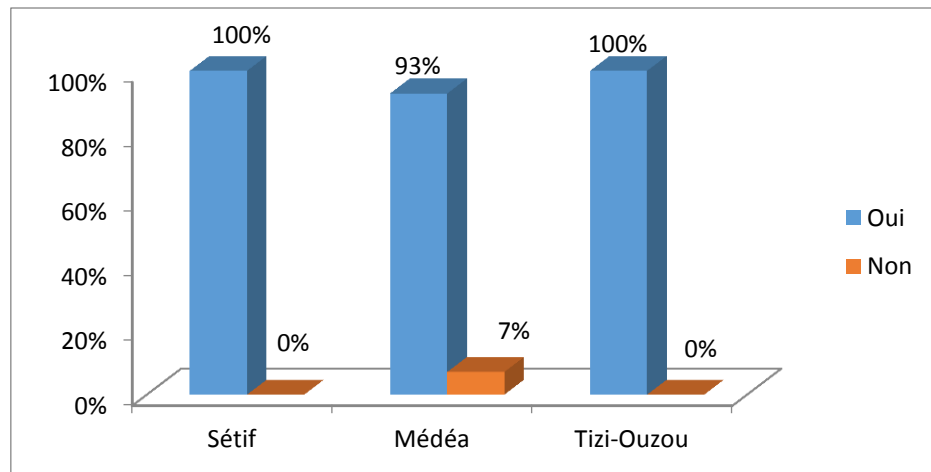


Figure 32 : Organisation des formations

MAHMOUDI *et al.*, (2015) rapportent dans leurs travaux qu'en Algérie, les cycles de formation des éleveurs durent en moyenne 15 à 30 jours au niveau des structures administratives et interprofessionnelles de l'ORAC.

Partie III

Etude expérimentale

*Activités biologiques de l'HE
d' *O.glandulosum*
in vitro*

Matériel et méthodes

I. Objectif de l'étude

Dans le cadre de la valorisation des ressources naturelles de la région de Kadiria (Wilaya de Bouira), nous avons entrepris une étude sur *Origanum vulgare* ssp. *Glandulosum* ; plante largement utilisée par la population locale à des fins médicinales.

En effet, *Origanum vulgare* est une espèce endémique en Algérie ; elle permet de traiter la toux, les affections respiratoires ; elle est stimulante, expectorante et désinfectante (**BABA AÏSSA, 1999**).

L'objectif de cette étude est d'évaluer d'une part, la composition chimique de l'HE d'*O. glandulosum* par CG/MS, et le screening phytochimique de son extrait aqueux, et d'étudier d'autre part ses activités antioxydante, antibactérienne, et anti-inflammatoire. Un test toxicologique HET-CAM a été entrepris afin d'évaluer l'innocuité de son HE en vue de son utilisation lors de l'essai expérimental *in vivo*.

II. Protocole expérimental

Nous avons procédé à la préparation des 02 extraits à analyser : l'huile essentielle et l'extrait aqueux d'*O. glandulosum*. L'ensemble des tests réalisés sont représentés sur le diagramme de la figure 33.

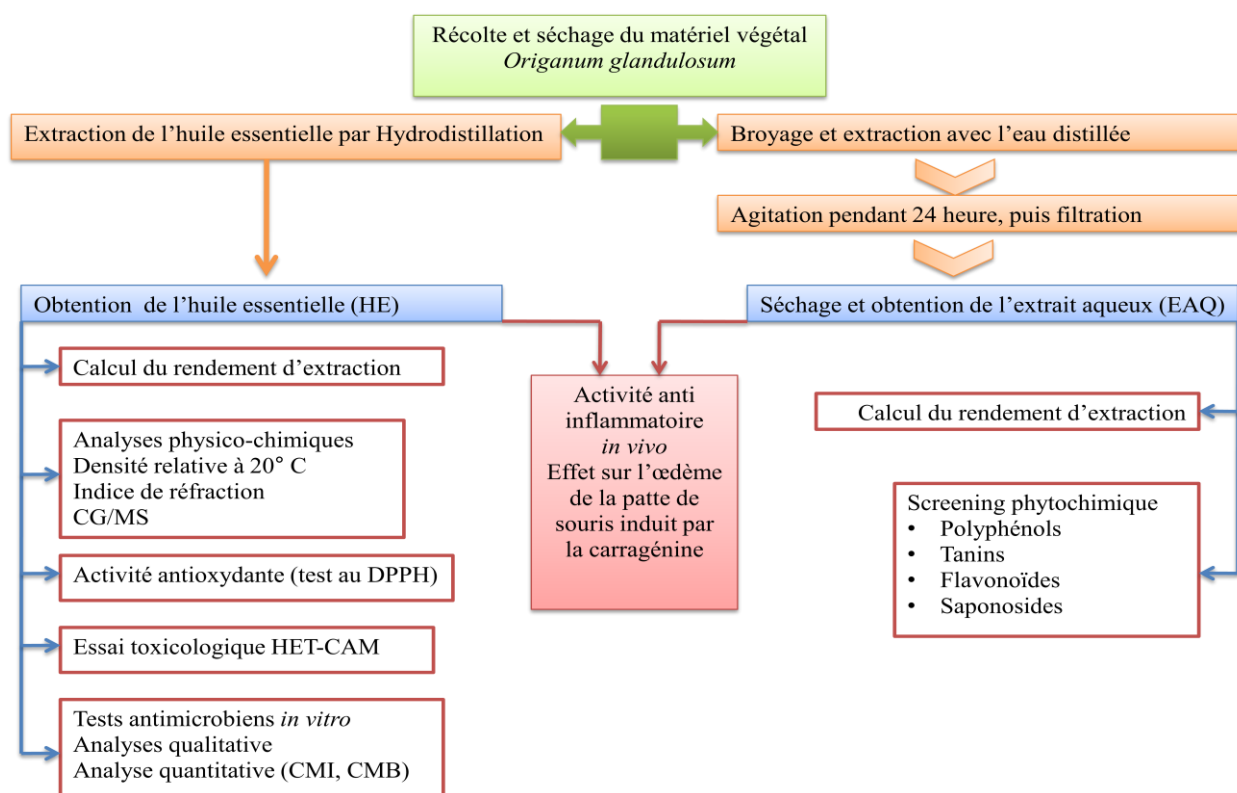


Figure 33 : Protocole expérimental des activités biologiques d'*O. glandulosum* *in vitro*

III. Matériel végétal

III.1. Choix de la plante étudiée

Pour la valorisation de la médecine traditionnelle et vu l'importance de la biodiversité de notre patrimoine floral, nous nous sommes intéressés à la plante : *Origanum glandulosum* de la famille des Lamiacées. Le choix de cette plante est basé sur une étude bibliographique ayant révélé une utilisation fréquente de la plante en médecine traditionnelle.

Les critères de sélection de la plante qui constitue l'objet de notre étude sont les suivants :

- Abondance de la plante dans notre région d'étude ;
- Utilisation traditionnelle dans le traitement des maladies d'origine microbienne ;
- Utilisation dans les préparations culinaires et thérapeutiques;
- Richesse en substances aromatiques : huile essentielle, polyphénols, flavonoïdes, etc.

III.2. Récolte, situation géographique, identification et conservation

Les échantillons de la partie aérienne (tiges, feuilles et fleurs) d'*O. glandulosum* ont été récoltés au mois de février 2018, au stade de la floraison ; période propice à l'accumulation importante des substances bioactives.

La plante a été récoltée tôt le matin (8h) dans la localité de Beni – Maânad ; située dans la daïra de Kadiria, Wilaya de Bouira (Est d'Alger) à 600m d'altitude (**Photos 2 et 3**). Le climat y est de type méditerranéen avec un sol sec et rocailleux.



Photo 2 : Site de récolte d'*O. glandulosum*



Photo 3: Rameau d'*O. glandulosum* de Bouira
(photos personnelles)

L'identification botanique a été réalisée selon la classification de **QUEZEL et SANTA (1963)**, et par les botanistes de l'ENSA conformément à l'herbier mis en place au laboratoire

du département de Botanique. La plante a été débarrassée des impuretés, et a été mise à sécher à l'ombre à une T° ambiante de 20-25°C.

IV. Méthodes

IV.1.Extraction de l'HE d'*Origanum glandulosum*

L'huile essentielle d'*O. glandulosum* est obtenue par la méthode d'hydrodistillation, dans un appareil de type Clevenger (CLEVINGER, 1928). L'extraction de l'HE a été réalisée au niveau du laboratoire de recherche Santé et Production Animales (SPA) de l'ENSV. L'opération consiste à introduire 100g de masse végétale séchée dans un grand ballon. Les vapeurs chargées d'HE passent à travers le tube vertical puis dans le serpentin de refroidissement où a lieu la condensation. Les gouttelettes ainsi produites s'accumulent dans le collecteur (Photo 4). L'opération d'extraction dure deux heures à partir du début d'ébullition (BOUHADDOUDA, 2016).



Photo 4: Dispositif d'hydrodistillation type Clevenger
(Photo personnelle)

L'huile essentielle de faible densité par rapport à l'eau, surnage à la surface de cette dernière. Elle est récupérée par décantation puis traitée par un déshydratant, le sulfate de sodium (Na_2SO_4), pour éliminer le peu d'eau susceptible d'avoir été retenu dans l'huile. Elle est alors conservée dans des flacons opaques bien scellés à une T° de +4°C.

❖ Calcul du rendement d'extraction en HE

Le rendement en huile essentielle, se définit comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle (M_{HE}) et la masse de la matière végétale sèche dont cette huile est extraite (M_s) (AFNOR, 2000).

Il est donné par la formule suivante :

$$R_{HE(\%)} = M_{HE}/M_S \times 100$$

$R_{HE(\%)}$: rendement en huile essentielle exprimée en g /100g de matière sèche.

M_{HE} : masse de l'huile essentielle obtenue (g).

M_S : masse de la matière végétale sèche utilisée pour l'extraction (g).

IV.1.1. Caractéristiques organoleptiques de l'HE d'*O. glandulosum*

Les caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle consistent à déterminer la couleur, la saveur et l'odeur.

IV.1.2. Analyses physiques de l'HE

Les méthodes conformes aux normes **AFNOR (2009)** ont permis de déterminer la densité spécifique à 20 °C (NFT 75-111) et l'indice de réfraction (NFT 75-112) de l'HE afin de confirmer la qualité de notre HE.

IV.1.2.1.Densité relative à 20° C

La densité relative est la fraction de 1g d'HE sur 1g d'eau. Elle nous renseigne si l'HE est plus lourde ou plus légère que l'eau (**RHAYOUR, 2002**).

La mesure de la densité spécifique à 20 °C est réalisée à l'aide d'un micro-pycnomètre et d'une balance de précision.

IV.1.2.2. Indice de réfraction

L'indice de réfraction est une mesure qui nous renseigne sur la dimension des chaînes hydrocarbonées présentes dans une huile donnée (**O'BRIEN, 2009**). Il est déterminé à l'aide d'un réfractomètre ABBE.

IV.2.Préparation de l'EAQ

Le broyage de la partie aérienne de la plante a été effectué à l'aide d'un broyeur de manière à obtenir une poudre fine et homogène. Une macération aqueuse de 25gr de la plante dans 250 ml d'eau distillée a été réalisée selon la méthode adoptée par **SQALLI et al., (2007)**. Le mélange est homogénéisé sous agitation magnétique pendant 24 heures à T° ambiante.

Le mélange a été ensuite filtré à l'aide d'un papier filtre (papier Whatman n°1) puis séché dans une étuve réglée à une T° de 40°C.

❖ Calcul du rendement de l'EAQ

Le rendement en EAQ est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait après séchage et la masse initiale de la poudre d'origan multiplié par 100.

$$\text{Rendement EAQ} = P_{AS}/PI * 100$$

P_{AS} : poids après séchage

PI : poids initial

EAQ : extrait aqueux

IV.3. Screening phytochimique

La caractérisation des métabolites secondaires présentant un intérêt pharmacologique tels que les polyphénols, les tanins, les flavonoïdes et les saponosides ; en a été réalisée conformément aux techniques décrites par **BRUNETON, (1993)** ; **KARUMI *et al.*, (2004)** ; **OKMU ,2005** ; **BENDIFALLAH *et al.*, (2015)**.

La présence des polyphénols est mise en évidence par une solution aqueuse de trichlorure ferrique (FeCl₃), et celle des tanins galliques et catéchiques, par le réactif de Stiasny. Les composés appartenant au groupe des flavonoïdes sont révélés par la réaction décrite par **(OKMU ,2005)**. La présence des flavonoïdes est révélée par des réactions colorimétriques mettant en évidence la présence de flavonols, de flavones et de flavanones. La détection des saponosides est réalisée par leur pouvoir moussant en solution aqueuse.

IV.4. Analyse chromatographique en phase gazeuse

❖ Principe

Le principe de la séparation par C.P.G. consiste à partager l'échantillon à analyser entre deux phases. L'une de ces phases est un liquide stationnaire uniformément réparti sous forme d'une pellicule mince sur un solide inerte de grande surface spécifique, tandis que l'autre phase est un gaz mobile qui s'écoule à travers l'ensemble stationnaire.

La possibilité de coupler les chromatographes à divers spectromètres augmente considérablement la quantité et la qualité des informations obtenues.

Dans le secteur particulier des huiles essentielles, le couplage CG/MS est, aujourd'hui, la technique de référence **(FIGUEREDO, 2007)**.

L'appareillage CPG/SM permet de fournir un chromatogramme accompagné d'un ensemble de spectres de masse correspondant à chaque pic chromatographique, ce qui permet l'identification précise de la majorité des constituants séparés par la CPG (**PRADEAU et COHEN, 1992**).

L'identification des constituants volatils de l'HE extraite a été réalisée au moyen de la CPG couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM) et la détermination quantitative a été effectuée sur un appareil équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (CPG/FID). Ces analyses ont été réalisées par le laboratoire LEXVA Analytique, Clermont-Ferrand, France.

IV.4.1.Chromatographie couplée à la spectrométrie de masse CG/SM

La spectrométrie de masse a été réalisée sur un chromatographe en phase gazeuse / spectromètre de masse (GC/MS) modèle 7890/5975 C, équipé d'une colonne apolaire (DB5 MS : 40 m longueur, 0,18 mm diamètre interne et 0,18 µm épaisseur de film), programmée de 50 °C (5 mn) à 300 °C à 5 °C/mn. La température de l'injecteur était de 280 °C. L'huile essentielle a été diluée dans de l'acétone à 4% (v/v) et 2 µl ont été injectés en mode split (1/100). L'hélium a été utilisé comme gaz vecteur (1 ml/mn). Pour le spectre de masse, les données ont été acquises en mode balayage dans la plage de masse 33 à 550.

Les composés de l'HE sont identifiés par une recherche combinée des temps de rétention (bibliothèque du laboratoire LEXVA Analytique et des spectres de masse (librairie NIST 225 000 spectres).

IV.4.2.Chromatographie CG/FID

Les conditions d'exploitation CPG/FID sont analysées sur un chromatographe-détecteur à ionisation de flamme (GC-FID) modèle 7890 selon les mêmes conditions opératoires citées précédemment. L'huile essentielle a été diluée dans de l'acétone à 4% (v/v), et 2 µl ont été injectés en mode split (1/100). De l'hélium a été utilisé comme gaz vecteur (1 ml/mn). Les pourcentages ont été calculés à partir des surfaces des pics donnés par le GC/FID sans l'utilisation de facteur de correction.

IV.5.Activité antimicrobienne de l'HE d'*O. glandulosum*

Cette analyse a été réalisée au niveau du laboratoire de microbiologie de l'ENSV. Cette analyse se déroule en deux étapes : l'analyse qualitative et l'analyse quantitative.

IV.5.1.Souches bactériennes testées

La revivification des souches bactériennes (souches aviaires et souches de référence) a été réalisée sur bouillon BHIB qui a été incubé à 37°C pendant 24 à 48 heures. Les isolements ont été réalisés sur gélose nutritive avec une incubation à 37°C pendant 24h.

❖ 10 Souches d'*Escherichia coli* d'origine aviaire.

Les souches proviennent des élevages aviaires (prélèvements du cloaque). Les prélèvements ont été réalisés au niveau des centres de production de poulet de chair de Rouiba, Corso 2 et de Meftah appartenant au groupe avicole centre (ORAC). Les prélèvements ainsi réalisés ont été identifiés (date et site de prélèvement), puis acheminés vers le laboratoire de microbiologie de l'IPA pour isolement sur milieux sélectifs puis identification biochimique API 20 E. Les souches identifiées ont été conservées en gélose profonde dans des tubes de conservation à T° ambiante.

Des antibiogrammes ont été effectués en parallèle avec les aromatoigrammes. Le choix des antibiotiques pour chaque souche microbienne a été basé sur les directives du National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS).

❖ Les souches microbiennes de référence ATCC testées proviennent de la collection du CRD-SAIDAL, elles sont rapportées dans le tableau 10.

Tableau 10: Souches microbiennes de référence ATCC

Bactéries	Gram +	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 9372
	Gram -	<i>Escherichia coli</i> ATCC 4157	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 4352

IV.5.2.Analyse qualitative

Basée sur le principe de l'aromatogramme, elle permet la mise en évidence d'une éventuelle activité antimicrobienne (par la mesure des zones d'inhibition) des différents extraits en contact avec le germe ciblé. La concentration de ce dernier est ajustée à 10^7 - 10^8 germe/ml.

Nous avons adopté une méthode validée par le laboratoire de microbiologie du CRD-SAIDAL. Celle-ci est inspirée de la méthode de titrages des antimicrobiens de la pharmacopée européenne.

❖ Méthodologie

La première couche de la gélose MH liquéfiée a été versée dans des boîtes de pétri (9cm Ø) 1 à raison de 15ml par boîte qu'on laisse refroidir. L'opération a été répétée deux fois pour chaque souche. L'inoculum a été ensuite préparé à partir d'une culture bactérienne de 16 à 18h par prélèvement de quelques colonies isolées qui ont été introduits dans un tube à essai contenant de l'eau physiologique stérile.

La concentration de la suspension microbienne prévue pour l'ensemencement doit être fixée au préalable à 10^7 - 10^8 germes /ml en utilisant un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 620 nm. La densité optique (DO) qui correspond à cette concentration est de 0,2 à 0,3 Mac Farland pour les bactéries sauf pour *Staphylococcus aureus* (qui est de 0,03 à 0,04). La préparation de la 2ème couche a été réalisée en versant de la gélose MH liquéfiée dans un flacon à raison de 50ml additionné de 200µl de la suspension microbienne. Par la suite, la deuxième couche a été aseptiquement versée dans les boîtes de pétri sur la surface de la première couche déjà solidifiée.

Dépôt de disques

Les disques en papier absorbant (9mm) ont été au préalable stérilisés dans la chambre UV pendant 30 mn. A l'aide d'une pince stérile, le bout du disque a été imprégné avec l'HE jusqu'à sa totalité, puis, a été déposé soigneusement sur la gélose (la deuxième couche. Les boîtes ont été mises à sécher sur la paillasse pendant 30 mn puis elles ont été incubées à 37°C/24h.

Lecture et interprétation des résultats

Les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse. Les résultats obtenus ont été interprétés selon la méthode décrite par **ELA et al. (1996)**. Celle-ci définit, selon le diamètre (Ø) des zones d'inhibition, quatre degrés d'efficacité :

- Fortement inhibitrice** : Ø zones d'inhibition > 28mm.
- Modérément inhibitrice** : 16mm < Ø zones d'inhibition < 28mm.
- Légèrement inhibitrice** : 10mm < Ø zones d'inhibition < 16mm.
- Non inhibitrice** : Ø zones d'inhibition < 10mm.

IV.5.3. Analyse quantitative

Cette analyse a été réalisée selon le principe de la méthode de dilution en milieu solide, elle nous renseigne sur les mesures des CMI et des CMB pour les souches bactériennes.

IV.5.3.1.Détermination des CMI

Elle consiste à préparer des dilutions graduelles de l'HE dans de la gélose liquéfiée, puis à réaliser un ensemencement des différents germes en surface de la gélose après solidification.

❖ Méthodologie

Préparer des suspensions microbiennes des germes sélectionnés. Dans des tubes à essai remplis de 5ml d'eau physiologique, réaliser des suspensions de 10^7 - 10^8 germes/ml à partir de cultures de 18 à 24h.

Préparer une gamme de dilution de l'HE d'*O. glandulosum* (2 % jusqu'à 0,03 %) dans le milieu de culture MH et rajouter du TWEEN 80 (tensio-actif) pour une meilleure homogénéisation de l'HE.

Pour la première dilution (2% d'HE), verser dans un flacon 50 ml du milieu de culture MH liquéfié MH additionné de 0,5 % de TWEEN 80 et ajouter 1ml de l'HE. Après homogénéisation du mélange, verser dans un deuxième flacon la moitié du premier flacon et rajouter 25 ml du milieu pour obtenir la dilution 1% de l'HE. Refaire l'opération jusqu'à l'obtention de la dernière dilution (0,03% d'HE).

Préparer des boîtes de pétri (2 boîtes pour chaque dilution) et inscrire dessus les valeurs respectives de chacune des dilutions. Puis, verser 20 ml de chaque dilution préparée dans la boîte de pétri correspondante et laisser solidifier sur la paillasse.

Après la solidification des milieux dans les boîtes, tracer sur chacune des boîtes un quadrillage de deux larges colonnes traversées de lignes au nombre des germes à ensemercer (quatre lignes correspondant aux bactéries : *Staphylococcus aureus*, *E.coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*).

Sur l'une des colonnes, nous avons procédé à l'ensemencement, à l'aide d'une micropipette (5µl) et dans leurs lignes respectives, chacune des suspensions microbiennes sous forme de spots de 2µl.

Sur les lignes de l'autre colonne, nous avons placé en face de chaque spot (de la première colonne) des disques en papier absorbant et nous les avons imbibé de chacune des dilutions microbiennes correspondantes. Une fois l'opération achevée, incuber les boîtes de pétri à 37°C/24h.

Après incubation, vérifier les différentes boîtes en cherchant la plus faible concentration de l'huile essentielle dont aucune croissance microbienne n'est observée. Cette concentration est appelée concentration minimale inhibitrice CMI.

IV.5.3 .2.Détermination des CMB

❖ Protocole expérimental

Après avoir déterminé la CMI pour chacun des germes ciblés, déplacer avec une pince stérile, à partir des boîtes de pétri utilisées dans l'expérimentation précédente, tous les disques en papier situés au-dessus de la CMI et les réintroduire dans de nouvelles boîtes de pétri coulées de milieu de culture MH sans HE. Toutes les boîtes sont mises en incubation à 37°C/24h. Après incubation, retirer les boîtes et noter la plus petite concentration en HE où aucune croissance microbienne n'est constatée.

IV.6. Activité antioxydante

IV.6.1. Principe du test DPPH

Le composé chimique 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH) est un radical organique stable de couleur violette, qui absorbe à 517 nm. Sa stabilité est due au fait qu'il possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote. En présence d'agents antioxydants qui sont des donneurs d'hydrogène (AH), le composé est réduit en une forme non radicalaire DPPH-H (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) et vire au jaune, ce qui entraîne une diminution de son absorbance (**BRAND-WILLIAMS *et al*, 1995**).

IV.6.2.Mode opératoire

Les solutions mères de l'HE à une concentration de 4mg/ml ont été préparées. Une série de dilutions en progression géométrique à raison de 2 a été réalisée pour obtenir différentes concentrations. 1 ml de chaque solution est mélangé avec 1 ml d'une solution méthanolique de DPPH (0.04mg/ml). Le mélange réactionnel a été agité vigoureusement et incubé 30 min à l'obscurité et à T° ambiante. Les absorbances ont été mesurées à 517 nm.

Le blanc est représenté par le méthanol, les échantillons de contrôle ont été composés de 1 ml de méthanol additionné de 1 ml de la solution méthanolique de DPPH. L'acide ascorbique ainsi que le BHT ont été utilisés comme témoins positifs. L'expérience a été réalisée en triple.

IV.6.3.Expression des résultats

❖ Calcul des pourcentages d'inhibition

L'activité antioxydante est exprimée comme étant le pourcentage d'inhibition calculé en utilisant l'équation suivante:

$$\% \text{ d'inhibition} = (\text{Abs contrôle} - \text{Abs test} / \text{Abs contrôle}) \times 100$$

Abs contrôle: absorbance à la longueur d'onde de 517 nm de la solution méthanol+DPPH.

Abs test: absorbance à la longueur d'onde de 517 nm de l'échantillon.

Les résultats sont exprimés en % en fonction des différentes concentrations.

❖ Calcul de l' IC₅₀

La variation du pouvoir de réduction en fonction de la concentration de l'huile essentielle, de l'acide ascorbique, et du BHT permet également de calculer le paramètre IC₅₀ qui représente la « Concentration Efficace ». Cette dernière est définie comme étant la concentration de l'huile essentielle (ou de l'acide ascorbique et BHT) nécessaire pour réduire 50% de l'activité de DPPH. Plus la valeur de l'IC₅₀ est basse, plus l'activité antiradicalaire est élevée, et vice versa (MOLYNEUX, 2004).

Les valeurs IC₅₀ moyennes ont été calculées graphiquement à partir de trois essais séparés où l'abscisse est représentée par la concentration des échantillons testés et l'ordonnée par le pouvoir de réduction en pourcentage (MENSOR *et al.*, 2001).

IV.7. Activité anti-inflammatoire : Effet sur l'œdème de la patte de souris induit par la carragénine

La méthode de l'œdème à la carragénine de WINTER *et al.* (1962) a été envisagée pour mettre en évidence l'activité anti-inflammatoire générale de l'extrait brut aqueux et de l'HE d'*Origanum glandulosum*.

IV.7.1.Principe

Le principe du test est de déterminer l'aptitude des différents extraits testés à réduire l'inflammation causée par la carragénine, qui provoque le développement d'un œdème localisé au site d'injection par la stimulation de la libération de molécules pro-inflammatoires tels que l'histamine, la sérotonine et les prostaglandines (SONI *et al.*, 2014).

IV.7.2.Mode opératoire

Des souris mâles albinos NMRI, obtenues auprès du département animalerie de l'IPA ; au nombre de 36, d'un poids moyen de 20 ±02 g ont été réparties en lots de 6 individus dans des cages standards, maintenues dans une pièce à T° ambiante de 20 à 24°C.

Les souris avaient un accès libre à l'eau et à l'aliment (granules provenant de la société de production des aliments d'animaux, Bouzaréah, Alger).

Les souris ont été soumises à un jeun de 16 h avant l'expérimentation avec un accès libre à l'eau.

IV.7.3.Expression de résultats

- Calcul des moyennes arithmétiques des poids de la patte gauche et la patte droite pour chaque lot.
- Calculer du pourcentage d'augmentation des poids de la patte (% d'œdème) par la formule suivante :

$$\% \text{ Œdème} = \frac{\bar{x} \text{ des poids de la patte gauche} - \bar{x} \text{ des poids de la patte droite}}{\bar{x} \text{ des poids de la patte droite}} \times 100$$

- Calcul du pourcentage de réduction de l'œdème chez les souris traitées par rapport aux témoins.

$$\% \text{ de réduction de l'œdème} = \frac{\% \text{ de l'œdème témoin} - \% \text{ de l'œdème essai}}{\% \text{ de l'œdème témoin}} \times 100$$

IV.8. Test toxicologique HET-CAM

IV.8.1.Préparation des œufs embryonnés

Les œufs ont été conservés à l'abri de la lumière et à une T° de 1 °C à 12 °C pendant au moins 24 heures avant de les placer en couveuse. Les œufs fêlés ou cassés ont été éliminés.

Les œufs ont été pesés et identifiés puis placés dans l'incubateur (T° optimale : 37,8 °C, humidité comprise entre 50 et 60%).

Si l'incubateur n'est pas équipé d'un système de retournement automatique, les œufs doivent être retournés manuellement au moins deux fois par jour.

Pendant toute la durée de l'incubation, la T° et l'humidité ont été contrôlées. Les œufs ont été placés en position verticale (poche d'air vers le haut) dès le début, dans le cas d'incubateurs équipés de plateaux oscillants et au huitième jour d'incubation dans les autres cas.

Au dixième jour d'incubation, les œufs ont été mirés à l'aide d'une lampe et les œufs défectueux sont rejetés.

Selon les directives rapportées par **JORF(1996)**, les différentes étapes de l'essai ont été enchaînées rapidement sous un éclairage d'une intensité suffisante ne dégageant pas de chaleur afin de ne pas dessécher la membrane chorio-allantoïdienne (MCA).

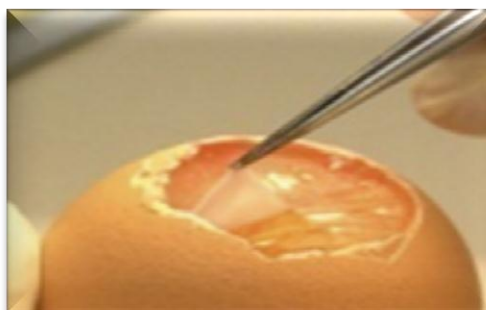
IV.8.2.Préparation de la membrane chorio-allantoïdienne

L'œuf étant placé verticalement sur un support (poche d'air vers le haut), la coquille a été entaillée au niveau de la poche d'air en prenant soin de ne pas léser la MCA.

A l'aide d'une pince ou d'une paire de ciseaux à bouts ronds, la coquille a été enlevée jusqu'au niveau de la membrane coquillière.

Toute la surface de la membrane coquillière a été alors humidifiée avec du soluté isotonique de chlorure de sodium maintenu à une température de 37° C. Le soluté a été ensuite éliminé par inclinaison de l'œuf.

La membrane coquillière a été décollée délicatement avec une pince puis retirée afin de découvrir la MCA sous-jacente (**Photo 5**).



**Photo 5 : Préparation de la MCA
JORF(1996)**

Les produits testés sont représentés dans le tableau 11

Tableau 11 : Produits testés par la méthode HET-CAM

N°	P1	P2	P3	P4	P5
Produits (pur ou dilués)	Ethanol (témoin)	Huile de tournesol pur	HE d'origan diluée par l'HT (1/2)	HE d'origan diluée par l'HT (1/4)	DMSO pur

➤ 0,30 ml du produit de l'essai (pur ou dilué), maintenu à 37° C, ont été alors déposés délicatement sur la MCA à l'aide d'une seringue ou d'une pipette et le chronomètre a été aussitôt déclenché. Après 20 secondes de contact, la membrane a été rincée avec 5 ml de soluté isotonique de NaCl (maintenu à 37° C) à l'aide d'une seringue en évitant toute projection brutale. Le liquide de rinçage a été éliminé par inclinaison de l'œuf.

➤ Les éventuels phénomènes d'irritation ont été observés pendant 5 minutes selon la procédure décrite ci-après. Le temps exact d'apparition de chaque phénomène a été relevé.

- L'effet irritant du produit à l'essai (ou de chacune de ses dilutions) a été évalué sur quatre œufs (JORF, 1996).

IV.8.3. Lecture des résultats

Les observations prises en compte pour la notation du produit doivent être réalisées à l'œil nu. Les phénomènes observés (hyperémie, hémorragie, coagulation) ne sont pas retenus en fonction de leur intensité mais en fonction de leur présence : il s'agit d'une réponse de type tout ou rien.

Le temps est noté à l'apparition de chacun des phénomènes (JORF, 1996).

❖ Évaluation numérique des lésions

Les phénomènes observés ont été quantifiés selon le tableau 12 en fonction de leur délai d'apparition.

Tableau 12 : Phénomènes observés en fonction du temps

Phénomène	Temps		
	$t \leq 30 \text{ s}$	$30 \text{ s} \leq t \leq 2 \text{ min}$	$2 \text{ min} \leq t \leq 5 \text{ min}$
Hyperémie	5	3	1
Hémorragie	7	5	3
Coagulation/ Opacité	9	7	5

(JORF, 1996).

❖ Détermination du score

Le score pour chaque œuf est la somme des notes d'hyperémie, d'hémorragie et de coagulation. La notation du produit testé est la moyenne arithmétique, arrondie à une décimale des scores obtenus sur 4 œufs. La notation maximum est de 21 (JORF, 1996).

❖ Expression des résultats

Le potentiel irritant sur la membrane chorio-allantoïdienne du produit à l'essai (pur ou dilué) est donné par l'échelle représentée dans le tableau 13 (JORF, 1996).

Tableau 13 : Expression des résultats du test HET-CAM

Notation (N)	Classification
$N < 1$	Pratiquement non irritant
$1 \leq N < 5$	Faiblement irritant
$5 \leq N < 9$	Modérément irritant
$N \geq 9$	Irritant

(JORF, 1996)

IV.9. Analyse statistique

Les données collectées lors de cette étude ont été saisies sur une base informatique Excel 2011. Les résultats des calculs des rendements d'extraction, des indices physico-chimiques, des diamètres d'inhibition relevés au cours de l'étude de l'activité antibactérienne et des % d'inhibition de l'activité antioxydante sont exprimés par la moyenne et l'écart-type.

Des modèles de régression linéaire ont été utilisés pour l'étude du pouvoir antioxydant et aussi pour déterminer les valeurs des IC50 pour les différents échantillons testés.

De même pour les résultats de l'activité anti inflammatoire, une étude descriptive a été réalisée par le calcul de la moyenne, l'écart-type, les taux de l'œdème et de réduction de l'œdème.

Résultats et Discussions

I. Résultats des Rendements et Indices physicochimiques :

I.1.Rendement en huile essentielle

Le rendement en HE d'*O.glandulosum*, qui est déterminé par rapport à 100 g de matériel végétal sec et broyé, est exprimé en pourcentage. Les résultats des 03 essais effectués sont illustrés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Rendement d'extraction de l'huile essentielle

Matériel végétal	Essai	Rendement (%)	
<i>Origanum glandulosum</i>	1	2,37	2,38±0,01
	2	2,40	
	3	2,38	

Le rendement d'extraction de l'huile essentielle d'*O.glandulosum* est estimé à 2.38%. Ce rendement est proche de celui rapporté par **BERREHAL et al.,(2010)** indiquant que les parties aériennes d'*O.glandulosum* récolté en période de floraison dans la région de Jijel et de Constantine, ont une teneur en huiles essentielles de 2.0%. **BELHATTAB et al., (2005)** rapportent que les rendements en huiles essentielles d '*Origanum glandulosum* récoltée dans différentes stations de la région de Sétif, sont variables allant de 2,3 à 5%.

La même tendance de résultats est observée par **SEMRA et al.,(2013)** avec un rendement en huile essentielle de 2,2% de la même espèce récoltée dans la région de Zighoud Youcef (wilaya de Constantine) en période de floraison. Cependant, des valeurs plus élevées sont rapportées par **SAHRAOUI et al., (2007)** avec un rendement estimé à 2.5% pour la région de Sétif et par **BENDAHOUI et al., (2008)** avec un rendement de 4.8% pour cette même espèce récoltée dans la région de Tlemcen.

Ces variations de teneurs en huiles essentielles d'*O.glandulosum* seraient attribuées à différents facteurs environnementaux prenant en compte que l'huile essentielle est un produit métabolique des cellules végétales et sa composition quantitative et qualitative peut être influencée par les conditions climatiques ; notamment le type de climat, l'altitude, le taux d'exposition au soleil, le type de sol, le stade de croissance de la plante en question, le moment de la récolte et la méthode d'extraction tel que signalé par **BESOMBES (2008)** et ; **BEJAOUI et al.(2013)**.

I.2. Rendement d'extraction de l'extrait aqueux

Le rendement de la macération de la poudre d'*O. glandulosum* est de l'ordre de 4,6 %. Ce rendement est élevé en comparaison à celui de **BELHATTAB (2018)** qui rapporte un taux de 2,7% sur la même plante récoltée dans la région de Sétif.

I.3. Caractéristiques organoleptiques de l'HE de l'*O.glandulosum*

A l'issue des distillations, l'HE obtenue est de couleur jaune clair avec une odeur fortement aromatique (Tableau 15). Les paramètres organoleptiques de notre HE sont en accord avec ceux répertoriés dans les normes **AFNOR (2000)**.

Tableau 15: Caractéristiques organoleptiques de l'HE d '*O.glandulosum*

Caractères organoleptiques HE	Couleur	Aspect	Odeur
HE d' <i>O.glandulosum</i> (notre échantillon)	Jaune clair	Liquide limpide	Fortement aromatique
HE d' <i>O.glandulosum</i> (AFNOR, 2000)	Jaune pâle	Liquide limpide	Camphrée

I.4. Indices physiques de l'HE de l'*O.glandulosum*

Les valeurs des mesures de la densité relative et de l'indice de réfraction à 20°C sont représentées dans le tableau 16.

Tableau 16 : Indices physiques de l'HE d '*O.glandulosum*

Indices Physiques	Densité relative	Indice de réfraction à 20°C
HE <i>O. glandulosum</i> (notre échantillon)	0,96 ± 0,01	1,50 ± 0,00

L'HE étudiée se caractérise par un indice de réfraction de 1,50 conforme à la valeur **AFNOR (2000)** qui varie entre 1,4900 et 1,5040.

II. Résultats du Screening phytochimique

L'évaluation préliminaire de la composition phytochimique de la partie aérienne d'*O. glandulosum*, par des réactions qualitatives de caractérisation, a permis de mettre en évidence la présence de différents groupes chimiques. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 17.

Tableau 17 : Composition chimique de l'EAQ de la partie aérienne d'*O.glandulosum*

Composés phytochimiques	Résultats	Interprétations
Polyphénols totaux	Précipité verdâtre/noirâtre	(+++)
Tanins catéchiques	Flocons blancs	(-)
Tanins galliques	Coloration noirâtre	(+)
Flavonoïdes	Changement de la couleur : rosé Effervescence	(+)
Saponosides	Persistance de la mousse plus de 10 minutes	(+++)

(+) : Présent ; (+++) : très abondant ; (-) : absent

Le screening phytochimique nous a permis de mettre en évidence la présence de métabolites secondaires avec des intensités plus ou moins variables, des polyphénols, des tanins galliques, des flavonoïdes, et des saponosides tandis que les tanins catéchiques sont absents. Les composés phénoliques, les flavonoïdes, les tanins et les saponines sont présents dans l'EAQ testé. Ces résultats s'apparentent à ceux signalés par **MOUSSAID et al. (2012)** chez des espèces du même genre (*O. sipyleum*)

La présence de ces métabolites secondaires au niveau de l'EAQ étudié explique son fort pouvoir thérapeutique. Par conséquent, ces résultats justifient la large utilisation d'*O. glandulosum* dans la médecine traditionnelle par la population locale. En effet, les tanins, les flavonoïdes, les saponosides et les polyphénols possèdent plusieurs propriétés bénéfiques notamment antimicrobienne, antioxydante, anti-inflammatoire, antiulcéreuse, etc. (**BOUHADDOUDA ., 2016, LABIOD., 2016**) .

En Algérie, quatre publications ont rapporté la composition phénolique d'*O.glandulosum*. La première étude réalisée par la technique CCM indique la présence de l'acide caféique, de l'acide rosmarinique et quelques familles chimiques (flavonoïdes 3- et 5-hydroxylés et aglycones) dans l'extrait acétonique de la plante récoltée dans la région de Sétif. Cette étude a aussi mis en évidence la présence de la quercétine par la spectroscopie RMN

BELHATTAB et al.(2004) et **SKOULA et al. (2008)** après étude de *O.glandulosum* collecté dans la région de Blida, en utilisant l'éthanol comme solvant d'extraction, ont identifié cinq flavones et quatre Flavanones.

Quant à **OUKIL et al.,(2011)** ils rapportent la présence de l'acide gallique, de l'acide vanillique, de l'acide coumarique, de la rutine, de l'acide férulique et de la naringénine dans l'extrait méthanolique de la plante collectée dans la région de Boukhlifa (Béjaia). Dans une autre étude menée par **BASLI et al., (2014)**, trois constituants majoritaires présents dans

l'extrait d'acétate d'éthyle d'*O.glandulosum* ont été déterminés : l'acide rosmarinique, le globoidnan A et le globoidnan B.

III. Résultats de l'analyse par CG/FID et CG/MS

L'analyse de l'HE indique qu'*O.glandulosum* est une plante riche en composés chimiques signalés par un chromatogramme comprenant 30 pics (Figure 34). En effet, l'observation du chromatogramme mets en évidence la présence d'une multitude de pics à différentes hauteurs (surfaces) ce qui exprime une diversité qualitative et quantitative.

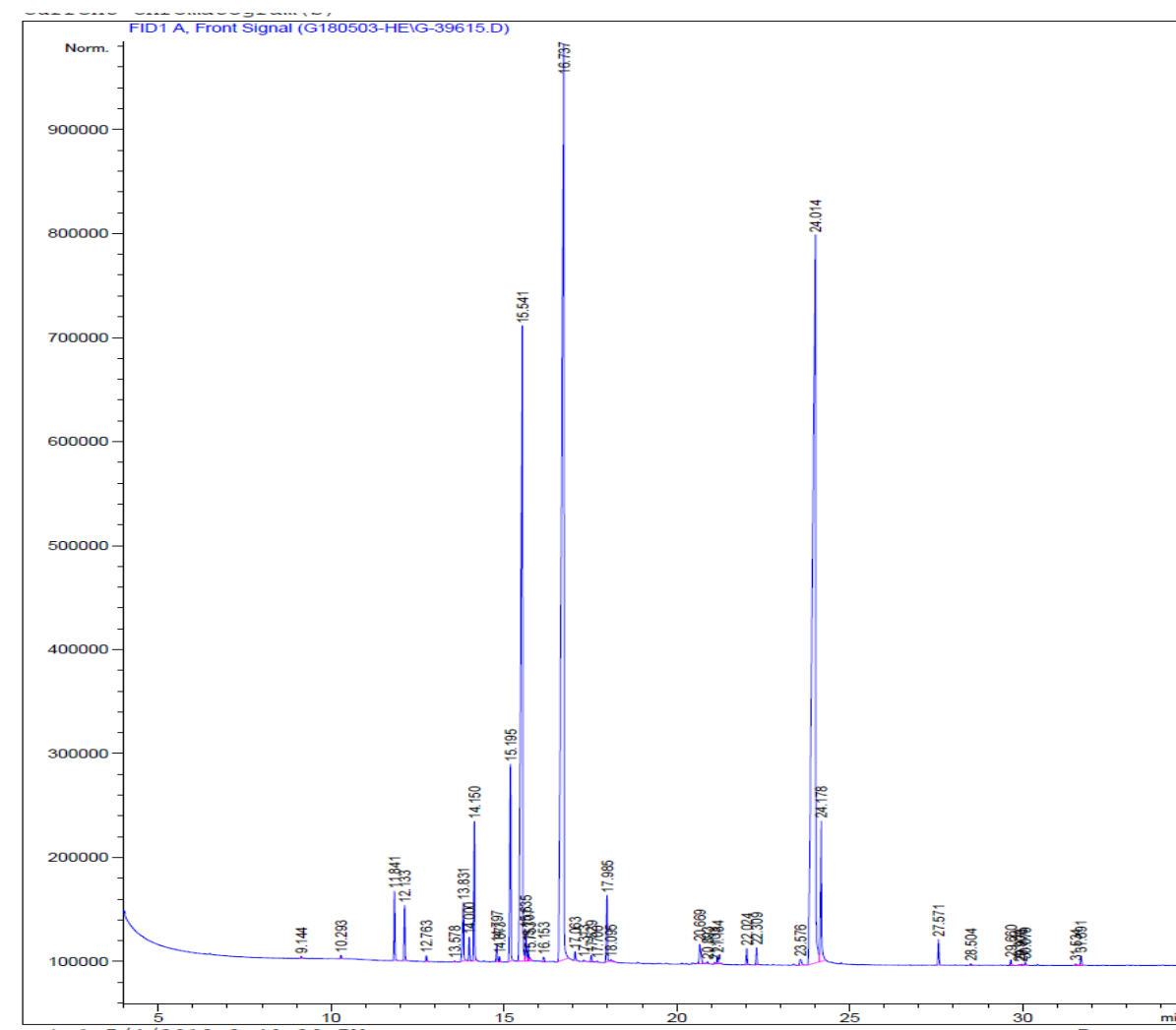


Figure 34 : Profil chromatographique de l'HE d'*O.glandulosum*

L'identification de cette multitude de composés de l'HE *O.glandulosum* ont été identifiés en par une recherche combinée des temps de rétention avec ceux des spectres de la librairie NIST du laboratoire LEXVA Analytique.

La comparaison des temps de rétention et des spectres UV de ces pics avec ceux des standards révélés par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS)

est rapportée sur le tableau 18. Parmi les 37 constituants chimiques représentant plus de 99,90% de la composition totale, le thymol (34,87%) et son précurseur gamma-terpinène (32,51%), le para-cymène (17,28%), l'Alpha-Terpinène (3,14%), le carvacrol (2,40%), se sont révélés être les principaux composants.

Tableau 18: Composition chimique de l'HE d '*O.glandulosum*

Composés	% Fid	Composés	% Fid
2-Heptanone	0.046	Para-Cyménène	0.019
Alpha-Thujène	0.941	Linalol	1.003
Alpha-Pinène	0.760	Trans-Hydrate de Sabinène	0.053
Camphène	0.081	Terpinène-4-ol	0.503
Sabinène	0.013	Alpha-Terpinéol	0.144
Octène-3-ol	1.073	Thymol Méthyl-Ether	0.229
Octanone-3	0.325	Carvacrol Méthyl-Ether	0.237
Myrcène	1.992	Iso-Thymol	0.165
Alpha-Phellandrène	0.233	Thymol	34.896
Delta-3-Carène	0.077	Carvacrol	2.405
Alpha-Terpinène	3.144	Béta-Caryophyllène	0.382
Para-Cymène	17.284	Alpha-Humulène	0.022
Limonène	0.444	Béta-Bisabolène	0.082
Béta-Phellandrène	0.229	Gamma-Cadinène	0.009
Eucalyptol	0.061	Delta-Cadinène	0.021
(E)-Beta-Ocimène	0.076	Cis-Calaménène	0.047
Gamma-terpinène	32.511	Spathulénol	0.037
Cis-Hydrate de Sabinène	0.131	Oxyde de Caryophyllène	0.144
Terpinolène	0.084		
Total			99.903

Les travaux de **RUBERTO *et al.* (2002)** sur la variabilité de la composition chimique de l'huile d'*O. glandulosum*, récolté dans 4 stations différentes dans la région de Sétif indiquent la présence de 2 chimiotypes: chimiotype à thymol et chimiotype à carvacrol.

L'analyse chimique de l'HE de la même plante récoltée dans la région d'Alger, effectuée par **HOUMANI *et al.* (2002)** a permis d'obtenir des teneurs élevées en thymol (55,6%) suivi de p-cymène (12,5%), de 7-terpinène (11,20%) et de carvacrol (2,70%)

Par ailleurs, l'étude de la composition chimique d'*O.glandulosum* de la région de Sétif, réalisée par **BELHATTAB *et al.*, en 2005**, a permis de mettre en évidence 29 composés dont les plus importants sont le carvacrol (47%), suivi du terpinène (13,4%), du p-cymène (11,2%) et du thymol (6,6%).

Les travaux menés par **EL BABILI, (2011)** en analysant par GC-FID et GC-MS d'HE des feuilles d'*O. compactum* ont abouti à l'identification de 46 composés, représentant plus de

98% de la composition totale. Le carvacrol étant le composé prédominant (36,46%), suivi du thymol (29,74%) et du p-cymène (24,31%)

IV. Evaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle d'*O.glandulosum*

L'activité antimicrobienne de l'HE extraite a été évaluée sur 10 souches microbiennes *E .coli* d'origine aviaire ainsi que sur 04 souches bactériennes de référence de type ATCC.

L'activité antibactérienne de l'HE d '*O.glandulosum* contre les bactéries testées est réalisée par la méthode des disques. Leur potentiel antibactérien est qualitativement et quantitativement évalué par la mesure du diamètre des zones d'inhibition et la détermination des valeurs des CMI et CMB.

IV.1. Évaluation qualitative de l'activité antimicrobienne

Les diamètres moyens des zones d'inhibition observées autour des disques imprégnés d'HE des souches de référence et des antibiotiques testées sont résumés dans le tableau 19.

Tableau 19: Diamètres des zones d'inhibition (mm) de l'HE d'*O.glandulosum*

Gram	Souches microbiennes de référence	Ø des zones d'inhibition HE <i>O.glandulosum</i> (mm)
Bactéries Gram +	<i>B.subtilis</i> 9372	19 ± 0,0
	<i>S.aureus</i> 6538	43 ± 0, 0
Bactéries Gram -	<i>P.aeruginosa</i> 4352	12 ± 0 ,0
	<i>E.coli</i> 4157	14 ± 0,0

L'analyse globale des résultats consignés dans le tableau 09 révèle que l'H.E étudiée présente un potentiel antimicrobien qui varie entre une action légèrement inhibitrice et modérément inhibitrice en fonction de la nature des souches testées.

Par ailleurs les souches bactériennes *Bacillus subtilus* et *Pseudomonas aeruginosa* manifestent une sensibilité modérée (19 mm) et légèrement inhibitrice (12 mm) vis-à-vis de l'HE étudiée.

Selon **LAMBERT et al., (2001)**, la résistance de *Pseudomonas aeruginosa* aux huiles essentielles serait attribuée à une résistance intrinsèque aux agents biocides qui en relation avec la nature de sa paroi dotée comme toute bactérie gram-, d'une couche de peptidoglycane coincée entre la membrane plasmique et une assise externe constitué de lipopolysacharides et de protéines. *Stapylococcus aureus* s'est avérée la plus sensible à l'action de l'H.E parmi les germes testés, cette sensibilité accrue est confirmée par les résultats de plusieurs auteurs (**FRIEDMAN et al., 2002**).

Selon **DORMAN (2000)**, la sensibilité est indépendante du gram, ou dépend des HE utilisées. Cependant, le même auteur précise que l'activité anti microbienne d'une HE est à mettre en relation avec sa composition chimique.

En résumé, il apparaît que toutes les souches bactériennes testées ont montrée un certain degré de sensibilité à l'HE testée. Ainsi, on peut classer les microorganismes en fonction de leur degré de sensibilité par le classement décroissant suivant :

S.aureus* > *B.subtilis* > *E.coli* > *P.aeruginosa

L'effet de l'HE extraite sur les souches *E. coli* d'origine aviaire est important, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 20.

Tableau 20 : Diamètres des zones d'inhibition (mm) obtenus par la méthode de diffusion sur gélose

Souches bactériennes	Diamètres des zones d'inhibition (mm)					
	HE <i>O.glandulosum</i>	Ampicilline	Ac nalidixique	Flumequine	Enrofloxacin	Tétracyclines
<i>E.coli</i> 4157	14 ± 0,0	S	S	S	S	S
1	20 ± 0,0	R	R	S	S	S
2	24 ± 2,83	R	R	S	S	S
3	29 ± 1,41	R	R	I	S	R
4	25 ± 0,00	S	R	R	S	R
5	22 ± 2,83	R	R	I	I	R
6	31 ± 1,41	S	R	I	I	S
7	25 ± 0,0	S	R	S	S	R
8	23 ± 2,83	R	R	R	R	R
9	26 ± 2,83	S	R	R	R	R
10	22 ± 2,83	R	R	I	I	R

Toutes les valeurs des zones d'inhibition sont exprimées en moyenne de deux essais ± écart type.

S : Sensible / R : Résistant / I : Intermédiaire

Le profil d'antibiorésistance des souches d'*E.coli* aviaires rapporte une multiresistance vis à vis de 1 jusqu'à 5 antibiotiques testés alors que l'on note une sensibilité envers l'HE d'*O.glandulosum*.

Nos résultats sont en accord avec ceux de plusieurs autres travaux. Le carvacrol et le thymol ont un effet inhibiteur, ils constituent les composés phénoliques majoritaires de l'huile essentielle d'origan (**SKOULA et al., 1999**). L'activité antibactérienne de cette huile

essentielle est en grande partie attribuée à ces deux composants (**ALIGIANNIS *et al.*, 2001**). De même , **BURT et REINDERS (2003)** confirment que le carvacrol et le thymol, qui sont les constituants majeurs de l'huile essentielle d'origan, rendent la membrane cellulaire bactérienne perméable

IV.2. Évaluation quantitative de l'activité antimicrobienne

Pour définir la nature exacte de cette activité, c'est-à-dire, savoir si notre huile essentielle est bactéricide ou bactériostatique contre les germes testés, nous avons calculé le rapport CMB/CMI qui permet de déterminer le pouvoir antibiotique de l'HE.

Selon (**JOUBERT *et al.*, 1958**) et **OUSSOU *et al.*, (2008)**, si le rapport:

$CMB/CMI \leq 4$ l'HE est bactéricide

$CMB/CMI \geq 4$ l'HE est bactériostatique

Les CMI et CMB mesurées sont rapportées dans le tableau 21.

Tableau 21 : CMI et CMB de l'HE d '*O.glandulosum* vis-à-vis des souches de référence

Gram	Souche	%CMI	%CMB	CMB/CMI	Interprétation
Gram +	<i>B.subtilis</i> 9372	0,125	0,125	1	Bactéricide
	<i>S.aureus</i> 6538	0,06	0,125	2	Bactéricide
Gram-	<i>P. aeruginosa</i> 4352	0,25	0,25	1	Bactéricide
	<i>E.coli</i> 4157	0,125	0,125	1	Bactéricide

Le tableau 46 rapporte les valeurs des CMI et CMB de l'HE d '*O.glandulosum* vis-à-vis des souches aviaires. Les CMI, CMB et CMB/CMI déterminés, ont démontré l'activité antibactérienne potentielle de notre HE (Tableau 22). Notre extrait présente la même modalité d'action (bactéricide) vis-à-vis des souches bactériennes testées ($CMB/CMI \leq 2$).

Tableau 22 : CMI et CMB de l'HE d '*O.glandulosum* vis-à-vis des souches aviaires

Souche	% CMI	%CMB	CMB/CMI	Interprétation
1	0,25	0,25	1	Bactéricide
2	0,125	0,125	1	Bactéricide
3	0,125	0,125	1	Bactéricide
4	0,06	0,06	1	Bactéricide
5	0,25	0,25	1	Bactéricide
6	0,25	0,25	1	Bactéricide
7	0,25	0,125	0,5	Bactéricide
8	0,125	0,25	2	Bactéricide
9	0,125	0,125	1	Bactéricide
10	0,125	0,125	1	Bactéricide

L'efficacité de cette substance naturelle contre les souches d '*E. coli* a été également citée par de nombreux travaux, notamment ceux réalisés sur cinq HE et qui ont montré des propriétés bactéricides intéressantes de l'HE d'origan et de thym sur *E. coli* (**BURT, 2004**).

Dans cette dernière étude, l'HE d'origan et de girofle ont provoqué une lyse cellulaire des bactéries associée à une mortalité rapide sur *Escherichia coli* et *Bacillus subtilis* (**RHAYOUR et al., 2001**).

V. Activité antioxydante

L'activité antioxydante de l'HE d '*Origanum glandulosum* est évaluée par le test de piégeage du radical DPPH. Le degré de décoloration exprime le potentiel de piégeage de l'antioxydant (**MADHURI et PANDEY, 2009**).

Les figures 35 et 36 rapportent les pourcentages d'inhibition obtenus en fonction des différentes concentrations utilisées en acide ascorbique (Vitamine C), et en BHT. Elles montrent que les pourcentages d'inhibition existent à différentes concentrations ; ce qui reflète la présence des composés qui peuvent réduire le radical DPPH.

A des fins comparatives, deux antioxydants standards sont utilisés : l'acide ascorbique (Vit C) et le BHT.

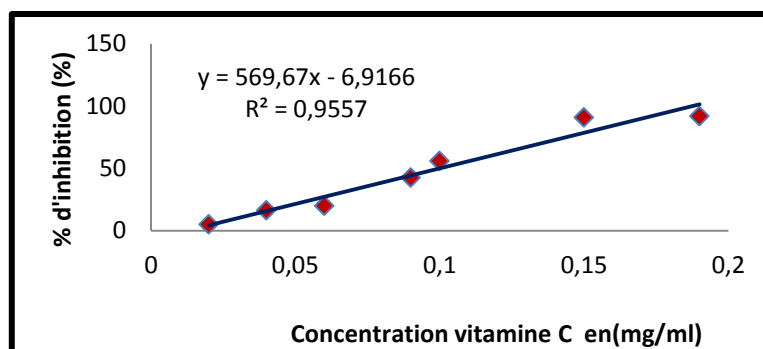


Figure 35 : Pouvoir antioxydant de l'acide ascorbique

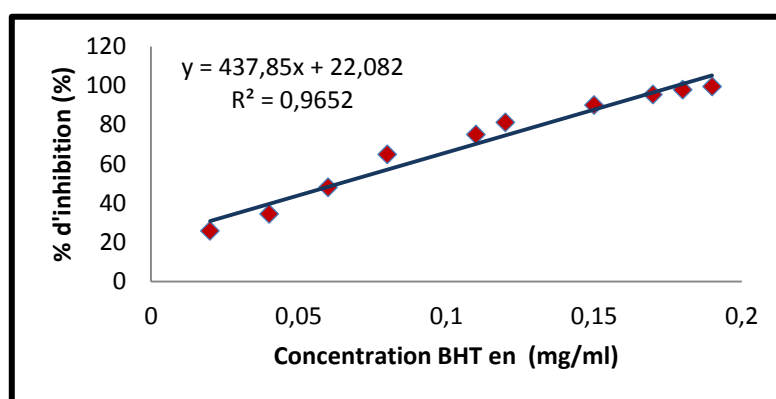


Figure 36 : Pouvoir antioxydant du BHT

V.1. Pourcentage d'inhibition de la DPPH pour l'HE d '*O. glandulosum*

Le profil des pourcentages d'inhibition obtenu dans la figure 37 rapporte que l'HE de la partie aérienne de *O. glandulosum* possède un pourcentage d'inhibition dose dépendante.

Il est à remarquer que le pourcentage d'inhibition du radical libre pour l'HE de *O. glandulosum* est inférieur à celui de l'acide ascorbique et BHT pour toutes les concentrations utilisées. Pour une concentration de 2.6mg/ml, l'HE a révélé un pourcentage d'inhibition de 66.37% tandis que l'acide ascorbique et BHT inhibent le DPPH avec 91.75% et 99.34% respectivement à une concentration de 0.19mg/ml.

Nos résultats sont similaires à ceux de **KRIMAT et al., (2017)** qui rapportent que les valeurs de l'activité antioxydante calculées en % indiquent que l'extrait d'*O. glandulosum* possède une bonne capacité inhibitrice (70,83 %), mais il reste moins actif par rapport aux BHT (96,92 %) et α -tocophérol (94,95 %).

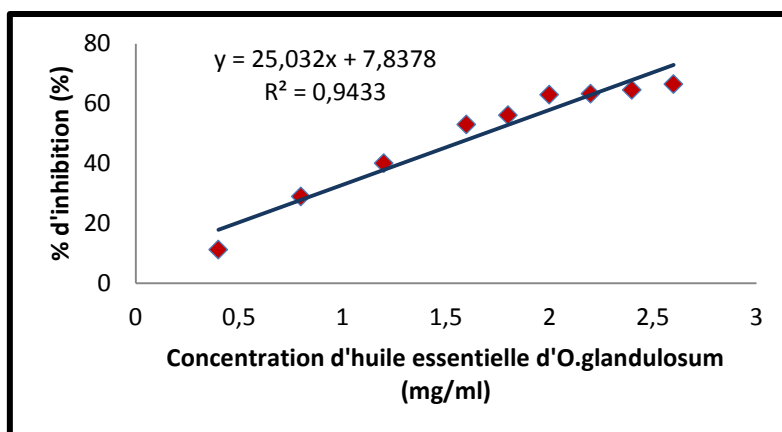


Figure 37 : Pouvoir antioxydant de l'HE d '*O. glandulosum*

V.2.Détermination de l'IC50

La valeur de l'IC50 est inversement liée à la capacité antioxydante d'un composé car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50 %. Plus la valeur de l'IC50 est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande (MKADMINI *et al.*, 2016).

L'ensemble des résultats de l'activité antioxydante des différents extraits (HE) ainsi que les standards utilisés est exprimée en IC50 (Tableau 23).

Tableau 23 : Valeurs des IC50 des échantillons testés (Vit C, BHT, HE)

Echantillons testés	IC50 (mg/ml)
BHT	0.064
Vit C	0.099
HE d ' <i>O. glandulosum</i>	1.680

Les 2 antioxydants de référence (BHT et Vit C) ont montré une activité antioxydante plus élevée respectivement avec un IC50 de l'ordre de 0,06 et 0,09 mg/ml par rapport à celle de l'HE testée.

Les travaux de RIAHI *et al.*, (2013) et BOUHADDOUDA (2016) rapportent que les résultats obtenus par le piégeage du radical libre DPPH dans l'extrait méthanolique d'*O. glandulosum*, sont plus actifs que les HE de *O. glandulosum*. Cette observation serait en rapport avec la complexité de la composition des extraits en substances phénoliques y

compris les acides phénoliques, les flavonoïdes et la synergie entre eux pour une meilleure activité antioxydante.

Par ailleurs, les travaux de **BOUYAHYA *et al.*, (2017)** ont rapporté que l'extrait de *n* - hexanique des extraits d'*Origanum compactum* est le plus actif , ce qui indique la présence de composés efficaces dans la composition chimique de la plante, qui ont une capacité élevée dans la réduction du DPPH. De façon analogue, les travaux de **KRIMAT *et al.*, (2017)** rapportent que l'extrait hydrométhanolique des parties aériennes d'*O. glandulosum* a révélé une forte activité antioxydante par la méthode DPPH.

L'HE de la sous espèce étudiée, *O. glandulosum*, développe une activité antioxydante moindre. Une étude menée par **SARI *et al.*, (2006)** sur différentes populations d'*O. glandulosum* d'Algérie (Sétif, Bejaia, Biskra, M'sila et Bordj Bou Arreridj) a démontré le fort pouvoir antioxydant des huiles essentielles qui ont donné des IC50 variant de 16.2 à 26.7 µg/ml. Les travaux de **MECHERGUI *et al.* (2010)** ont enregistré une valeur d'IC50 de l'HE de cette même plante issue de deux régions de Tunisie à 105.29 mg/L et 142.86 mg/L.

Le mécanisme réactionnel entre les antioxydants et le DDPH dépend de la conformation structurale des antioxydants L'activité antioxydante dépend généralement du nombre et de la position des groupements hydroxyles par rapport aux groupements carboxyles fonctionnels (**HUANG *et al.*, 2006 , BETTAIEB , 2012**).

VI. Activité anti-inflammatoire

Les résultats du % d'œdème sont représentés sous forme d'histogrammes mettant en valeur l'évolution de l'épaisseur de l'œdème en fonction de l'extrait injecté (Tableau 24).

Tableau 24: Effet de l'EAQ et l'HE d '*O. glandulosum* sur le % d'œdème

Souris	Lot Témoin	Lot HE 1 (200mg/Kg)	Lot HE 2 (300mg/Kg)	Lot EAQ 1 (200mg/Kg)	Lot EAQ 2 (300mg/Kg)	Lot référence Diclofenac
% d'œdème (Moy± E T)	0,11±0,09	0,12±0,06	0,08±0,04	0,06±0,04	0,12±0,04	0,15±0,06

n = 6 pour chaque lot

Chez les souris du lot témoin, l'injection de la solution de carragénine à 1 % sous l'aponévrose plantaire de la patte postérieure gauche provoque une inflammation visible.

Cependant, l'administration par voie orale de nos extraits EAQ et HE, à savoir le lot HE1 à la dose de 200mg/Kg et le lot EAQ 2 à la dose 300 mg/Kg induisent un % d'œdème plus élevé

par rapport au lot témoin mais restent néanmoins moins faibles par rapport au produit de référence testé (Diclofenac).

L'analyse statistique des résultats ne révèle aucune différence significative entre les différents lots testés à $p > 0,05$ (Figure 38)

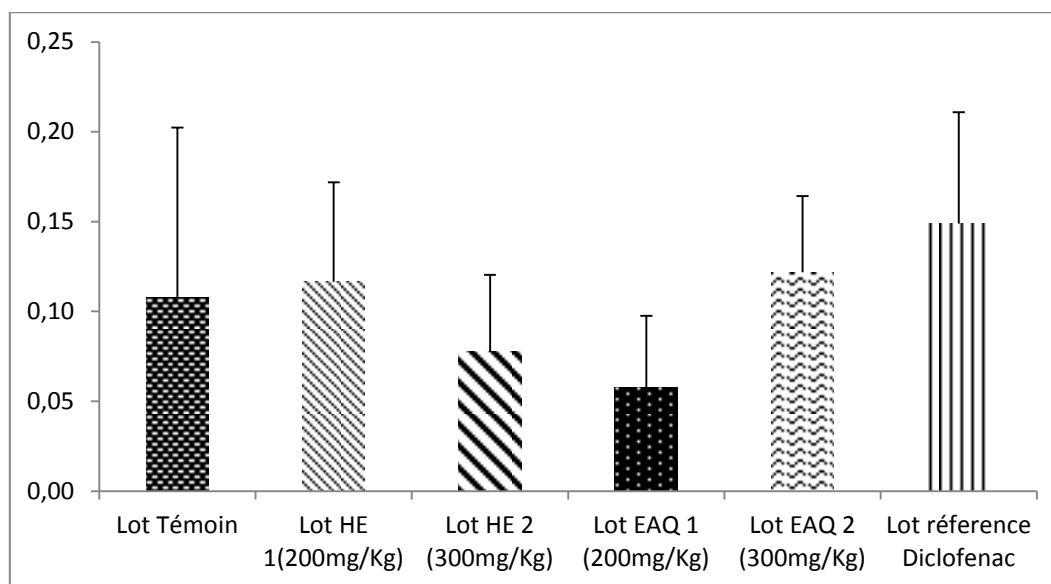


Figure 38 : Effet de l'extrait de l'EAQ et l'HE d'*O. glandulosum* sur l'œdème de la patte de souris

L'HE d'*O. glandulosum* est en solution dans l'huile de Tournesol ainsi que l'EAQ dissout dans de l'eau distillée pour obtenir les doses de 200 et 300 mg/kg.

Au cours de notre étude, nous n'avons constaté aucun symptôme de toxicité et aucune mortalité chez les souris ayant reçu par voie orale l'EAQ et l'HE d'*Origanum glandulosum* aux doses de 200 et 300 mg/kg. La DL50 est donc supérieure à 1 g/kg. Ces résultats révèlent que l'utilisation des doses inférieures à 1 000 mg/kg ne présente aucun risque sur les animaux d'expérience. Ces conclusions corroborent celles de **KRIMAT et al., (2017)**.

Le modèle animal largement utilisé pour évaluer l'activité anti-inflammatoire des substances est l'œdème induit par l'injection de la carragénine. L'injection de cette dernière provoque la libération de plusieurs médiateurs chimiques qui sont responsables du processus inflammatoire. Cette réponse inflammatoire est biphasique, la phase initiale dure environ une heure ; elle correspond à la libération de l'histamine et de la sérotonine. La bradykinine est libérée au cours de la seconde phase (1,5 à 3 heures) et la biosynthèse des prostaglandines intervient au-delà de la troisième heure (**DI ROSA, 1972 ; OUEDRAOGO, 2012**).

VII. Test toxicologique HET-CAM

VII.1.Présentation des scores obtenus

Les scores obtenus selon le degré d'irritation des produits testés sont rapportés sur le tableau 25 ;

Tableau 25 : Scores des produits testés par le test HET-CAM

N° de produit	Notation	Classification
Ethanol	21±0	Irritant
H Tournesol	1±0	Faiblement irritant
HE diluée au 1/2	16±20	Irritant
HE diluée au 1/4	14±1,15	Irritant
DMSO	13,25±2,87	Irritant

D'après les scores obtenus lors du test, nous observons que :

- Le produit le plus irritant est l'éthanol (contrôle positif).
- L'huile de Tournesol présente le score le plus bas, considérée comme un produit faiblement irritant. L'huile de Tournesol est utilisée généralement pour diluer les huiles essentielles.
- Le score obtenu dans la dilution 1/2 d'HE de l'origan est plus élevé que dans la dilution 1/4, L'HE d'origan est classée comme produit irritant.

Ce résultat confirme celui de **PIBIRI (2006)** montrant que l'HE d'origan est doté d'un pouvoir irritant d'où la nécessité de la diluer dans une huile végétale.

- Pour le DMSO d'après **SEGURA (2010)** ; Pour le DMSO d'après **SEGURA (2010)** ; le dépôt de 2 gouttes de DMSO dans l'œil humain conduit à la présence de tâches rouges autour de l'iris et une légère sensation de brûlure, ce qui confirme notre résultat que le DMSO est un produit irritant avec un score de 13,25.

Conclusion partielle

Cette étude entre dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et médicinales algériennes. Elle constitue un travail préliminaire à l'essai expérimental *in vivo*. Elle nous a permis d'évaluer les potentialités bioactives de l'HE d '*O.glandulosum* appartenant à la famille des Lamiacées.

Les résultats obtenus dans cette étude confirment la grande activité antibactérienne de l'HE d '*O.glandulosum* sur des souches d '*E. coli* d'origine aviaire résistantes à plusieurs antibiotiques largement utilisés en élevage aviaire.

Le potentiel antimicrobien de l'HE extraite vis-à-vis des souches *E.coli* aviaires s'est révélé intéressant avec des diamètres des zones d'inhibition de l'ordre de 24 mm et des CMI de l'ordre de 0,125%. Cette bioactivité de l'HE extraite est en relation avec le screening phytochimique qui a révélé la présence des polyphénols, des flavonoïdes, des tanins galliques et des saponosides. De même, les résultats des indices physico-chimiques de l'HE étaient conformes aux normes AFNOR.

L'identification par CPG/SM de l'HE extraite par hydrodistillation montre que le thymol (34,87%) et son précurseur gamma-terpinène (32,51%), le para-cymène (17,28%), l'alpha-Terpinène (3,14%), le carvacrol (2,40%), constituent les principaux composants.

Les résultats d'évaluation de l'activité antioxydante par la méthode de DPPH, montrent que l'acide ascorbique et le BHT, ont une activité plus importante par rapport à celles de l'HE extraite.

Aux doses testées de 200mg/kg et 300 mg/kg, l'HE et l'EAQ n'ont pas entraîné de réduction du pourcentage d'inhibition au cours de l'activité anti-inflammatoire de l'œdème plantaire à la Carragénine, suggérant ainsi de tester d'autres doses thérapeutiques.

Les résultats de test HET-CAM montrent que l'huile essentielle d '*O.glandulosum* est une huile irritante et l'irritation devient importante si on augmente la dose.

L'ensemble des résultats obtenus au cours de notre investigation, constitue une première étape dans la recherche des substances de source naturelle biologiquement active, il serait intéressant d'étayer ce travail en :

- Testant d'autres méthodes d'extraction et leurs influences sur le rendement et la composition chimique des huiles essentielles ;
- Fractionnant l'huile essentielle, isolant et caractérisant les composants responsables des différentes activités biologiques;

- Testant les effets des composants actifs séparément et comparant leurs pouvoirs avec ceux de l'huile essentielle;

Partie III

Etude expérimentale

*Essai expérimental *in vivo**

Matériel et méthodes

I. Objectif de l'étude

L'objectif de l'essai est d'étudier l'effet de l'incorporation des HE naturelle et commerciale d'origan dans l'eau de boisson sur les performances zootechniques, la microflore digestive, l'immunité et les paramètres sanguins du poulet de chair de souche Arbor acres élevé dans des conditions proches de celles du terrain.

II. Protocole expérimental

Le dispositif expérimental et les mesures effectuées sont récapitulés dans le tableau 26.

Tableau 26 : Tableau récapitulatif du dispositif expérimental

Opérations et mesures effectuées	Jour	Lots TEM 1 et 2 (n= 30 chacun)	Lots HEN 1 et 2 (n= 30 chacun)	Lots HEC 1 et 2 (n= 30 chacun)
Nettoyage et Désinfection du bâtiment d'élevage	Avant J0	+	+	+
Prélèvement aliment démarrage	J0	+		
Mise en place des poussins (n=180) Répartition des lots	J0	+	+	+
Administration HE Via EDB	J2-J3	+	+	+
Administration Vaccin NC et BI	J4	+	+	+
Administration HE via EDB	J11- J12	+	+	+
Administration Vaccin Gumburo	J 14	+	+	+
Prélèvement aliment croissance	J 15	+		
Prélèvements sanguins sérologie	J20	+	+	+
Administration HE via EDB	J25- J26	+	+	+
Administration vaccin NC et BI	J28	+	+	+
Prélèvement aliment finition	J 30	+		
Prélèvements sanguins sérologie	J32	+	+	+
Mesure performances zootechniques	J 42	(n=53) +	(n= 50) +	(n=50) +
Prélèvements sanguins Sérologie Biochimie	J 42	+	+	+
Dénombrement de la microflore digestive	J 42	+	+	+

n= nombre d'échantillons

III. Matériel

III.1. Bâtiment et matériel d'élevage

L'expérimentation s'est déroulée du 8 avril au 25 mai 2015 à l'ENSA d'El-Harrach dans un bâtiment semi-obscur de 63,92 m² de surface.

Le bâtiment est constitué de 6 loges de surface moyenne de 7 m² chacune et réparties de chaque côté du bâtiment, comme indiqué par la figure 39. Le bâtiment comprend sur toute sa longueur, un couloir central de 1,20 m de largeur, traversé par une rigole.

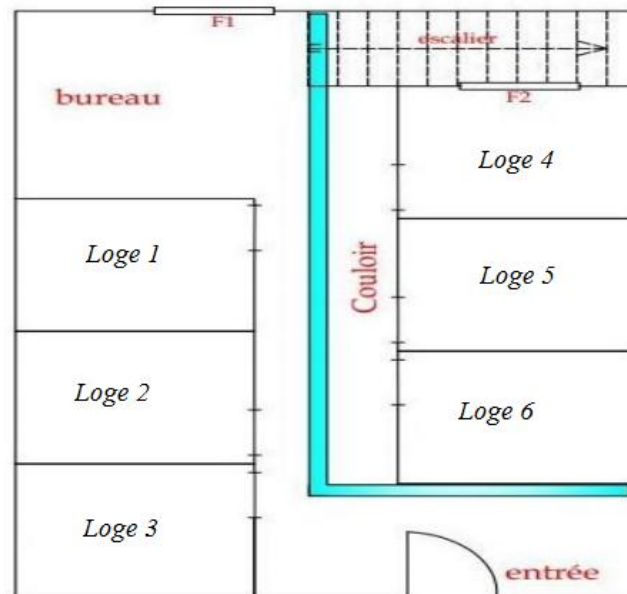


Figure 39 : Représentation graphique du bâtiment d'élevage

L'aération du bâtiment est assurée par une fenêtre de 0,75 m² de surface équipée d'un extracteur. Le système d'éclairage est composé de 6 néons (un par loge) de 18W et de 2 néons de 36W chacun, disposés respectivement au plafond et à proximité de la porte d'entrée. Le château d'eau de l'ENSA assure l'approvisionnement en eau du bâtiment d'élevage.

Des mangeoires et des abreuvoirs adaptés à l'âge de l'animal ont été utilisés au cours de l'essai. Des mangeoires circulaires ont été utilisées durant les 4 premiers jours d'élevage et l'abreuvement durant cette phase a été assuré par des abreuvoirs siphoniques de 2,5 l de contenance.

Durant les phases de croissance (J14 -J30) et de finition (J30-J49), des mangeoires circulaires de 2^{ème} âge et des abreuvoirs siphoniques de 10 l de contenance ont été utilisés.

Le chauffage des loges a été assuré par des radiants à gaz et la température ambiante du bâtiment a été maintenue conformément aux normes d'élevage du poulet de chair grâce à un chauffage central à gaz.

III.2. Animaux

Cent quatre-vingt poussins de souche « Arbor Acres plus », non sexés et de 1 jour d'âge ont été fournis par le couvoir de Rouïba (Alger), le poids moyen des poussins à l'arrivée a été de $41,73 \pm 3,38$ g.

L'identification des sujets est faite pour les besoins de l'essai, à l'aide de vernis de différentes couleurs portés sur la tête et une des pattes des sujets.

III.3. Matériel végétal

Après cueillette, dessiccation et hydrodistillation de la partie aérienne, l'huile essentielle d'*Origanum glandulosum* a été séchée au sulfate de sodium anhydre et conservée à +4 ° C dans des flacons bruns jusqu'à utilisation.

L'huile essentielle d'*Origanum onites* commerciale a été fournie par le laboratoire Veto-Ahram (« Origo-Stim », Meriden). La fiche technique est rapportée en Annexe 2.

III.4. Aliment

Durant les différentes phases d'élevage, les animaux ont reçu un aliment commercialisé par l'ONAB composé de maïs, tourteaux de soja, issues de meunerie, calcaire, phosphate, sel, acides aminés, oligo-éléments, poly vitamines, antioxydant, anticoccidien, chlorure de choline.

L'aliment ONAB de démarrage, croissance et finition a fait l'objet d'une analyse chimique classique pour déterminer leurs teneurs en matière sèche, matières minérales, matières azotées totales et matières grasses. Ces dernières ont été déterminées les recommandations **d'AFNOR (1985)**.

L'aliment est conservé jusqu'à utilisation dans des fûts métalliques ; les quantités à distribuer sont pesées et présentées dans les mangeoires après récupération de refus.

III.5. Eau de boisson

L'abreuvement des animaux a été assuré *ad libitum*. Avant chaque administration des vaccins (Avinew, H120 et IBDL « Hipra, Espagne ») ; les lots expérimentaux ont reçu le mélange (eau +HE) à raison de 0,02% pour l'HE d'*Origanum glandulosum* et 0,03% pour l'HE commerciale « Origo-Stim ». Ce traitement dure 2 jours et il est suivi d'un jour de distribution d'eau seule, avant la vaccination.

IV. Méthodes

IV.1. Méthode de conduite de l'élevage

IV.1.1.Préparation du bâtiment

Afin d'assurer de bonnes conditions d'hygiène et de prophylaxie lors de l'élevage des poulets, diverses opérations ont concerné le bâtiment avant l'arrivée des poussins.

En premier lieu, un nettoyage à sec été effectué afin de débarrasser le sol des restes de litière et de la poussière ; les murs ont été également dépoussiérés.

Dans un deuxième temps, le sol et le matériel d'élevage ont été nettoyés avec un détergent puissant « le DETERCLEAN », selon les instructions du fabricant.

En dernier lieu, le chaulage de l'ensemble des surfaces du bâtiment ainsi que son accès ont été réalisés.

La désinfection du bâtiment est faite avec le désinfectant « TH5 » à l'aide d'un pulvérisateur selon les modalités prescrites par le fabricant. Après cette opération, un vide sanitaire a été observé pendant 10 jours. Quarante-huit heures avant l'arrivée des poussins, une fumigation a été effectuée après installation de la litière et du matériel de démarrage (mangeoires, abreuvoirs) dans les loges.

IV.1.2. Réception des poussins

IV.1.2.1. Opérations préliminaires

Avant d'installer les animaux dans le local, les opérations suivantes ont été effectuées :

- répartition de la paille dans les loges à raison de 10 cm de hauteur sans tassement ;
- la construction d'une poussinière à l'aide des bottes de paille pour maintenir les poussins durant les 4 premiers jours sous la source de chaleur et leur permettre d'accéder facilement aux mangeoires et aux abreuvoirs ;
- la température du local été maintenue entre 32 à 34°C à l'aide des radiants et le chauffage central qui ont été allumés 24 h avant l'arrivée des poussins ;
- Quatre mangeoires remplies d'aliment et 3 abreuvoirs remplis d'eau ont été disposés dans la poussinière.

IV.1.2.2. Arrivée des poussins (J 0)

Les poussins ont été livrés par le couvoir de Rouïba. À leur arrivée, ils ont été placés dans la poussinière avec précaution ; ils ont été par la suite pesés.

Sur la base d'un poids vif moyen homogène, ils ont été répartis en 6 lots de 32 poussins chacun. Durant les 3 premiers jours, les sujets d'un même traitement (TEM, HEC ou HEN) sont rassemblés dans une même loge et seront répartis à J4 dans leurs loges respectives.

L'humidité relative du bâtiment a été contrôlée avec un hygromètre et a été maintenue dans la plage de 65 à 70 % suivant les recommandations du guide d'élevage. Quant à la température au niveau de l'aire de vie des poussins, elle a été contrôlée grâce à la hauteur des radiants.

IV.1.2.3. Conduite de l'expérimentation

A J0, les 180 poussins sont répartis en 3 lots : TEM, HEC et HEN. Chaque lot a été constitué de 2 répétitions de 30 sujets.

- Le lot TEM (témoin de l'essai) est constitué de poulets d'un poids moyen de 2275 ± 74 g dont l'abreuvement n'est assuré que par l'eau ;
- Le lot HEC est constitué de poulets d'un poids moyen de 2283 ± 149 g : les oiseaux ont reçu 0,03 % d'huile essentielle commerciale (à 5% au départ) d'*Origanum onites* dans leur eau de boisson selon les recommandations du fournisseur. La fiche technique de l'huile commerciale est rapportée en Annexe 6.
- Le lot HEN est constitué de poulets d'un poids moyen de 2267 ± 204 g : les oiseaux ont reçu 0,02% d'huile essentielle pure d'*Origanum glandulosum* dans leur eau de boisson.

IV.2.Suivi prophylactique

Les vaccins ont été administrés via l'eau de boisson selon le programme de prophylaxie national rapporté dans le tableau 27.

Tableau 27 : Programme de prophylaxie suivi durant l'élevage

Âge du cheptel	Date de vaccination	Type de vaccin	Pathologie	Mode de vaccination
J ₄	13-04-2015	Avinew H120	New Castle Bronchite infectieuse	Via eau de boisson
J ₁₄	22-04-2015	IBDL	Gumburo	Via eau de boisson
J ₂₈	07-05-2015	Avinew H120	New Castle Bronchite infectieuse	Via eau de boisson

Une période d'assoiffement de 2 h précède toute vaccination. Une heure et trente minutes après administration des vaccins, les abreuvoirs sont retirés, nettoyés, remplis d'eau fraîche puis disposés dans les loges.

Un pédiluve a été disposé à l'entrée du local afin de réduire les contaminations venant de l'extérieur. Il est composé d'une solution à base d'eau et d'un désinfectant (eau de javel, crésyl)

IV.3.Mesure des paramètres d'ambiances

La température ambiante et l'humidité relative ont été enregistrées quotidiennement 3 fois par jour (8h, 12h, 16h).

IV.4. Tâches effectuées quotidiennement

La tournée matinale quotidienne permet de contrôler l'élevage, les anomalies et de retirer les sujets morts. Les tâches suivantes sont alors effectuées au niveau de chaque loge :

- enregistrement des mortalités et leur pesée, ainsi que leur évacuation hors du bâtiment ;
- récupération et pesée du refus de l'aliment distribué la veille ;
- récupération et mesure du volume d'eau restant dans les abreuvoirs après distribution ;
- nettoyage des mangeoires et des abreuvoirs utilisés et puis distribution de l'eau fraîche seule ou traitée ;
- distribution de l'aliment en 2 ou 3 fractions durant la journée ;
- relevé de la température ambiante et l'humidité relative à 8h, 12h et 16 h ;
- nettoyage et aération du bâtiment.

IV.5. Tâches effectuées hebdomadairement

- Pesée individuelle de l'ensemble des individus en fin de chaque semaine et de chaque phase d'élevage. Cette opération est réalisée vers 9h, elle est précédée du retrait des mangeoires 2h avant ;
- L'ajout de la litière est effectué si nécessaire.

IV.6. Méthodes d'évaluation des paramètres zootechniques

IV.6.1. Ingéré alimentaire (IA)

Il est représenté par la différence entre la quantité d'aliment distribuée le jour (J) et le refus récupéré le lendemain matin. La récupération du refus et la distribution de la ration du jour sont effectuées pour chaque loge à la même heure. L'ingéré de chaque lot est évalué à chaque semaine et à chaque phase d'élevage selon la formule :

$$IA (g) = \text{Quantité d'aliment distribué (g)} - \text{Quantité d'aliment refusé (g)}$$

IV.6.2. Gain de poids vif (GPV)

C'est la différence du poids des animaux en fin et en début de la période définie. Il s'exprime par la formule suivante :

$$GPV (g) = \text{Poids vif en fin de la période définie (g)} - \text{Poids vif en début de la période définie (g)}$$

IV.6.3. Indice de consommation (IC)

C'est le rapport entre la quantité d'aliment ingérée durant une période définie et le poids vif de l'animal durant cette même période et le PV des sujets morts est pris en considération. Il est estimé par la formule suivante :

$$IC = \text{Quantité d'aliment ingéré (Kg)} / \text{Poids vif (Kg)}$$

IV.6.4. Taux de mortalité (TM)

C'est le rapport entre le nombre d'animaux morts durant une période donnée et l'effectif initial. Il est calculé par la formule suivante :

$$TM (\%) = \text{Nombre d'animaux morts} / \text{Effectif initial} \times 100$$

IV.6.5. Consommation de l'eau (CE)

C'est la différence entre le volume d'eau distribué le jour J et l'eau restant dans les abreuvoirs 24 heures après. Ces volumes sont quantifiés pour chaque loge à la même heure et calculés selon la formule suivante :

$$CE (ml) = \text{Volume d'eau distribué (ml)} - \text{Volume d'eau restant (ml)}$$

IV.7. Paramètres sanguins

A l'abattage, à J42, des prélèvements sanguins ont été réalisés sur 10 animaux de sexe confondu de chaque lot. Le sang recueilli dans des tubes secs a été centrifugé à 3 000 tours/mn pendant 5 mn. Le sérum obtenu a été congelé à -20°C afin de déterminer les concentrations en glucose, acide urique, créatinine, triglycérides, cholestérol, alanine aminotransférase (ALAT) et aspartate aminotransférase (ASAT).

Les analyses ont été effectuées à l'aide d'un spectrophotomètre WPA, selon les principes et les protocoles des kits de dosage « Spinreact » (Espagne).

IV.8. Sérologie

Les prélèvements ont été effectués au niveau de la veine alaire des poulets choisis au hasard. Ils ont été réalisés au niveau du bâtiment d'élevage, à l'exception de ceux issus des poussins d'un jour qui ont été sacrifiés le 1^{er} jour de la mise en place.

A chaque visite, 20 prélèvements de sang ont été réalisés par lot. Au total, 620 échantillons ont été soumis aux analyses sérologiques. Ils ont été acheminés au laboratoire de médecine

vétérinaire de l'IPA où ils ont subi une centrifugation à 3000 tr/mn pendant 5mn en vue de récolter les sérums qui ont été par la suite conservés puis aliquotés dans des microtubes identifiés et congelés à -20 °C.

La technique ELISA indirect a été effectuée en utilisant des kits de la société ID.Vêt Innovative Diagnostics , France : ID Screen® Newcastle Disease indirect (NDV : virus de la maladie de Newcastle), ID Screen® Infectious Bronchitis Indirect (IBV : Virus de la bronchite infectieuse aviaire), ID Screen® IBD Indirect (IBD : virus de la maladie de Gumboro) selon les instructions du fabricant.

La lecture des plaques Elisa a été faite à l'aide d'un lecteur ELISA muni d'un filtre de 405 nm. La densité optique (DO) obtenue a été transformée en titre d'Ac, la transformation des DO a été automatiquement calculée à l'aide d'un logiciel IDSoft™ fourni par le laboratoire.

IV.9. Etude de la microflore digestive

L'étude de la microflore a été effectuée sur 4 sujets de chaque lot. Après leur abattage (J42), 1g du contenu caecal a été prélevé puis mis en pots stériles conformément aux méthodes ISO et AFNOR. Les lactobacilles ont été dénombrés sur milieu Man, Rogosa et Sharpe (MRS). La recherche et le dénombrement d'*Escherichia.coli* ont été réalisés selon la norme AFNOR V08-017 et les clostridies sur milieu Tryptone-Sulfite-Cyclosérine (TSC).

IV.10. Calculs statistiques

Toutes les données ont été saisies dans une base informatique classique (Excel 2010). La vérification et le traitement statistique des données sont effectués sur le logiciel XLSTAT version 7.1. Pour l'étude descriptive des performances zootechniques, les paramètres étudiés ont été présentés par la moyenne et l'erreur- type.

Les résultats obtenus, ont fait l'objet d'une analyse statistique, par l'application du test de normalité de Shapiro-Wilk ensuite le test de Fisher de comparaison de variances pour chaque lot et paramètre.

Ensuite l'analyse statistique inférentielle qui a été réalisée à partir de la comparaison des moyennes par l'application des tests paramétriques modèle d'analyse de la variance (ANOVA) et test de Student, ainsi que les tests non-paramétriques de Mann-Whitney et de Wilcoxon (lors d'écarts importants à la normalité ou d'hétérogénéité des variances).

La différence est considérée comme significative si la probabilité ($p < 5\%$). Dans le cas contraire, la différence est considérée comme non significative ($P \geq 5\%$).

V. Résultats et Discussions

V.1. Conditions d'ambiance

Le tableau 28 regroupe les valeurs de la température et de l'hygrométrie ambiantes mesurées durant l'expérimentation. Il y figure également les températures recommandées par le guide de la souche exploitée.

Tableau 28 : Relevé de la température et de l'hygrométrie ambiantes moyennes

Période	T° ambiante (°C)	T° préconisée (°C)	HR (%)
Démarrage	28,23 ± 0,06 ^a	26,5 ^a	51,56 ± 2,65
Croissance	26,88 ± 1,21 ^a	20,6 ^b	60,89 ± 8,56
Finition	24,2 ± 1,21 ^a	20 ^b	74,78 ± 5,74

Durant la phase de démarrage, les T° ambiantes enregistrées sont légèrement supérieures à celles recommandées par le guide d'élevage du poulet de chair de souche Arbor acres plus. En revanche, en phase de croissance (S3 à S5), les poulets ont évolué dans une ambiance relativement chaude par rapport à celle recommandée. L'écart de température observé est de l'ordre de +6,28°C et n'est pas sans effet sur la physiologie de la digestion du poulet, puisque **BONNET *et al.*, (1997)** ainsi que **BOUDOUMA (2007)** observent dans ce type de conditions d'ambiance, une moindre digestibilité des nutriments. Toutefois nos conditions expérimentales sont proches de celles pratiquées dans la majorité des exploitations avicoles, ce qui nous permettra de pouvoir extrapoler avec un certain degré de fiabilité nos résultats sur le terrain.

Le taux d'humidité relative est relativement stable durant le cours de l'expérience ; il est de l'ordre de 61,08 ± 9,11 %. Il est conforme au taux d'hygrométrie recommandé par le guide d'élevage de la souche qui signale que pour des températures ambiantes de 30°C l'humidité relative doit se situer entre 60 et 70% (**AVIAGEN,2014**).

V.2. Performances zootechniques

Les mesures effectuées durant l'élevage ont pour but de connaître l'effet éventuel de l'addition d'HE d'origan (commerciale et naturelle) sur quelques paramètres zootechniques du poulet de chair de souche Arbor acres plus.

Les résultats des mesures de poids vif (PV), de l'ingéré alimentaire (IA), de l'indice de consommation (IC) et du taux de mortalité (TM) sont consignés dans le tableau 29.

Tableau 29. Effets des HE d'Origans sur les performances zootechniques

Paramètres	TEM (n : 53)	HEN (n : 50)	HEC (n : 50)	SEM	p
GPV à J42 (g)	1 879	1 798	1 940	41	0,057*
IA J1-J42 (g)	4 255	4 166	4 305	439	0,888**
IC (global)	2,27	2,32	2,22	0,11	0,86**
TM global (%)	5,85	8,35	7,50	2,2	0,804**

moyenne $\pm$ SEM)* : $p < 0,1$; ** : NS

TEM : témoin. HEN : 0,02% d'HE d'O. glandulosum. HEC : 0,03% d'HE d'O.onites. SEM : Erreur Moyenne Standard.

Dans nos conditions expérimentales, l'ajout d'extraits de plantes aromatiques dans l'eau de boisson n'a pas permis d'améliorer, d'une manière significative, la croissance du poulet. Cette observation corrobore les résultats observés par **BOTSOGLOU et al., (2002b)** ; **LEE et al., (2003)** et **HERNANDEZ et al., (2004)** précisent qu'une faible amélioration de la croissance des poulets de chair est observée (évaluée à 3%) en augmentant fortement la dose utilisée de 0,5 à 5%.

Cependant, il est à remarquer que les poulets du lot HEC étaient plus lourds ($p < 0,1$) que ceux du lot HEN ; La prolongation de l'administration des huiles essentielles au-delà de 6 jours aurait probablement permis d'observer une prise de croissance plus nette.

Toutefois, les travaux dirigés dans ce sens, rapportent une efficacité controversée des huiles essentielles et des extraits de plantes aromatiques utilisés dans l'aliment sur la croissance du poulet. Le type d'additif et la dose incorporée seraient responsables de la diversité des réponses obtenues..

Le poids vif des poulets durant les 6 semaines d'élevage n'a pas permis d'observer d'impact positif de l'incorporation des HE sur ce paramètre. Ce résultat n'est pas en accord avec les conclusions des travaux de **LEWIS et al., (2003)** ; **DEMIR et al., (2005)** ; **CALISLAR et al., (2009)** ; **CABUK et al., (2006)** et **BEN-MAHDI et al., (2010)**. Cette divergence serait liée aux différences des protocoles expérimentaux suivis (apports alimentaires, qualité de l'eau de boisson, conditions d'ambiance du bâtiment, composés apportés par l'HE, voire même l'interaction de ces composés avec d'autres additifs).

Les valeurs du tableau indiquent qu'il n'y a pas d'effet significatif des traitements appliqués sur les valeurs de l'indice de conversion, alors que **ALCICEK et al., (2003)** ; **ERTAS et al., (2005)** et **CABUK et al., (2006)** signalent un léger effet des HE sur ce paramètre technico-économique.

Nos résultats nous amènent à supposer une faible utilisation digestive et /ou métabolique de l'aliment par les animaux qui aurait dilué l'effet des HE sur l'utilisation métabolique des nutriments. De plus, la température relativement élevée du bâtiment a certainement contribué à la mauvaise utilisation de l'aliment tel que rapporté par **BONNET et al., (1997)** et **BOUDOUA (2007) CALISLAR et al., (2009)** qui rapportent un effet significatif sur l'IC des poulets de chair après administration d'Orego-Stim®.

Plus récemment, la tendance s'oriente vers l'utilisation des mélanges d'HE qui permettent globalement une meilleure croissance (**ZENG et al., 2015**), bénéficiant éventuellement de l'effet cumulé des propriétés de chacune d'elles. Selon les travaux de **GABRIEL et al., (2013)**, le devenir de ces molécules chez l'animal lors de leur consommation peut être très variable selon la composition de l'aliment, leur mode de présentation (sous forme libre ou protégée) et la dose utilisée.

MATHLOUTHI et al., (2012) notent, suite à l'utilisation dans l'aliment de l'HE d'origan à la dose de 100mg/kg, une amélioration du gain de poids de 5,7% chez le poulet âgé de 21 jours. Les forts taux de mortalité enregistrés dans les lots N et C sont en grande partie accidentels, en raison de mauvaises manipulations des poussins lors de leur identification à J0. D'une façon générale, il ne nous semble pas que les HE utilisées aient eu un effet sur la mortalité des poulets ; cette observation corrobore avec celle de **BOTSOGLOU et al., (2002a)**.

Les travaux de **LEE et al., (2004) ; GIANNENAS et al., (2018) et BRENES et ROURA, (2010)** rapportent que les performances de croissance chez les volailles varient en fonction des différentes sources d'huiles essentielles et des concentrations administrées.

V.3. Consommation moyenne d'eau

Les quantités d'eau consommée ont été mesurées quotidiennement, du début de la phase de croissance jusqu'à la fin de l'élevage. Les volumes moyens d'eau consommés par les poulets, sont consignés dans le tableau 30.

Tableau 30 : Consommation moyenne d'eau par les poulets des 3 lots

Phase d'élevage	Lot TEM	Lot HEN	Lot HEC
Croissance (S3 à S5)	4756,01 ±140,12 ^a	5351,43 ±572,93 ^a	5228,89 ±415,57 ^a
Finition (S6 à S7)	5494,09 ±267,37 ^a	6162,26 ±918,99 ^a	5859,86 ±396,39 ^a
J3 à S7	10708,75 ± 358,86 ^a	11883,73 ±2147,27 ^a	11329,14 ±1033,88 ^a

^a: sur une même ligne, les valeurs accompagnées d'une même lettre sont statistiquement comparables (p<0,05)

Statistiquement, il n'y a pas de différence significative entre la consommation moyenne d'eau bue par les poulets des 3 lots. Cependant, en termes de valeurs absolues, nous avons observé une consommation d'eau relativement plus élevée chez les sujets recevant les HE commerciale et naturelle comparativement à ceux dont l'eau est distribuée seule.

En période de finition, il est à observer que la consommation d'eau au niveau du lot HEN, est relativement plus élevée à celle du lot TEM (+10,84%) et à celle du lot HEC (+4,91%). Ce comportement des poulets vis-à-vis de l'eau contenant l'HE d'origan serait lié à l'arôme qu'imprimerait cette dernière à l'eau et qui semble être apprécié par les poulets. Si tel est le cas, cette observation mériterait d'être exploitée dans la recherche de moyens de lutte contre le stress thermique chez les poulets.

V.4. Paramètres sanguins

Les résultats des teneurs sériques en glucose, acide urique, créatinine, cholestérol, triglycérides, ALAT et ASAT des poulets des 3 lots sont consignés dans le tableau 31.

Tableau 31 : Effet des HE d'Origan sur les paramètres sanguins

Paramètres	TEM	HEN	HEC	SEM	<i>p</i>
Glucose (g/l)	2,74 ^a	1,6 ^b	2,57 ^a	0,11	<0,0001
Acide urique (mg/l)	31,9 ^a	35,2 ^{ab}	41,6 ^b	2,55	<0,014
Créatinine (mg/l)	2,0 ^a	2,3 ^a	2,8 ^b	0,15	0,034
Cholestérol (g/l)	1,58 ^{ab}	1,68 ^a	1,42 ^b	0,05	0,011
Triglycérides (g/l)	0,47	0,43	0,61	0,04	NS
ALAT (UI/L)	9,9	12	10,1	0,69	NS
ASAT (UI/L)	192 ^a	187 ^a	103 ^b	16,74	0,002

(n=10, moyennes ± SEM)

a, b : Sur une même ligne, les valeurs affectées de lettres différentes sont significativement différentes ($p < 0,05$).
TEM : témoin. HEN : 0,02% d'huile essentielle d'*Origanum glandulosum*. HEC : 0,03% d'huile essentielle d'*Origanum onites*. SEM : Erreur Moyenne Standard. NS : Non Significatif

La supplémentation en huiles essentielles des 2 lots expérimentaux révèle une réduction significative du taux de glucose (Lot HEN). Ces résultats rejoignent en partie ceux de **LEMHADRI et al (2004)** qui notent un effet anti-hyper-glycémique d'un extrait aqueux d'*Origanum vulgare* sur des rats diabétiques. Contrairement aux conclusions des travaux de **KHAN et al., (2011)** menés sur des lapins et des rats, le taux d'acide urique du lot HEC est élevé comparé à celui des sujets témoins. Il en est de même pour le taux de créatinine.

Les teneurs en cholestérol et en ASAT sont réduites dans le lot HEC. Ces résultats divergent de ceux de **TEKCE ET GÜL (2011)** qui signalent un effet hypercholestérolémiant de l'huile essentielle d'*Origanum syriacum* dans le régime alimentaire du poulet de chair élevé soumis à un stress thermique. Aucune différence significative n'a été rapportée pour les taux de triglycérides et d'ALAT dans les 2 lots supplémentés, alors qu'il a été rapporté que le carvacrol et le thymol entraînent chez le poulet une réduction du taux des triglycérides plasmatiques (**LEE et al., 2003**).

V.5. Résultats sérologiques

V.5.1. Titres des anticorps de la maladie de Newcastle

Les titres des Anticorps de la maladie de Newcastle sont indexés sur le tableau 32.

Tableau 32 : Titres moyens des anticorps de la maladie de Newcastle

Jour	Titres moyens des anticorps de la ND		
	Lot TEM	Lot HEN	Lot HEC
J20	13658±266,58 ^a	13673±499,50 ^a	11802±727,15 ^b
J42	7874±441,97 ^a	9872±306,49 ^b	9766±331,74 ^b

a, b : Sur une même ligne, les valeurs affectées de lettres différentes sont significativement différentes ($p < 0,05$).

Les titres d'anticorps contre le vaccin ND à J20 et J42 sont significativement plus élevés en raison de supplémentation de l'HE naturelle à l'EDB. Ce résultat conforte celui rapporté par **CHOWDHURY et al., (2018)**, observé après la supplémentation en huiles essentielles de cannelle à raison de 300 mg/kg de régime, de clou de girofle à 600 mg/kg d'aliment qui améliorent la réponse immunitaire vis-à-vis de la maladie de NC.

La même tendance de résultats est observée par **SADEGHI et al., (2012)** lors d'une supplémentation de l'aliment en HE de cannelle chez le poulet de chair.

En ce qui concerne le lot HEC, la réponse immunitaire apparaît plus prononcée à J42 par rapport aux lots HEN et TEM. Ce résultat est différent des résultats des travaux **d'EL-SHALL et al., (2020)** qui rapportent qu'un produit commercial contenant un mélange d'HE d'origan, de carvacrol, de thym, d'eucalyptus, de thymol et d'eucalyptol ajoutés à 0,5 ml/l d'eau potable a amélioré la réponse immunitaire contre le vaccin ND. Bien que le mécanisme d'action des HE lors de la réponse immunitaire soit en grande partie encore inconnu, certains auteurs pensent que la réponse immunitaire est stimulée par l'action des principaux composants des HE qui peuvent agir en tant que ligands supplémentaires des récepteurs Fc de molécules d'IgG (**NIMMERJAHN et RAVETCH, 2010 ; AHMED et al., 2013**).

V.5.2. Titres des anticorps de la Bronchite Infectieuse

Les titres des Anticorps de la Bronchite Infectieuse sont consignés dans le tableau 33.

Tableau 33 : Titres moyens des anticorps de la Bronchite Infectieuse

Jour	Titres moyens des anticorps de l'IBV		
	Lot TEM	Lot HEN	Lot HEC
J20	7270 ± 302,82 ^a	7525 ± 374,60 ^a	5999 ± 637,25 ^a
J42	9615 ± 557,8 ^a	11143 ± 622,02 ^a	9477 ± 372,75 ^a

a, b : Sur une même ligne, les valeurs affectées de lettres différentes sont significativement différentes ($p < 0,05$).

Nous notons un effet immunostimulant de l'HE naturelle sur le taux des anticorps de la BI (IBV) à J20 et J42. Alors que l'ajout de l'HE commerciale semble avoir un effet modéré comparé aux lots HEN et TEM aux mêmes dates. Cependant, la comparaison entre les moyennes enregistrées pour les trois lots est non significative.

DEYING et al., (2005) supposent que les propriétés antioxydantes de certains bioactifs végétaux peuvent jouer un rôle dans le développement de la réponse immunitaire chez les oiseaux pour protéger les cellules des dommages oxydatifs et améliorer la fonction et la prolifération de ces cellules.

Des résultats similaires ont été rapportés par d'EL-SHALL *et al.*, (2020) qui rapportent qu'un produit commercial contenant un mélange d'HE d'origan, de carvacrol, de thym, d'eucalyptus, de thymol et d'eucalyptol ajoutés à 0,5 ml/l d'eau potable n'a pas amélioré la réponse immunitaire contre le vaccin IBV.

V.5.3. Titres des anticorps de la maladie de Gumboro

Les titres en Anticorps de la maladie de Gumboro sont regroupés dans le tableau 34.

Tableau 34 : Titres moyens des anticorps de la maladie de Gumboro

Jour	Titres moyens des anticorps de l'IBD		
	Lot TEM	Lot HEN	Lot HEC
J1	8351 ±651,8		
J30	5775±326,3 ^a	6816±211,5 ^b	6627±197,1 ^b

a, b : Sur une même ligne, les valeurs affectées de lettres différentes sont significativement différentes ($p < 0,05$).

Les résultats du contrôle de la vaccination contre la maladie de Gumboro ont montré que les poussins d'un jour ont bénéficié d'un taux d'anticorps maternels satisfaisant traduisant ainsi une bonne vaccination des poules. Bien que cette protection passive soit satisfaisante, elle risque de s'épuiser au fil des jours d'où la nécessité de vacciner à J14 car les poussins se révèlent sensibles à l'infection par le virus de la maladie de Gumboro (SOLANO *et al.*, 1986). A J30, les 2 huiles essentielles (Lots HEN et HEC) ont boosté la réponse immunitaire des poulets de manière significative par rapport au lot TEM.

Les résultats des travaux de AWAAD *et al.*, (2010); FARAMARZI *et al.*, (2013); GOPI *et al.*, (2014); KRISHAN ET NARANG, (2014) suggèrent que certaines huiles essentielles ont une influence positive sur le système immunitaire aviaire, car elles favorisent la production d'immunoglobulines, améliorent l'activité lymphocytaire et stimulent la libération d'interféron γ . PLACHA *et al.*, (2014) ont démontré que l'ajout de 0,5 g d'huile de thym par kg d'aliment augmente significativement les niveaux d'IgA.

Sur des oiseaux recevant le vaccin inactivé contre la grippe aviaire H5N2, AWAAD *et al.*, (2010) observent que l'ajout d'huiles essentielles d'eucalyptus et de menthe poivrée à l'EDB à un taux de 0,25 ml par litre entraînait une réponse immunitaire humorale et à médiation cellulaire améliorée. Quant à SALEH *et al.*, (2014), ils observent une amélioration du profil

sanguin immunologique des poulets grâce à une production accrue d'anticorps, en incorporant respectivement des huiles de thym et de gingembre à l'aliment à raison de 100 mg et 200 mg par kg.

La stimulation immunitaire à l'aide d'extraits de plantes peut réduire la sensibilité de la volaille aux maladies infectieuses (**GHOLAMI-AHANGARAN et al., 2014 ; DHAMA et al., 2015**). Selon **GHOLAMI-AHANGARAN et al., 2013**, l'immunodéficiences peut être due à plusieurs facteurs, notamment l'abus d'antibiotiques, l'échec de la vaccination ou les maladies infectieuses immunosuppressives. Pour améliorer l'immunité des poulets et diminuer leur sensibilité aux maladies infectieuses, des stimulateurs immunitaires pourraient être utilisés. A cet effet, **ACAMOVIC et BROOKER (2005)** et **DE CASSIA DA SILVEIRA E SA et al., (2013)** suggèrent d'utiliser des herbes riches en flavonoïdes tels que le thymol et le carvacrol pour améliorer les fonctions immunitaires qui agiraient comme antioxydants.

V.6. Microflore digestive

Les résultats de la recherche et du dénombrement des flores bactériennes du contenu caecal de poulets sacrifiés à J42 sont consignés dans le tableau 35.

Tableau 35 : Dénombrements bactériens de la microflore digestive

Bactéries	Nombre de bactéries log ₁₀ UFC/g de contenu caecal				
	TEM	HEN	HEC	SEM	p
Lactobacilles	7,84 ^a	7,99 ^b	7,97 ^b	0,01	0,002
Escherichia coli	4,81 ^a	4,65 ^a	7,37 ^b	0,92	0,03
Clostridies	4,54 ^a	Absence	5,66 ^b	0,07	0,02

(n=4, moyennes ± SEM)

a,b : Sur une même ligne, les valeurs affectées de lettres différentes sont significativement différentes ($p < 0,05$) UFC : Unité Formant Colonie Témoin : témoin. HEN : 0,02% d'huile essentielle d'*Origanum glandulosum*. HEC : 0,03% d'huile essentielle d'*Origanum onites*. SEM : Erreur Moyenne Standard

Hormis l'augmentation significative du nombre d'*Escherichia coli* et des clostridies (HEC), nos résultats semblent en accord avec ceux d'**OUWEHAND et al., (2010)** et **BEN-MAHDI et al., (2010)** qui rapportent que l'HE d'origan inhibe le développement de bactéries pathogènes comme les coliformes ou *Clostridium perfringens*, mais inhibent peu celui des lactobacilles qu'elles peuvent même stimuler.

Les résultats obtenus par **ROOFCHAEI et al., (2011)** concernant la flore caecale après la supplémentation alimentaire de 300mg/kg, 600mg/kg et 1200mg/kg d'HE d'origan montrent

aucune différence significative de la flore lactique entre les différents groupes, mais la flore coliforme est significativement réduite chez les lots recevant 300mg/kg et 600mg/kg d'HE dans leur régime alimentaire (soit une diminution d'environ -11% et -10.8%) en comparaison avec le groupe control. De tels résultats sont notés par **JANG et al., (2007)** sur la flore iléo-caecale suite à l'incorporation alimentaire de 25mg/kg ou 50mg/kg d'HE, une réduction de -28.9% et -26% des *E. coli* chez les groupes supplémentés en les comparant au témoin et la flore lactique ne prouvait aucune différences entre les différents groupes expérimentaux.

L'absence observée de clostridies chez les sujets du lot HEN corrobore les observations de **KIRKPINAR et al., (2011)**. Par ailleurs, l'activité des huiles essentielles dépend de leur structure chimique (**SAKKAS et PAPADOPOULOU, 2017**). L'effet antibactérien de l'HE de l'origan est selon **PENALVER et al., (2005)** attribué à la présence du thymol et du carvacrol qui fragiliseraient les membranes cellulaires des bactéries. Aux doses prescrites, ces deux composés seraient plus actifs dans l'huile essentielle extraite.

V.7.. Coût du traitement

Le coût du litre l'huile essentielle naturelle d'*O.glandulosum* que nous avons produite au laboratoire est plus élevé que celui d'*O.onites* disponible sur le marché (80 000 / 6 000 DA/l) mais moins élevé pour les huiles essentielles pures (80 000 / 720 000 DA /l) et après les dilutions pratiquées. Aux doses administrées, le coût des produits en DA serait de 8,16 DA/ml/sujet pour l'HE naturelle et de 9,00 DA/ml/sujet pour l'HE commerciale.

Conclusion Générale

L'aviculture moderne se caractérise essentiellement par de très hautes productivités mais aussi par des risques de maladies sans cesse accrus. Les mesures de prophylaxie sanitaire classiques font appel à des méthodes sûres et peu coûteuses pour maintenir le niveau des performances animales.

L'enquête menée met en exergue l'absence de professionnalisme dans la filière « poulet de chair » dans les élevages privés ciblés par notre étude. Cette carence se traduit par des pratiques de gestion médiocres voire mauvaises telles que l'absence d'un investissement professionnel et durable et la pratique des élevages dans des bâtiments vétustes n'offrant aucune condition appropriée à l'exploitation rationnelle du cheptel avicole.

De plus, les éleveurs enquêtés ne maîtrisent que très peu les techniques d'élevage, les amenant à une mauvaise utilisation des moyens de production et une forte négligence des règles élémentaires d'hygiène.

Ces premières constatations indiquent l'urgence d'établir par le biais de travaux d'enquête, un diagnostic précis et à large échelle des élevages avicoles afin d'aboutir à une évaluation correcte des coûts des mesures de biosécurité dans les bâtiments avicoles en Algérie.

Depuis les années 1990, les produits à base de plantes (extraits végétaux et les huiles essentielles) utilisés dans l'alimentation animale ont fait leur apparition et ont vu leur utilisation se développer fortement, de par leurs multiples effets sur les performances zootechniques, notamment chez les volailles.

Le marché algérien n'échappant pas à cette tendance, offre alors depuis l'avènement de ces additifs, une gamme variée aux éleveurs. Quel est le bénéfice de ces produits utilisés chez le poulet de chair ? Afin de répondre à cette question, nous nous sommes fixés comme objectif d'évaluer l'effet de 2 de ces huiles essentielles sur les performances du poulet de chair. Les essais menés dans ce cadre, ont constitué la partie expérimentale proprement dite de notre étude.

❖ Préalablement à l'essai sur *Gallus gallus*, nous avons évalué la composition chimique par CPG/MS de l'HE d'*O.glandulosum* extraite par hydrodistillation, ainsi que ses activités antioxydante, antibactérienne et anti-inflammatoire mesurées *in vitro*.

Les résultats obtenus ont permis d'observer et d'affirmer que l'utilisation de l'HE d'origan constitue une alternative efficace pour pallier aux résistances bactériennes sans cesse en évolution dans notre contexte local d'élevage du poulet de chair.

❖ A travers l'essai expérimental mené *in vivo*, nous avons recherché l'impact de l'HE d'*O.glandulosum* sur les performances de croissance du poulet de chair de souche Arbor acres plus, élevé dans des conditions d'ambiance et d'alimentation proches de celles rencontrées sur le terrain: ambiance du bâtiment peu contrôlée et aliment sous forme de farine.

A cet effet, les oiseaux ont reçu dans leur eau de boisson à J2, J11 et J25 soit, durant les 48hrs qui suivent l'administration des vaccins Avinew et H120 (à J₅ – J₆) et (à J₂₈ – J₂₉) et IBDL (à J₁₄ – J₁₅), tantôt de l'huile commerciale (lot HEC), tantôt de l'huile essentielle naturelle (lot HEN) respectivement aux taux d'incorporation de 0,03% et 0,02%. Leurs performances zootechniques obtenues durant l'élevage, ont été comparées à celles du lot témoin (lot TEM) constitué d'animaux qui ne recevaient que de l'eau de boisson seule.

Sur le plan zootechnique, l'analyse des données mesurées et/ou calculées (le niveau d'ingestion, le poids vif, l'indice de consommation, le taux de mortalité et le volume d'eau consommé) en fin de chaque semaine et de chaque période d'élevage indique que :

- l'addition des huiles essentielles d'origan utilisées n'a pas eu un effet significatif ($P \geq 0,05$) sur le niveau d'ingestion des poulets, quelque soit leur stade de développement durant les phases d'élevage. Cependant nous avons observé une tendance à l'augmentation de l'ingestion chez les sujets des lots HEC et particulièrement ceux du lot HEN sur toute la période d'élevage ;
- les paramètres poids vif et gain de poids vif des poulets ont évolué en fonction du paramètre ingestion, ils ne se distinguent donc pas significativement entre les 3 lots d'oiseaux. Il est à retenir toutefois, qu'en fin de la phase de finition, les sujets du lot HEC présentent une légère hausse de la prise pondérale. Ce résultat traduirait soit l'effet cumulé de la consommation de l'HE de commerce, soit la présence dans cette dernière de facteurs à l'origine de l'augmentation relative du poids des poulets, puisque au niveau ingestif, il n'y avait pas de différence entre les lots HEC et HEN ;
- l'IC étant en rapport avec le poids vif, n'a pas été à son tour sous l'influence des HE d'origan ;
- le calcul des taux de mortalité n'a pas révélé d'effet significatif des HE sur ce paramètre ;
- La consommation d'eau, et particulièrement celle des poulets du lot HEC a été en valeur absolue, améliorée par l'addition des HE. En phase de finition, c'est le lot HEN qui se démarque par une consommation d'eau relativement plus élevée

comparativement à celles des lots TEM et HEC, même si l'écart n'est pas significatif ($p > 0,05$).

Au niveau de la sphère métabolique, nos résultats indiquent un impact de l'addition des HE. En effet, l'HE d'origan de type naturel d'*O.glandulosum* a entraîné une diminution du niveau glycémique alors que l'huile essentielle commerciale d'*O.onites* a augmenté les taux d'acide urique et de créatinine et réduit le taux de cholestérol et de l'ASAT malgré cette faible durée d'utilisation.

Globalement, l'ajout des huiles sous leur forme naturelle et commerciale a stimulé la réponse immunitaire post-vaccinale. Le poussin d'un jour avait un bon statut immunitaire. Les résultats de la sérologie n'ont montré aucune différence significative des titres sériques de la Bronchite Infectieuse. Par contre, l'HE essentielle naturelle s'est montrée plus immunostimulante vis-à-vis de la réponse post vaccinale des maladies de Gumboro et de Newcastle. Ceci suggère que le contrôle des maladies infectieuses d'origine virale et le suivi de la prise vaccinale ne pourraient se faire sans le recours au laboratoire.

Enfin, les 2 types d'huiles essentielles ont aussi eu un impact positif sur la flore lactobacillaire mais sans diminuer significativement la mortalité. L'HE naturelle d'*O.glandulosum* a entraîné la suppression des clostridies au niveau caecal alors que l'huile commerciale d'*Origanum* de l'huile essentielle commerciale serait respectivement de 8,16 DA et 9,00 DA/ml/sujet.

Sur le plan méthodologique, l'essai aurait gagné en précision si la composition des lots en sujets de sexe mâle et femelle était similaire et si les dispositifs de mesure de l'eau restant dans les abreuvoirs et les refus d'aliments étaient plus précis. La présentation de l'aliment sous forme de farine grossière a entraîné beaucoup de refus sur la litière, ce qui est sans doute une sérieuse source d'erreurs. La granulation des aliments demeure indispensable pour une mesure plus précise du niveau d'ingestion des animaux.

Perspectives

Les observations relevées lors de l'enquête, indiquent que les services publics devraient absolument renforcer la formation et la sensibilisation de tous les acteurs de la filière avicole. Il devrait encourager, en particulier, les aviculteurs à adopter de bonnes pratiques de biosécurité en mettant à leur disposition, un guide de bonnes pratiques et une fiche d'évaluation de ces pratiques de biosécurité. Des encadreurs sont nécessaires à la bonne application de ces mesures afin d'assurer non seulement la sécurité sanitaire dans les élevages aviaires mais aussi celle du consommateur.

Les premiers résultats obtenus lors de l'essai expérimental ouvrent des pistes intéressantes de travail. Afin d'exclure tout défaut méthodologique, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour évaluer pleinement le potentiel des huiles essentielles en production animale. Il reste à affiner entre autres, les concentrations d'huiles essentielles d'origan à rajouter à l'eau de boisson, de modifier les durées d'administration aux animaux et d'augmenter le nombre de répétitions lors des essais expérimentaux afin d'optimiser les performances animales sans surcoût important sur les frais de production de l'élevage, . De plus, les limites de ce premier essai vont permettre d'apporter des améliorations tant sur le plan logistique que méthodologique pour adapter les dispositifs expérimentaux nécessaires aux essais futurs.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **ABBAS R.Z, COLWELL D.D, GILLEARD J. 2012.** Botanicals: An alternative approach for the control of avian coccidiosis. *World's Poultr. Sci. J.* 68: 203–215.
2. **ABED M., SOUBIES S., COURTILLON C., BRIAND F.X., ALLEE C., AMELOT M., DE BOISSESON C., LUCAS P., BLANCHARD Y. BELAHOUEL A, KARA R., ESSALHI A., TEMIM S., KHELEF D., ETERRADOSSI N.2018.**Infectious bursal disease virus in Algeria: detection of highly pathogenic reassortant viruses *Infect Genet. Evol.*, 60 ,pp. 48-57.
3. **ACAMOVIC, T., BROOKER, J.D. 2005.** Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *Proceedings of the Nutrition Society*, 64(3), 403–412.
4. **ADRIAENS E., BARROSO J., ESKES C., HOFFMANN S., MCNAMEE P., ALÉPÉE N. (2014)** Retrospective analysis of the Draize test for serious eye damage/eye irritation: importance of understanding the in vivo endpoints under UN GHS/EU CLP for the development and evaluation of in vitro test methods. *Arch. Toxicol.* 88, 701-723.
5. **AFNOR.2000.**Huiles essentielles. Échantillonnage et méthodes d'analyse (tome 1) – Monographies relatives aux huiles essentielles (tome 2. volumes 1 et 2) Mars.
6. **AFNOR.2009.** Norme ISO 4720 : Huiles essentielles – Nomenclature. AFNOR (2009). 3ème éd.
7. **AFSSA, 2000.** Risques de contamination bactérienne. Rapport du groupe de travail «Alimentation animale et sécurité sanitaire des aliments» - Direction De L'évaluation Des Risques Nutritionnels Et Sanitaires P : 136 – 139.
8. **AHMED S.M., ABDELGALEIL S.A.M.,2005 :** Antifungal activity of extracts and sesquiterpene lactones from *Magnolia grandiflora* L. (*magnoliaceae*).*Int. J. Agri. Biol.* Vol.7, № 4, page 638-642.
9. **AHMED ST, HOSSAIN ME, KIM GM, HWANG JA, JI H et al., 2013.** Effects of resveratrol and essential oils on growth performance immunity, digestibility and fecal microbial shedding in challenged piglets. *Asian-Australas J Anim Sci*, 26(5): 683-690, doi: 10.5713/ajas.2012.12683
10. **ALAOUI BOUKHRIS M., 2009.**Activités larvicides des extraits de plantes sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires. Mémoire de Master « Sciences et techniques ». Faculté des Sciences et techniques. Université de Fès. Maroc.
11. **ALCICEK A, BOZKURT M, CABUK M. 2003.** The effect of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. *South African J. Anim. Sci.*33: 89-94.
12. **ALEXANDER,(1997).** Newcastle disease and other avian Paramyxoviridae infection. In :diseases of poultry, Tenth edition,CalnekB,W.,BarnesH.J.,Beard C.W., McDougald L.R &Saif Y.M.,eds.Iowa State University Press, Iowa, USA,541-570.

13. ALIMON A.R, SURIYA R, ZULKIFLI I. 2012. The effect of dietary inclusion of herbs as growth promoter in broiler chickens. *J. Anim. Vet. Advan.* 11: 346–350.

14. AL-KASSIE G.A.M. 2009. Influence of two plant extracts derived from thyme and cinnamon on broiler performance. *Pakistan Vet. J.* 29:169–173.
-Annaba.

15. ALLEMAN F., I. GABRIEL, V. DUFOURCQ, F. PERRIN, J.-F. GABARROU, 2013. Utilisation des huiles essentielles en alimentation des volailles.1. Performances de croissance et réglementation. *INRA Prod. Anim.*, 26 (1), 3-12

16. ALLOUI, M. N. 2011. Les phytobiotiques comme alternative aux antibiotiques promoteurs de croissance dans l'aliment des volailles.

17. ALLOUI N., 2011. Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière avicole en Algérie. 9^{ème} journées de la recherche avicole, Tours, France, 29 et 30 mars 2011. 5 pages.

18. AMGHROUS S, KHEFFACHE H, 2007. L'aviculture algérienne en milieu rural, quel devenir après la libéralisation des échanges ? Cas des régions d'Aflou et de Friha. Paper prepared for presentation at the Mediterranean Conference of Agro-Food Social Scientists. Barcelona, Spain, April 23rd -25th .

19. ARRAS G., USAI M., 2001: Fungi toxic activity of essential oils against four post harvest citrus pathogens chemical analysis of *thymus capitatus* soil and its effect in subatmospheric pressure conditions. *J. Food. Prot.* Volume 64. pp: 1025-1029.

20. ARCZEWSKA-WLOSEK A, SWIATKIEWICZ S. 2012. The effect of a dietary herbal extract blend on the performance of broilers challenged with eimeria oocysts. *J. Anim. Feed Sci.* 21: 133–142.

21. ARMANDO C.C., RAHMA HY., 2009: Evaluation of the yield and the antimicrobial activity of the essential oils From: *eucalyptus globulus*, *cymbopogon citratus* and *rosmarinus officinalis* (uganda). *Revue colombianacienc. Anim.* 1 (2), pp. 240-250.

22. AVIAGEN, 2014. Manuel d'élevage du poulet Arbor Acres.
http://tmea.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/French_TechDocs/A-A-Broiler-Handbook-2014-FR2.pdf

23. AWAAD M, ABDEL-ALIM G, SAYED K, et al. 2010. Immunostimulant Effects of Essential Oils of Peppermint and Eucalyptus in Chickens. *Pak Vet J*; 30: 61-66.

24. AYADI AB., LAAZIZI H., 2015. Diagnostic et perspectives d'amélioration de l'aviculture en Algérie : situation de la conduite alimentaire et son impact sur les performances zootechniques de quelques élevages de poulet de chair dans la wilaya d'Alger. Mémoire d'ingénieur Agronome, ENSA, El Harrach(Alger), 79p.

25. AZIZI M, SEIDAVI AR, RAGNI M, LAUDADIO V, TUFARELLI V ,2018. Practical applications of agricultural wastes in poultry feeding in Mediterranean and Middle East regions. Part 1: citrus, grape, pomegranate and apple wastes. *World Poult Sci J* 74:489–498.

26. **BABA AISSA F. 1991.** Les plantes médicinales en Algérie, Bouchéne and Diwan : 5-10.
27. **BABA AISSA F. 1999.** Encyclopédie des plantes utiles : Flore d'Algérie et du Maghreb, Ed. Librairie Moderne-Rouiba : 46-231.
28. **BAGHBAN-KANANI P , HOSSEINTABAR-GHASEMABAD B , AZIMI-YOUVALARI S, SEIDAVI A, RAGNI, M. LAUDADIO V, TUFARELLI V.2019.** Effects of using *Artemisia annua* leaves, probiotic blend, and organic acids on performance, egg quality, blood biochemistry, and antioxidant status of laying hens .J. Poult. Sci., 56, pp. 120-127
29. **BAGLEY D-M., WATERS D., KONG B-M. 1994 .** Development of a 10-day chorioallantoic membrane vascular assay as an alternative to the Draizerabbit eye irritation test. Food Chem.
30. **BAJPAI V K., KANG S.C., 2010:** Antifungal activity of leaf essential oil and extracts of *metasequoia glyptostroboides miki* ex hu. J. Am. Oil. Chem. Soc. Volume 87. pp. 327-336.
31. **BAMPIDIS V.A, CHRISTODOULOU V, FLOROU-PANERI P. 2005.** Effect of dietary dried oregano leaves on growth performance, carcass characteristics, and serum cholesterol of female early-maturing turkeys. Br. Poult. Sci. 46: 595–601.
32. **BARBOUR EK, YAGHI RH, JABER LS, et al., 2010 .** Safety and antiviral activity of essential oil against avian influenza and Newcastle disease viruses. *Int J Appl Res Vet Med*; 8: 60-64.
33. **BARBOUR EK, SAADE MF, NOUR AMA, et al., 2011.** Evaluation of Essential Oils in the Treatment of Broilers Co-infected with Multiple Respiratory Etiologic Agents. *Int J Appl Res Vet Med*; 9: 317-323.
34. **BARNES J, ANDERSON L.A, PHILLIPSON J.D. 2007.** Herbal Medicines, Ed. PHARMACEUTICAL PRESS. 3: 3- 233. 47
35. **BASER K.H.C, FRANZ C, WINDISCH W. 2010.** Essential oils and aromatic plants in animal feeding An European perspective: A review. *Flavour. Fragr. J.* 25: 327–340.
36. **BASLI A, DELAUNAY JC, PEDROT E, et al., 2014.** New cyclolignans from *Origanum glandulosum* active against b-amyloid aggregation. *Rec Nat Prod* 8:208–16
37. **BASSET R. 2000.** Oregano's positive impact on poultry nutrition. *World Poult.* 16: 31–34.
38. **BAYDAR H, SADIT O, ÍZKAN G, KARADOAN T. 2004.** Antibacterial activity and composition of essential oils from *origanum*, *thymbra* and *satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control* 15. 169-172.
39. **BEARD et HANSON , 1981.** Newcastle disease. In : diseases of poultry, Eighth Edition, Hofstad M.S., Barnes H.J., Calnek B.W., Reid W.M. & Yoder H.W., eds. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, 452-470.

- 40. BEGUE, 2005.** Vaccination : Principes généraux et calendrier vaccinal (fiche technique),
- 41. BEKHECHI C. 2008.** Analyse des huiles essentielles de quelques espèces aromatiques de la région de Tlemcen par CPG, CPG-SM et RMN ¹³ C et étude de leur pouvoir antibactérien, Thèse Doctorat, Université de Tlemcen : 205 p.
- 42. BEKHECHI C., ATIK-BEKKARA F., ABDELOUAHID D E. 2008.** Composition et activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* d'Algérie. Springer. Phytothérapie 6: 153–159.
- 43. BELHATTAB R, LAROUS L, FIGUEIREDO A. C. 2005.** *Origanum glandulosum* Desf, Grown wild in Algeria: Essential oil composition and glycosidic bound volatiles, Flavour and Fragrance J. 20: 209-212.
- 44. BELHATTAB R. 2018 .**Composition chimique et propriétés antioxydante, antifongiques et antiaflatoxinogènes d'extraits d'*Origanum glandulosum* Desf. et *Marrubium vulgare* L. (famille des Lamiaceae). Thèse de Doctorat. Université Ferhat ABBAS - Sétif 1
- 45. BENDAHOU M, BENYOUCEF M, BENKADA D, SOUSSA ELISA M. B. D. 2007.** Influence of the processes extraction on essential oil of *Origanum glandulosum*, Ed. Journal of Applied Sciences. 8: 1152-1157.
- 46. BENDAHOU M., MUSELLI A., DUBOIS M.G., BENYOUCEF M., DESJOBERT J.M., BERNANDINI A.F., COSTA J. 2008 .** Antimicrobial activity and chemical composition of *Origanum glandulosum* Desf. Essential oil and extract obtained by microwave extraction: comparison with hydro distillation. Food Chemistry 106: 132-139.
- 47. BENDIFALLAH L., TCHOULAK Y., DJOUABI M., OUKILI M., GHEZRAOUI R. 2015 .**Phytochemical Study and Antimicrobial Activity of *Origanum Vulgare* L. (Lamiaceae) in Boumerdes Mountainous Region (Algeria). Journal of Medical and Bioengineering. 4(6).471-474p.
- 48. BENGOUNI D., CHAHLAOUI A., BELGHITI L., TAHA I., SAMIH M., EL MOUSTAINE R. 2015.** Etude de la qualité bactériologique de l'eau de certains puits dans les élevages avicoles (Meknes et Gharb -Maroc). *Larhyss Journal*, n°24, pp. 209-226.
- 49. BEN-MAHDI, M.H.; DJELLOUT, B.; BOUZAGH-BELAZOUZ, T; YAHIAOUI, F.; BEM-MAHDI, N.R. 2010..**Intérêt de l'huile essentielle de thym dans l'amélioration des performances zootechniques et sanitaires du poulet de chair. *Livestock Research for Rural Development*, v.22, n.6, p.112.
- 50. BENZIANE Z, DERWICH E, MANAR A. 2010.** Phytochemical analysis and in vitro antibacterial activity of the essential oil of *Origanum vulgare* from Morocco. *American-Eurasian journal of the scientific research*.5. 2:120-129.
- 51. BLANCOU (1997).** Veterinary vaccinology. Amsterdam : Elsevier science .853p ISBN 0-444-81968-1.

52. **BOLUKBASI S.C., EHRAN M.K., OZKAN A., 2006.** Effect of dietary thyme oil and vitamin E on growth, lipid oxidation meat fatty acid composition and serum lipoproteins of broilers. South african journal of animal science, 36 (3), 189-196.
53. **BONNET S., GERAERT P A., LESSIRE M., CARRE B., GUILLAUMIN S. 1997.** Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. Poultry Science 76: 857-863.
54. **BONOS E, CHRISTAKI E, FLOROU-PANERI P. 2011.** Use of anise seeds and/or α -tocopheryl acetate in laying Japanese quail diets. S. Afr. J. Anim. Sci. 41: 126–133. 48
55. **BOTSOGLOU N.A, CHRISTAKI E, FLETOURIS D.J. 2002a.** The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage. Meat Sci. 62: 259–265.
56. **BOTSOGLOU N.A, CHRISTAKI E, FLOROU-PANERI P. 2002b.** Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. Br. Poult. Sci. 43: 223–230
57. **BOTSOGLOU N.A, FLETOURIS D.J, FLOROU-PANERI P. 2003.** Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate supplementation. Food Res. Int.36: 207–213
58. **BOTSOGLOU N.A, FLOROU-PANERI P, GIANNENAS I. 2005.** Effect of feed supplementation with dehydrated oregano plants on the performance of broiler chickens and the oxidative stability of the produced meat. J. Animal Feed Sci. 14: 521–535.
59. **BOUDERBAL, MA., 2016.** Use of vectorized vaccine ND to control velogenic form of Newcastle disease in Algeria. Proceeding for IV Int. Symposium Poultry Science-WPSA-Algeria.
60. **BOUDOUMA D. 2007.** Valeur nutritionnelle du son de blé chez le poulet de chair soumis au stress thermique. Cahiers Agricultures vol. 16, n° 6, novembre-décembre.
61. **BOUHADDOUDA N.AOUADI S., LABIOD R.,2016.** evaluation of chemical composition and biological activities of essential oil and methanolic extract of *origanum vulgare* l. ssp. *glandulosum* (desf.) from Algeria ., international journal of pharmacognosy and phytochemical research., 8(1),104-112p.
62. **BOULOS L. 1983,** Medicinal plants of North Africa, Ed. Algonac, MI: 109-175
63. **BOUROGÂA, H., MILED, K., LARBI, I., NSIRI, J., GRIBÂA, L., EL BEHI, I., .GHRAM, A.2009.** La bronchite infectieuse aviaire en Tunisie: séroprévalence, pathogénicité et étude de compatibilité vaccin-isolats. Archives de l'Institut Pasteur de Tunis, 86(1-4), 75.
64. **BOUYER F. E., 2002.** Stratégies de prévention de la maladie de Gumboro dans les élevages semi-industriels de la région de Dakar, Sénégal. Thèse Méd. Vét :Toulouse.
65. **BOZKURT M, KUCUKYILMAZ K, CATLI A.U, CINAR M. 2009.** Effect of dietary mannan oligosaccharide with or without oregano essential oil and hop extract supplementation

on the performance and slaughter characteristics of male broilers. South Afri. J. Anim. Sci. 39: 223-232.

66. BOZKURT M, KUCUKYILLMAZ K, PAMUKCU M. 2012. Long-term effects of dietary supplementation with an essential oil mixture on the growth and laying performance of two layer strains. Italian J. Anim. Sci. 11: 23–28.

67. BRAND-WILLIAMS W., CUVELIER M., BERSET C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Sci. Technol. 28(1): 25-30.

68. BRENES A., R. ROURA. E. 2010. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. . *Anim. Feed Sci. Technol.*, 158, 1-14.

69. BRUGERE-PICOUX J.F. et SAVAD D., 1987. Environnement, stress et pathologie respiratoire chez les volailles. Note 1 : facteurs physiques. *Rec. Méd.Vét.*, **138** (4): 339-340.

70. BRUNETON, J., 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. In: Technique et Documentation Lavoisier, Paris, pp. 418-419.

71. BULDGEN A. ; PARENT R. ; STEYAERT P. et LEGRAND D., 1996. Aviculture semi-industrielle en climat sub-tropical : guide pratique.-Gembloux : *les presses agronomiques*. – 128p.

72. BURT S., 2004: Essential oils: their antibacterial properties and potential application in foods. International Journal of Food Microbiology. Vol 94 (3).page 223-253.

73. CABUK M, BOZKURT M, ALCICEK A, AKBAS Y, KUCUKYILMAZ K. 2006. Effect of a herbal essential oil mixture on growth and internal organ weight of broilers from young and old breeder flocks. South African J. Anim. Sci.36: 135- 141.

74. CALISLAR S, GEMCI I; KAMALAK A, 2009. Effects of Orego-Stim[®] on Broiler Chick Performance and Some Blood Parameters . Journal of Animal and Veterinary Advances, 8: 2617-2620.

75. CAPECKA E., MARECZEK A., LEJA M., 2005: Antioxydant activity of fresh and dry herbs of *omelamiaceae* species. Food chemistry 9.page 223-226.

76. CAPIRALLA H., VINGTDEUX V., ZHAO H., SANKOWSKI R., AL-ABED Y., DAVIES P., MARAM-BAUD P. (2012). Resveratrol mitigates lipopolysaccharide- and Abeta-mediated microglial inflammation by inhibiting the TLR4/NF-kappaB/STAT signaling cascade. Journal of Neurochemistry 120, 461-472.

77. CAPLIN J.L., ALLAN I., HANLON G.W., 2009: Enhancing the in vitro activity of Thymus essential oils against *staphylococcus aureus* by blending oils from specific cultivars. International Journal of Essential Oil Therapeutics.Vol 3. page 3539.

78. CARSON C.F., RILEY T.V., 1995 : Antimicrobial activity of the major components of the essential oil of *melaleuca alternifolia*.J. ApplBacteriol. Vol 78(3).page 264-269

79. **CASANOVAS P 2011.** Developing strong performing broiler. Poultry meat world conference, Stoneleight, U.K, 2011.
80. **CAVANAGH , 2007 .** Coronavirus avian infectious bronchitis virus vet . Res.,38 :281-297.
81. **CETINGUL I.S, BAYRAM I, YARDIMCI M, SAHIN E.H, SENGOR E, AKKAYA A.B, UYARLAR C. 2009.** Effects of oregano (*Oregano onites*) on performance, hatchability and egg quality parameters of laying quails (*Coturnixcoturnix japonica*). Ital. J. Anim. Sci.8: 467-477.
82. **CHANG C.W., CHANG W.L., CHANG S.T., CHENG S.S., 2008:** Antibacterial activities of plant essential oils against *legionella pneumophila*. water research. vol 42. page 78-286.
83. **CHAO et al., 2000.** Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria fungus and viruses, j. essent.Oil.Res., n.12,p.p. 63-649
84. **CHAUDHRY A, MASOOD N, SAEED S. 2007.** Antibacterial effect of oregano (*Origanum vulgare*) against Gram-negative bacilli. Pak. J. Bot. 2:609-613.
85. **CHAUVELOT-MOACHON L., BROUILHET H., GIROUD J. P. 1988 :** Anti-inflammatoires Non Stéroïdiens, in Pharmacologie clinique, bases de la thérapeutique. Expansion Scientifique Française, 2e ed., 709-742.
86. **CHEN A, XU J, YANG C. 2008.** Effect of cinnamon extracts on growth performances and excreta urease activity and nitrogen loss in broilers. Livestock Environment VIII, Curran Associates Inc.: Iguassu Falls, Brazil, 1.
87. **CHIEJ R., 1984:** Macdonald encyclopedia of medicinal plants. Ed MACDONALD, London, pp. 212–217.
88. **CHIKHOUN A. (2007)** huiles essentielles de thym et d'origan : étude de la composition chimique, de l'activité antioxydante et antimicrobienne. Thèse de magister. Institut national agronomique El-Harrach-Alger
89. **CHOWDHURY S, MANDAL GP, PATRA AK, KUMAR P, SAMANTA I et al., 2018.** Different essential oils in diets of broiler chickens: 2. Gut microbes and morphology, immune response, and some blood profile and antioxidant enzymes. Anim Feed Sci Technol, 236: 39-47.
90. **CIFTCI M, DALKILIC B, GULER T. 2005.** The effect of anise oil (*Pimpinella anisum*) on broiler performance. Int. J. Poult. Sci. 4: 851–855.
91. **CLEVENGER, J.F. 1928.** Apparatus for the Determination of Volatile Oil. Journal of the American Pharmaceutical Association : Vol. 17, No. 4, 345-349.
92. **COHEN Y.(1986).** Abrégé de Pharmacologie. Masson, 2^{ème} Ed. Paris, p 89-263.
93. **COX S.D., MANN C.M., MARKHAM J.L., BELL H.C., GUSTAFSON J.E., WARMINGTON J.R., WYLLIE S.G., 2000:** The mode of antimicrobial action of the essential oil of *melaleuca alternifolia* (tea tree oil). Journal of Applied Microbiology. Vol 88, pp: 170-175.

94. **CRAIG WJ (1999).** Health promoting properties of common herbs. *Am. J. Cli. Nutri.* 70: 491–99.
95. **DANFORTH H.D. 1998.** Use of live oocyst vaccines in the control of avian coccidiosis: Experimental studies and field trials. *Int. J. Parasitol.* 28: 1099–1109.
96. **DE CASSIA DA SILVEIRA E SA., ANDRADE, R LN., DE SOUSA, DP. 2013.** A review on anti-inflammatory activity of monoterpenes. *Molecules*, 18(1), 1227–1254.
97. **DEMIR E, SARICA E, OZCAN M.A, SUICMEZ M. 2005.** The use of natural feed additives as alternative to an antibiotic growth promoter in broiler diets. *Archiv fur Geflugelkunde.* 69: 110-116.
98. **DEYING, M., SHAN, A., CHEN, Z., DU, J., SONG, K., LI, J., XU, Q., 2005.** Effect of *Ligustrum lucidum* and *Schisandra chinensis* on the egg production, antioxidant status and immunity of laying hens during heat stress. *Arch. Anim. Nutr.* 59:439-447
99. **DEZET E., DENNERY G. ET ROUSSET N., 2013.** Sol cimenté en aviculture : l'avis des éleveurs. ITAVI, Agricultures et territoires. 8 pages. <http://www.synagri.com/ca1/PJ.nsf/>
100. **DHAMA, K., LATHEEF, S. K., MANI, S., SAMAD, H. A., KARTHIK, K., TIWARI, R., KHAN, R. U., ALAGAWANY, M., FARAG, M. R., ALAM, G. M., LAUDADIO, V., TUFARELLI, V. 2015.** Multiple beneficial applications and modes of action of herbs in poultry health and production-a review. *International Journal of Pharmacology*, 11(3), 152–176
101. **DIDIER F 1996.** Guide Sanofi Santé Animale de l'aviculture tropicale, 45-51, 105-108.
102. **DIDRY N., DUBREUIL L., PINKAS M., 1993:** Antibacterial activity of thymol, carvacrol and cinnamaldehyde alone or in combination. *Pharmazie*. Vol 48(4). Page 301-304.
103. **DROUIN P. 1988** - Aspect généraux de la pathologie aviaire p 441-454 - L'aviculture française Edition : Rosset
104. **DUCATEZ, M. F., MARTIN, A. M., OWOADE, A. A., OLATOYE, I. O., ALKALI, B. R., MAIKANO, I., MULLER, C. P. 2009.** Characterization of a new genotype and serotype of infectious bronchitis virus in Western Africa. *Journal of General Virology*, 90(11), 2679-2685. doi: 10.1099/vir.0.012476-0
105. **DUFAY et PAULET .2006 .**Notice Laboratoires Intervet.
106. **DUTERTRE, C. 2001.** Le label rouge en production porcine: état des lieux et perspectives. *TECHNIPORC*, 24(3), 13-18.
107. **EBRAHIMZADEH M.A, IRANI M, ROOFCHAEI A. 2011.** Effect of dietary oregano (*Origanum vulgare L.*) essential oil on growth performance, cecal microflora and serum antioxidant activity of broiler chickens. *Afri. J. Biotech.* 32:6177-6183.
108. **ELA M.A., EL-SHAER N S. et GHANEM N B. 1996.** Antimicrobial evaluation and chromatographic analysis of some essential and fixed oils. *Pharmazie*; 51 pp.993- 995.

109. ELGROUD F., ZERDOUMI M., BENAZZOUZ C., BOUZITOUNA S., GRANIER A., BRISABOIS B., DUFOUR Y. ET MILLEMAN N., 2008. Contaminations du poulet de chair par les salmonelles non typhiques dans les élevages et abattoirs de la wilaya de Constantine. *Sciences et Technologie C* – N°27 : 37-48.

110. EL-HAKIM A.S.A, CHERIAN G, ALI M.N. 2009. Use of organic acid, herbs and their combination to improve the utilization of commercial low protein broiler diets. *Int. J. Poult. Sci.* 8: 14-20.

111. ELHARAIKI A, BENGOUNI M, TRAORE A, BOUCHRITI N, BENGOUNI D. 2004. Qualité de l'eau et utilisation des médicaments vétérinaires en aviculture dans certaines régions du Maroc, *Revue trimestrielle d'information scientifique et technique* – Volume 3 – N°1, Maroc, pp:19-26.

112. EL-KATCHA M.I, SHEWITA R.S, SOLTAN M.A. 2008. Effects of diary anise seeds supplementation on growth performance, immune response, carcass traits and some blood parameters of broiler chickens. *Int. J. Poult. Sci.* 7: 1078–1088.

113. ELOIT,1998. Vaccins traditionnels et vaccins recombinants *INRA Prod.Anime* ;1998,11(1),5-13.

114. EL-SHALL NA, SHEWITA RS, ABD EL-HACK ME, ALKAHTANE A, ALARIFI S et al., 2020. Effect of essential oils on the immune response to some viral vaccines in broiler chickens, with special reference to Newcastle disease virus. *Poult Sci*, 99(6): 2944- 2954, doi: 10.1016/j.psj.2020.03.008

115. ERDOGAN O.I, BELHATTAB R., 2010. Profiling of cholinesterase inhibitory and antioxidant activities of *Artemisia absinthium*, *A. herba-alba*, *A. fragrans*, *Marrubium vulgare*, *M. astranicum*, *Origanum vulgare subsp. glandulosum* and essential oil analysis of two *Artemisia* species. *Ind. Crop. Prod.* **32**: 566–71.

116. ERTAS O.N, GULER T, CIFTCI M, DALKILIC B, SIMSEK U.G. 2005. The effect of an essential oil mix derived from oregano, clove and anise on broiler performance. *Int. J. Poult. Sci.* 4: 879-884.

117. EYMARD S., 2003 : Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et de la transformation du chinchard (*trachurus trachurus*), choix des procédés. Thèse de DOCTORAT en Génie de procédés. Ecole Doctorale en Génie des Procédés, Spécialité Biochimie. Nantes, France.

118. FAO, 2008b. Cours régional sur la biosécurité des exploitations avicoles et les marchés en Afrique de l'ouest, Bamako, Mali, du 13-17octobre 2008.

119. FAO, 2008c. La biosécurité au service de la lutte contre l'influenza aviaire hautement pathogène : contraintes et solutions possibles.-165.-Rome : FAO.-90p

120. FARAMARZI S., BOZORGMEHRIFARD M.H., KHAKI A., MOOMIVAND H., EZATI M.S., RASOULINEZHAD S., BAHNAMIRI A.J., DIZAJI B., 2013. Study on the effect of *Thymus vulgaris* essential oil on humoral immunity and performance of broiler chickens after La Sota vaccination. *Ann. Biol. Res.*, 6: 290–294.

121. **FEDIDA. D., 1996** Guide SANOFI santé animale de l'aviculture tropicale– Libourne : SANOFI. 117p.
122. **FENARDJI, 1990.** "Organisation, performances et avenir de la production avicole en Algérie". In, L'aviculture en méditerranée, n°7, Options méditerranéennes, CIHEAM.
123. **FERRAH A ., 2004.** Les filières avicoles en Algérie – Bulletin d'information - OFAAL,
123. **FERRAH A., 2005.** Aides publiques et développement d'élevage en Algérie contribution à une analyse d'impact (2000-2005)-Cabinet de GREDAAL.COM- pp 5-7.
124. **FERRAH A., CHOUAKI S., OUFERHAT N., 2018.** La filière dinde 30 ans après contribution à l'analyse des structures et de la stratégie des acteurs (1989-2014). *Recherche Grate*. N 26
125. **FIEBICH, BL., CHRUBASIK, S. 2004.** Effects of an ethanolic Salix extract on the release of selected inflammatory mediators in vitro. *Phytomedicine*, 11: 135–138
126. **FIGUEREDO G., 2007.** Etude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne. Thèse de Doctorat, Université Clermont-Ferrand, France.
127. **FONTAINE, 1987.** Vade-mecum du vétérinaire -15eme :Ed-Paris : édition Vigot-1642p.
128. **FOTEA L, COSTACHESCU E, HOHA G, DOINA L ,2004.** The effect of oregano essential oil (*Origanum vulgare L*) on broiler performance. *Lucrari stiintifice – vol. 53, seria zootechnie*. 491–94.
129. **FOURMENT P, ROQUES H. 1941.** Répertoire des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie, Documents et Renseignements Agricoles, Alger : 61 p.
130. **FRAGA ME, CURVELLO F, GATTI MJ, CAVAGLIERI LR, DALCERO AM, DA ROCHA ROSA CA .2007.** Potential aflatoxin and ochratoxin A production by *Aspergillus* species in poultry feed processing, *Veterinary Research Communications*, 31(3), 343-353.
131. **FRANCART S., PROTAI J., HOSPITALIER RL., SALVA G., et COLIN P., 1994 :** Quelques facteurs influencent la prévalence de salmonelle dans l'environnement de la filière ponte, une enquête épidémiologique aviaire pathologie p15.
132. **FU Y., ZU Y., CHEN L., EFFERTH T., LIANG H., LIU Z., LIU W., 2007:** Investigation of antibacterial activity of rosemary essential oil against *propioni bacterium* acnes with atomic force microscopy. *Planta medica*. Page 1-20.
133. **FULLERINGER SL, SEGUIN D, WARIN S, BEZILLE A, DESTERQUE C, ARNE P, CHERMETTE R, BRETAGNE S, GUILLOT J .2006.** Evolution of the Environmental Contamination by Thermophilic Fungi in a turkey Confinement House in France, *Poultry Science*, 85, 1875-1880

- 134. GABRIEL, F. ALLEMAN, V. DUFOURCQ, F. PERRIN, J.-F. GABARROU, 2013.** Utilisation des huiles essentielles en alimentation des volailles.2. Hypothèses sur les modes d'action impliqués dans les effets observés. INRA Prod. Anim.,26 (1), 13-24
- 135. GADO, A. R., H.F. ELLAKANY, A.R. ELBESTAWY, M.E. ABD EL-HACK, A.F. KHAFAGA, A.E. TAHA, M. ARIF S.A. ET MAHGOUB. 2019.** Herbal medicine additives as powerful agents to control and prevent avian influenza virus in poultry—a review. Ann.Anim. Sci. 19: 905-935.
- 136. GARNIER G, BEZANGER-BEAUQUESNE I, DEBRAUX G. 1961.** Ressources médicinales de la flore française, Tome II, Ed. Vigot Frères, Paris.
- 137. GHOLAMI-AHANGARAN, M., FATHI-HAFSHEJANI, E., SEYED-HOSSEINI, R.2013.** Seromolecular study of chicken infectious anemia in chickens, ostriches, and turkeys in Iran. Journal of Applied Poultry Research, 22(3), 404–409.
- 138. GHOLAMI-AHANGARAN, M., ZIA-JAHROMI, N., NAMJOO, A. 2014.** Molecular detection of avian pox virus from nodular skin and mucosal fibrinonecrotic lesions of Iranian backyard poultry. Tropical Animal Health and Production, 46(2), 349–353.
- 139.GIANNENAS, I., BONOS, E., SKOUFOS, I., TZORA, A., STYLIANAKI, I., LAZARI, D., TSINAS, A., CHRISTAKI, E., FLOROU-PANERI, P. 2018.** Effect of herbal feed additives on performance parameters, intestinal microbiota, intestinal morphology and meat lipid oxidation of broiler chickens. British Poultry Science, 59(5), 545–553.
- 140. GILLES L. 2004.** Notions de toxicologie. ISBN. P : 8, 9, 11, 13.
- 141. GOPI M., KAR THIK K., MANJUN A T HACHAR H.V., TAMILMAHAN P., K E S AVANM., DASH - PRAKASH M., BALARAJU B.L., PURUSHOTHAMAN M.R. 2014.** Essential oils as a feed additive in poultry nutrition. Adv. Anim. Vet. Sci., 1: 1–7.
- 142.GOUBI I., 2011.** Diagnostique et perspective d'amélioration de l'aviculture en Algérie: cas de l'élevage de poulet de chair dans la wilaya de Ouargla. Mémoire Ingénieur Agronome, ENSA (ex : INA), El Harrach (Alger), 56p.
- 143. GUERIN J.L, BALLOY.D, VILLATE.D, 2016.** « Maladies des volailles » 3^e édition France agricole.576 pages.
- 144. GUERIN J.L, BALLOY.D, FACON C, VILLATE.D, 2018.** « Maladies des volailles » 4^e édition .France agricole.582 pages
- 145. GUTIERREZ, J., C. BARRY-RYAN ET P. BOURKE. 2008.** The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations and interactions with food ingredients. Int. J. Food Microbiol. 91-97.
- 146. HADI M., 2004 :** La quercétine et ses dérivés: molécules à caractères pro-oxydants ou capteurs de radicaux libres; études et applications thérapeutiques. Mémoire doctorat. Option Pharmacochimie. Université Louis Pasteur. Strasbourg.155 p.

- 147. HAGAN, E. H. 1967.** Food flavourings and compounds of related structure. *II. Subacute and chronic toxicity . Food Cosmetics Toxicol.* , 5, 141–157.
- 148. HALLE I, THOMANN R, BAUERMANN U, HENNING M, KOHLER P. 2004.** Effects of a graded supplementation of herbs and essential oils in broiler feed on growth and carcass traits. *Land bauforschung Volkenrode.* 54: 219-229.
- 148. HAMMAMI N.,BOUDERBAL A.,BOUZOUAIA M.2016.** Molecular diagnosis Newcastle disease, hyper virulent strain genotype vii in poultry farming in Algeria. *Proceeding for IV Int. Symposium Poultry Science-WPSA-Algeria.*
- 149. HASSAN I.I, ASKAR A, GEHAN A, EL-SHOUBAGY G.A. 2004.** Influence of some medicinal plants on performance: physiological and meat quality traits of broiler chicks. *Egypt. Poult. Sci.* 24: 247-266.
- 150. HERNÁNDEZ F, MADRID J, GARCIA V, ORENGO, J, MEGIAS M.D. 2004.** Influence of two plant extracts on broiler performance, digestibility, and digestive organsize. *Poult. Sci.* 83: 169–174.
- 151. HILAN C., BOUAOUN D., et al, 2009.** Propriétés antimicrobiennes et toxicité par détermination de la DL50 de l'huile essentielle de *Prangos asperula* Boissier in *Springer Phytothérapie*, n.7 , p.p.8-14.
- 152. HOUMANI, Z. AZZOU DJ, S. NAXAKIS, G. et MELPOMENI, S. 2002.** The essential oil composition of Algerian Zaâter: *Origanum* spp et *Thymus* spp. *Journal Of Herbs, Spices & Medicinal Plants.* volume 9, issue 4, pp 275-280.
- 153. HUBBARD., 2015.** Bibliothèque technique, Guide d'élevage poulet de chair (PDF en ligne). <http://www.hubbardbreeders.com/fr/technique/bibliotheque-technique/> 62 p .Consulté le 30/01/2020.
- 153. HUBERT, J., STEJSKAL, V., MUNZBERGOVA, Z., KUBATOVA, A., VANOVA, M., ZD'ARKOVA, E. 2007.** Mites and fungi in heavily infested stores in the Czech Republic, *Journal of Economic Entomology* 97 (6), 2144-2153.
- 154. HUDSON J, VIMALANATHAN S. 2012.** Anti-Influenza Virus Activities of Commercial Oregano oils and their Carriers. *Journal of Applied Pharmaceutical Science.* 2. 7: 214-218.
- 155. INERIS. 2011.** Méthodes alternatives en expérimentation animale. Aurélie PREVOT , 19 p.
- 156. INRAA., 2003.** Rapport National Sur les Ressources Génétiques Animales en Algérie. Rapport, TNRA Algérie. 16p. 32-33p.
- 157. ITAVI, 2011.** Eau de boisson ; un facteur majeur de réussite en élevage cunicole! *Chambre d'agriculture des Pays de la Loire.*
- 158. ITAVI, 2014.** Poules pondeuses. Élevages alternatifs. Document « Diversifier... ? » de Bourgogne. 265-270 pp. <http://www.centre-diversification.fr/>

159. ITELV, 2001. Institut Technique de l'Elevage – Fiche technique conduite d'élevage ITPE, Alger.

160. JACQUET M. 2007. Guide pour l'installation en production avicole, 2^{ème} partie la production de poulets de qualité différenciée : mise en place et résultats.

161. JACKWOO MW, ROSENBLOOMB R, PETTERUTIB M, HILTA DA., MCCALLA AW, WILLIAMSA SM.2010. Avian coronavirus infectious bronchitis virus susceptibility to botanical oleoresins and essential oils in vitro and in vivo. *Virus Research* 149, 86–94.

162. JAMROZ D, WILICZKIEWICZ A, WERTELECKI T, ORDA J, SKORUPISKA J. 2005. Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and locally grown cereals. *Brit. Poult. Sci.* 46: 485-493.

163. JANG I., KO Y., KANG S., LEE C. 2007. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Anim Feed Sci Technol.* ;134:304–315.

164. JENNER, P. H. 1964. Food flavouring and compounds of related structure. . *I. Acute oral toxicity. Food Cosmetics Toxicol.* , 2, 327–343.

165. JORF : Journal Officiel de la République Française. 1996. Arrêté du 29 novembre 1996 relatif aux méthodes officielles d'analyse nécessaires aux contrôles des produits cosmétiques. https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=3F2366ACCFED2235A248F82948B3E6E8.tpdila10v_1?idArticle=LEGIARTI000006732403&cidTexte=LEGITEXT000006073184&dateTexte=20170205 . Consulté le 04/12/2020.

166. JUNEJA V.K. FRIEDMAN M. 2007. Carvacrol, cinnamaldehyde, oregano oil, and thymol inhibit *Clostridium perfringens* spore germination and outgrowth in ground turkey during. *Journal of Food Protection.* 70: 218-222.

167. JUVEN B.J., KANNER J., SCHVED F., WEISSLOWICZ H., 1994: Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *J. Appl. Bacteriol.* Vol 76.page 626-631.

168. KACI A , CHERIET F. 2013. Analyse de la compétitivité de la filière de viande de volailles en Algérie : tentatives d'explication d'une déstructuration chronique . *Revue New Medit*, n°2, pages 11-21, BARI (Italie).

169. KACI A ET BOUDOUMA D 2011 La production du poulet de chair en Algérie : Les aspects techniques, organisationnels et économiques. 6^{èmes} Journées de Recherche sur les Productions Animales. Tizi-Ouzou (Algérie) 3-4 mai 2011, 68-86

170. KACI A, 2009. Présentation des premiers résultats d'enquêtes sur l'aviculture. 3^e journées sur les Perspectives agricoles et agroalimentaires maghrébines, libéralisation et mondialisation « Projet PAMLIM ». Casablanca, 27-29 mai 2009.

171. KACI A., 2012. La filière avicole algérienne à l'ère de la libéralisation économique. *Cah Agric* 24 : 151-60. Doi : 10.1684/agr.2015.0751.

172. KARIMI A, YAN F, COTO C, PARK J.H, MIN Y, LU , GIDDEN J.A, LAY J.O, WALDROUP P.W. 2010. Effects of level and source of oregano leaf in starter diets for broiler chicks. *The Journal of Applied Poultry Research*. 19: 137-145.

173. KARUMI, Y. ; ONEYJILI, P. A. AND OGUGBUAJA, V. O. 2004. Identification of active principles of *M bals amina* (balsam apple) leaf extract. *J Med Sci* 4 : 179- 182p.

174. KELLER , S E.,SULLIVAN T M. , CHIRTEL S.1997. Factors affecting the growth of *Fusarium proliferatum* and the production of fumonisin B₁: oxygen and pH. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, Volume 19, Issue 4, pp 305–309.

175. KHAN A., BASHIR S., KHAN SR., GILANI AH. 2011. Antiurolithic activity of *Origanum vulgare* is mediated through multiple pathways. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 11, 96.

176. KIRK R., WILHELMUS MD., MPH. 2001. The Draize Eye Test. Elsevier. *Survey of Ophthalmology*. Volume 45, Pages 493-515.

177. KIRKPINAR F.,HUNLU B H., OZDEMIR G. 2011. Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers. *Livestock Science*, 137, 219–225.

178. KIROUANI. L, 2015. Structure et organisation de la filière avicole en Algérie - Cas de la wilaya de Bejaia -. *El-Bahith*. N0 15/2015 .PP 187-199

179. KNOBLOCH K., PAULI A., IBERL N., WEIGAND N., 1989: Antibacterial and antifungal properties of essential oil components .*J Essent Oil Res*. Vol 1. Page 119–128.

180. KOCH, C., J. REICHLING ET P. SCHNITZLER. 2008. Essential oils inhibit the replication of herpes simplex virus type 1 and the replication of herpes simplex virus type 2 (HSV-1) and type 2 (HSV-2) in Preedy VR, Watson RR (eds): *Botanical Medicine in Clinical Practice*. Wallingford, CABI. 192–197.

181. KRISHAN G., NARANG A. 2014. Use of essential oils in poultry nutrition: a new approach. *J. Adv.Vet. Anim. Res.*, 4: 156–162.

182. LABIOD R. 2016. Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calamintha nepeta* : activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide. Thèse pour l'obtention du Doctorat en Biochimie, Option : Biochimie appliquée, Annaba, Université Badji Mohtar, 115p.

183. LAHLOU M., 2004: Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research*. Vol 18, page 435-448.

184. LAI WL, CHUANG HS, LEE MH, WEI CL, LIN CF, TSAI YC. 2012. Inhibition of Herpes Simplex Virus Type 1 by Thymol-Related Monoterpenoids. *Planta Med.*;78(15):1636-1638.

- 185. LARGEAU M. 2015.** La vaccination des nouveaux animaux de compagnie. Thèse Med. Vet. ENVT
- 186. LEE K.H., HUANG E.S., PAGANA J.S., GEISSMAN T.A., 1971 :** Cytotoxicity of sesquiterpenes lactones. *Cancer Research* Vol 31.pp: 1649-1654.
- 187. LEE K.W, EVERTS, H, KAPPERT, H.J, FREHNER, M, LOSA, R, BEYNEN A.C. 2003.** Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *Brit. Poult. Sci.* 44: 450–457.
- 188. LEE, K. W., EVERTS, H., KAPPERT, H. J., BEYNEN, A. C. 2004.** Growth performance of broiler chickens fed a carboxymethyl cellulose containing diet with supplemental carvacrol and/or cinnamaldehyde. *International Journal of Poultry Science*, 3(9), 619–622.
- 189. LEE, S., H. LILLEHOJ, S. JANG, K. LEE, D. BRAVO ET E. LILLEHOJ. 567. 2011.** Effects of dietary supplementation with phytonutrients on vaccine-stimulated immunity against infection with *eimeria tenella*. *Vet. Parasitol.* 97-105.
- 190. LEMHADRI A.,ZEGGAWAGH NA., MAGHRANI N.,JOUAD H., EDDOUKS M.2004.** Anti-hyperglycaemic activity of the aqueous extract of *Origanum vulgare* growing wild in Tafilalet region. *Journal of Ethnopharmacology*. Volume 92, Issues 2-3, June 2004, p 251-256.
- 191. LEON ,M. 2015.** Prévention sanitaire et vaccinale en filière aviaire. *Bulletin des GTV - N°79* , juillet-août. p7.
- 192. LEPRETRE, 2009 :** La vaccination des carnivores domestiques en 2008 .thèse de Doctorat vétérinaire .Faculté de médecine de Créteil .82p.
- 193. LETSWAART JH. 1980.** A taxonomic revision of the genus *Origanum* (Labiatae), Leiden Botanical series 4 Leiden university press: Le Hague. 153 pages
- 194. LEWIS M.R, ROSE S.P, MACKENZIE A.M, TUCKER L.A. 2003.** Effects of dietary inclusion of plant extracts on the growth performance of male broiler chickens. *Brit Poult. Sci.* 44: 43-44.
- 195. LIS-BALCHIN M., HART S., SIMPSON E., 2001:** Buchu (*agathosma betulina* and *crenulata*, Rutaceae) essential oils: their pharmacological action on guinea-pig ileum and antimicrobial activity on microorganisms. *J. PharmPharmacol.* Vol 53(4). page 579-582.
- 196. LOUNAS A., OUMOUNA M., BENACHOUR K., BENYEHIA A., BAKRI H., MEDKOUR H. 2016.** Detection of variant Infectious Bronchitis Viruses in broiler flocks affected by nephritis in Algeria. *Proceeding for IV Int. Symposium Poultry Science-WPSA-Algeria*.
- 197. LUEPKE N. P. et KEMPER F. H. 1986.** The HET-CAM test : An alternative to the draize eye test. *Fd Chem. Toxic.* Vol. 24, N° 6/7, pp. 495-496.
- 198. MADR, 2012.** Statistiques agricoles, séries A et B. Alger, Algérie.
- 199. MADR, 2017.** Statistiques Productions Animales. Alger. Algérie.

200. MAHMOUDI Y. 1990. La thérapeutique par les plantes communes en Algérie, Palais du livre, Blida.

201. MAHMOUDI, N., YAKHLEF, H., THEWIS, A.2015. Caractérisation technico-socio-professionnelle des exploitations avicoles en zone steppique (wilaya de M'sila, Algérie). Cahiers Agricultures, 24(3), 161-169.

202. MAHO, A., MBEURNODJI, L., NDOBALE, B.1997. Dominantes pathologiques aviaires à N'Djaména: étude de quinze fermes. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 50(4), 277-280

203. MAHROUZ O., 2010.Diagnostic et perspectives d'amélioration de l'aviculture algérienne: Cas de l'élevage de poulet de chair dans la wilaya de Tiaret. Mémoire d'ingénieur agronome, ENSA (ex : INA), El Harrach (Alger),76p.

204. MALECKY M., 2007 : Métabolisme des terpénoïdes chez les caprins. Thèse de DOCTORAT. INRA, UMR 791 Physiologie de la Nutrition et Alimentation, F-75231 Paris. Page 30-35.

205. MARANGOS T. 2002. The Myth...and the Reality...in meeting biosecurity targets . Biosecurity .Importance Of Clean Feed. Bibliographie Publication of Cobb. Vantress, Inc. 2. P 7 – 8.

206. MATHLOUTHI, N., BOUZAIENNE, T., OUESLATI, I., RECOQUILLAY, F., HAMDI, M., URDACI, M., BERGAOUI, R. 2012. Utilisation de romarin, d'origan et d'un mélange commercial d'huiles essentielles chez les poulets de chair : activités antimicrobiennes *in vitro* et effets sur les performances de croissance. Journal of Animal Science, 90 (3), 813 - 823 .

207. MECHENENE A., 2007. Evaluation des performances techniques et économiques des élevages avicoles en Algérie. Recherches économiques et managériales N°1 : 112-121. www.univ-biskra.dz

208. MECHERGUI K., COELHO J-A., SERRA M-C., LAMINE S-B., BOUKHCHINA S., KHOUJA M-L. 2010.Essential oils of *Origanum vulgare* L. subsp *glandulosum* (Desf.) lets waartfromTunisia: chemical composition and antioxidant activity. J. Sci. Food Agr. 90: 1745-1749.

209. MEULEMANS , 1986.Institut National de Recherches Vétérinaire 99, Groeselenberg, 1180 Bruxelles (Belgique).

210. MENSOR L.L., MENEZES F.S., LEITÃO G.G., REIS A.S., DOS SANTOS T.C., COUBE C.S., LEITÃO S.G, 2001, Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytother Res*, 15(2), 127-130p

211. MESSAÏ C.R., SALHI O., KHELEF D., LOUNAS A., MOHAMED-CHERIF A., KAIDI R., AÏT-LOUDHIA K. 2019.Serological, clinical, and risk factors of the Newcastle disease on broilers flocks in Algeria .Vet World. 2019 Jul; 12(7): 938–944.

- 212. MIGDAL C., SERRES M. 2011.** Reactive oxygen species and oxidative stress. Université Lyon 1, EA 41-69, Laboratoire de recherche dermatologique, pavillon R, Hôpital Édouard Herriot, 69437 Lyon Cedex 03, France, *Med Sci (Paris)* ; 27 : 405–412.
- 213. MIGUEL M.G. 2010.** Antioxidant activity of medicinal and aromatic plants. A review. *Flavour. Fragr. J.* 25: 291–312.
- 214. MOHAN,C.M.,DEY,S.,RAI,A.,KATARIA,J.M.2006.**Recombinant haemagglutinin neuraminidase antigen-based single serum dilution ELISA for rapid serological profiling of Newcastle disease virus. *J Virol Methods*, 138(1), 117-22.
- 215. MOHITI-ASLI, M. ET M. GHANAATPARAST-RASHTI. 2015.** Dietary oregano essential oil alleviates experimentally induced coccidiosis in broilers. *Prevent. Vet. Med.* 195-202.
- 216. MOLYNEUX P.2004.** The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxydant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 26(2): 211-219.
- 217. MORELLE J. 2003** L'oxydation des aliments et la santé. ISBN.P : 33.
- 218. MORENO, S., SCHEYER, T., ROMANO, C.S., AND VOJNOV, A.A. 2006.** Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. *Free Radic Res*, 40: 223–231.
- 219. MOTHANA, R.A., ALSAID, M.S., HASOON, S.S., AL -MOSAIYB, N.M., AL -REHAILY, A.J., AND AL-YAHYA, M.A. 2012.** Antimicrobial and antioxidant activities and gas chromatography mass spectrometry (GC/MS) analysis of the essential oils of *Ajuga bracteosa* Wall.Benth. and *Lavandula dentata* L. growing wild inYemen. *J. Med. Plants Res*, 6: 3066-3071.
- 220. NAJAFI P., TORKI. M. 2010.** Performance, blood metabolites and immune-competence of broiler chicks fed diets included essential oils of medicinal herbs. *J. Anim. Vet. Adv* , 9, 1164-1168.
- 221. NDIAYE. C., 2010.** Etude anatomo-clinique et bactériologique sur des cas suspects de colibacillose aviaire dans les régions de Dakar et Thiès (Sénégal). . Thèse. Méd.Vét : Dakar, 9
- 222. NDIAYE. N. M., 2010.** Influence de la qualité de l'eau distribuée dans les élevages de la région périurbaine de Dakar sur les performances de croissance du poulet de chair. Thèse. Méd.Vét : Dakar, 24
- 223. NIEGUITSILO A, ARNE P, DURAND B, DEVILLE M,BENOIT-VALIERGUE H, CHERMETTE R, COTTENOT-LATOUCHE S, GUILLOT J .2011.**Relative efficiencies of two air sampling methods and three culture conditions for the assessment of airborne culturable fungi in poultry farmhouse in France, *Environmental Research*111, 248-253
- 224. NIKI, E. 2012.** Do antioxidants impair signaling by reactive oxygen species and lipid oxidation products? *FEBS Lett.* 586: 3767–3770.

225. **NIMMERJAHN F and RAVETCH JV, 2010.** Antibody mediated modulation of immune responses. *Immunolog Rev*, 236(1): 265-275.

226. **NOUAD M.A., 2011.** Étude technico-économique de projets de valorisation/gestion de déchets liés à la filière avicole en Algérie. Ed. REME. 53 pages.

227. **NUNEZ, Y., I. SALABARRIA, I. COLLADO ET N. HERNANDEZ-GALA. 2007.** Sesquiterpenes from the wood of *Juniperus lucayana*. *Phyto Chem.* 2409–2414.

228. **O'BRIEN D., 2009.** Fat and oils: formulating and processing for application. 3^{ème} Edition. CRC Press, USA. pp: 43- 47.

229. **OFIVAL, 2004.** Le marché des produits avicoles dans le monde; rapport de 2002 à 2004 à Alger.

230. **ONAB ,2006.** Périodique d'informations bimestriel du groupe industriel. ONAB, n°3-juillet/aout.

231. **OSZMIANSKI J., WOJDYLO A., LAMER-ZARAWSKA E., SWIADER K. 2007.** Antioxidant tannins from Rosaceae plant roots. *Food chemistry*100: 579-583.

232. **OUWEHAND A.C, TIIHONEN K, KETTUNEN H, PEURANEN S, SCHULZE H, RAUTONEN N. 2010.** *In vitro* effects of essential oils on potential pathogens and beneficial members of the normal microbiota. *Veterinari Medicina* 55: 71-78.

233. **PEANA A.T., D 'AQUILA P.S., CHESSA M.L., MORETTI M.D.L., S ERRA G., PIPPIA P. 2003.** Linalool produces antinociception in two experimental models of pain. *Europ. J. Pharmacol.*, 460: 37–41

234. **PENALVER P., HUERTA B., BORGE C., ASTORGA R., ROMERO R., PEREA A. 2005.** Antimicrobial activity of five essential oils against origin strains of the Enterobacteriaceae family. *APMIS*, 113, 1- 6.

235. **PEREZ C., AGNESE A.M., CABRERA J.L., 1999:** The essential oil of *senecio graveolens* (compositae): chemical composition and antimicrobial activity tests. *J. Ethnopharmacol.* Vol 66 (1). page 91-96.

236. **PERY, P., YVORE, P., LAURENT, F., BESSAY, M. 1995.** Vaccination against avian coccidiosis. *VetRes.* 26 : 215–216.

237. **PETIT F.1991.** Manuel d'aviculture en Afrique. Lyon, France, 74p.

238. **PILAU M.R., ALVES S.H., WEIBLEN R., ARENHART S., CUETO A.P., LOVATO L.T. 2011.** Antiviral activity of the *Lippia graveolens* (Mexican oregano) essential oil and its main compound carvacrol against human and animal viruses. *Braz. J. Microbiol.*;42:1616–1624.

239. **PINTO, E., C. PINA-VAZ, L. SALGUEIRO, M. GONCALVES, S. COSTA-DE-OLIVEIRA, C. CAVALEIRO, A. PALMEIRA, A. RODRIGUES ET J. MARTINEZ-DE-**

OLIVEIRA. 2006. Antifungal activity of the essential oil of *Thymus pulegioides* activity of the essential oil of *Thymus pulegioides*. J. Med. Microbiol. 1367–1373.

240. PLACHA I., TAKACOVA J., RYZNER M., COBANOVA K., LAUKOV A A., STROMPFOVA V., VENGLOVSKA K., FAIX S. 2014. Effect of thyme essential oil and selenium on intestine integrity and antioxidant status of broilers. Brit. Poultry Sci., 1: 105–114.

241. PRADEAU D et COHEN Y., 1992. L'analyse pratique du médicament, Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris. pp: 418-428.

242. PRADHAN, S. K., KAMBLEA, N. M., PILLAIA, A. S., GAIKWADA, S. S., KHULAPEA, S. K., REDDY, M.R., MOHANA, C. M., KATARIAB, J. M. 2014. Recombinant nucleocapsid protein based single serum dilution ELISA for the detection of antibodies to infectious bronchitis virus in poultry. Journal of Virological Methods, 209, 1–6.

243. QORBANPOUR, M., T. FAHIM, F. JAVANDEL, M. NOSRATI, E. PAZ ET A. SEIDAVI. 2018. Effect of dietary ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and multi-strain probiotic on growth and carcass traits, blood biochemistry, immune responses and intestinal microflora in broiler chickens. Animals. 8(7):117.

244. QUEZEL P, SANTA S. 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome II, Ed CNRS, Paris.

245. RAUW F, GARDIN Y, VAN DEN BERG T, LAMBRECHT B, 2009. La vaccination contre la maladie de Newcastle chez le poulet (*Gallus gallus*). Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 13(4), 587-596.

246. REICHLINGA, J., P. SCHNITZLERB, V. SUSCHKEA ET R. SALLER. 2009. Essential Oils of Aromatic Plants with Antibacterial, Antifungal, Antiviral, and Cytotoxic Properties –an Overview. Forsch Komplement med. 79–90.

247. REZINE W., 2012. Performances zootechniques de quelques élevages de poulets de chair dans l'Est algérois. Mémoire d'ingénieur Agronome, ENSA, El Harrach (Alger), 79p.

248. RHAYOUR K., 2002 : Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* et sur *Mycobacterium phlei* et *Mycobacterium fortuitum*. thèse de doctorat. université sidi mohamed ben abdellah. fès. page 158.

249. RODRIGUES I., NAEHRER K., 2012. A three-years survey on the worldwide occurrence of myco-toxins in feedstuffs and feed, Toxins, 4, 663-675.

250. ROOFCHAEI, A., A. XIRANI, M.A. EBRAHIMZADEH ET M.R. AKBARI. 2011. Effect of dietary oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil on growth performance, cecal microflora and serum antioxidant activity of broiler chickens. Afr. J. Biotechnol. 6177-6183.

251. ROSSIGNEUX, R., BALLOY, D. 2003. Traçabilité du médicament vétérinaire-registre d'élevage: particularités de la filière volailles. Bull. Acad. Vét. France, 156(4), 13-16.

252. RUBERTO G., BARRATTA M. T., SARI 1VI, KAÂBECHE M. 2002. Chemical composition and antioxidant activity of essential oils from Algerian *Origanum glandulosum* Desf. *Flavour and Fragrance J*, 17: 251-254.
253. SADEGHI, G., A. KARIMI, S. JAHOMI, T. AZIZ AND A. DANESHMAND. 2012. Effect of cinnamon, thyme and turmeric infusions on the performance and immune response in of 1 to 21 day-old male broilers. *Braz. J. Poultry Sci.*5-20.
254. SAGDICET O., 2003: Antibacterial activity of turkish spice hydrosols. *food control*. 14-141-143.
255. SAKKAS H., PAPADOPOULOU C. 2017. Antimicrobial Activity of Basil, Oregano, and Thyme Essential Oils: a review. *J. Microbiol. Biotechnol.* 27(3), 429–438
256. SALEH N., ALLAM T., EL - LATIF A.A., GHAZY E. 2014. The effects of dietary supplementation of different levels of thyme (*Thymus vulgaris*) and ginger (*Zingiber officinale*) essential oils on performance, hematological, biochemical and immunological parameters of broiler chickens. *Global Vet.*, 6: 736–744.
257. SALHI, O., KHELEF, D., MESSAÏ, C.R., LOUNAS, A., MOHAMED- CHERIF, A., KAIDI, R. AIT-OU DHIA, K. 2018. Serological survey of dominant viral diseases (Newcastle disease (ND), infectious bronchitis (IB) and infectious Bursal disease (IBD)), in broilers flocks in Northern Algeria. *Vet. Med.*, 75(2): 155-162.
258. SALHI O, MESSAÏ CR, OUCHENE N, BOUSSAADI I, KENTOU CHE H, KAIDI R, KHELEF D .2021. Indicators and risk factors of infectious laryngotracheitis in layer hen flocks in Algeria, *Veterinary World*, 14(1): 182-189.
259. SARI M., BIONDI D-M., KAABECHE M., MANDALARI G., MANUELA D'ARRIGO M., BISIGNANO G, SAIJA A, DAQUINOC, RUBERTO G. 2006. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil of several populations of Algerian *Origanum glandulosum* Des f. *FlavourFrag. J.* 21: 890–898.
260. SAZY A., 1984 : L'hygiène dans les bâtiments d'élevage avicole. *Cahiers techniques de l'ITAVI*, France, p 37.
261. SCHILLER C, SCHILLER D. 1994. 500 Formulas for Aromatherapy (Mixing Essential Oils for Every Use); Ed: STERLING PUBLISHING: 11-22. 54
262. SEGURA G. 2010. DMSO, la vraie solution miracle. *Sott focus*. <https://fr.sott.net/editorials>. Consulté le 22/05/2018.
263. SELLAM K. 2001. Vaccination contre la maladie de Gumboro: essai clinique terrain du bursamune *in ovo*. Thèse de docteur vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire Toulouse, France.
264. SENOUSSE A, BEHIR T, 2010. Étude des disponibilités des aliments de bétails dans les régions sahariennes. Cas de la Région du Souf. *Revue du Chercheur* 8:65-74.

- 265. SIDDIQUI Y.M., ETTAYEBI M., HADDAD A.M., AL-AHDAL M.N., 1996:** Effect of essential oils on the enveloped viruses: antiviral activity of oregano and clove oils on herpes simplex virus type 1 and Newcastle disease virus. *Med. Sci.Res.* Vol 24. page 185-186.
- 266. SIJELMASSI A., 1991:** Les plantes médicinales du Maroc. 2^e éd., Le Fennec. page 199.
- 267. SIKKEMA J., DE BONT J.A.M., POOLMAN B., 1995:** Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiological Reviews.* Vol 59(2). page 201-220.
- 268. SKERGET M., KATNIK P., HADOLIN M., HROS A.R., SIMONI C., KNEZ Z., 2005:** Phenols, proanthoyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidants activities. *Food chemistry.* 89. page191-198.
- 269. SMITH, 1992.** Une enquête sur les mesures de biosécurité dans les fermes avicoles autour de la région d'Afyonkarahisar en Turquie .*Bulletin RIDAF* 16.
- 280. SOLANO W., GIAMBRONE J.J., WILLIAMS J.C., LAUERMAN L.H., PANANGALA V.S., GARCES C., 1986.** Effect of maternal antibody on timing of initial vaccination of young white Leghorn chickens against infectious bursal disease virus. *Avian Dis.*, **30**: 648-652.
- 281. SONI, R. K.,IRCHHAIYA, R., DIXIT,V.,BHAT, Z. A., WANI, H. A. ETNAJAR, A. H. 2014 :** Anti-inflammatory activity of kirkcaldia reticulata (poir). baill. root by carrageenan-induced rat paw oedema model.*International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*,6(1):520-523.
- 282. SOUZA E.L., GUERR N.B., STAMFORD T.L.M., LIMA E.O., 2006:** Spices:alternative sources of study of citrus essential oils. *Flavour and Fragrance Journal.*Vol 20.page 249-264.
- 283. SQALLI,H., EL OUARTI,A., ENNABILI,A., IBNSOUDA,S., FARAH,A., HAGGOUD, A., ET IRAQUI, M. 2007.**Evaluation de l'effet antimycobactérien de plantes du centre-nord du Maroc. *Bull Soc Pharm*, 146, 271,-288.
- 284. STREIT E., NAEHRER K., RODRIGUES I., SCHATZMAYR G., 2013.** Mycotoxin occurrence in feed and feedraw materials worldwide: long-term analysiswith special focus on Europe and Asia, *J. Sci.Food Agric.*, 93, 2892-2899
- 285. STOLTZ R. 2008.** Les résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale : évaluation et maîtrise de ce danger. Thèse docteur vétérinaire. Université Claude Bernard. ENV Lyon 1, p. 9.
- 286. SU Y.C., HO C.L., WANG I.C., CHANG S.T., 2006:** Antifungal activities and chemical compositions of essential oils from leaves of four eucalypts. *Taiwan J. For Sci.* Vol 21 (1). page 49-61.
- 287. SWAYNE, D. KING D.2003.**Avian influenza and Newcastle Disease *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 222 , pp. 1534-1540.

- 288. TANTAOUI-ELARAKI A., FERHOUT H., ERRIFI A., 1993:** Composition and antimicrobial activity of the essential oils of *thymus broussonettii*, *T.zygis* and *T.satureioides*. J. Essent. Oil. Res. Vol 5. page 45-53.
- 289. TAOFIQ, O., MARTINS, A., BARREIRO, M.F., FERREIRA, I.C.F.R. 2016.** Antiinflammatory potential of mushroom extracts and isolated metabolites. *Trend. Food Sci.Technol*, 50: 193–210.
- 290. TCHAMDJA E. 2001.** Evaluation de la protection vaccinale de la maladie de Gumboro et la maladie de Newcastle chez les poulets de chair et les poules pondeuses des élevages semi-industriels de la région de Dakar : Détermination expérimentale du meilleur protocole de vaccination. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal.
- 291. TIZARD, 2013.** Veterinary Immunology. 9 ème édition .Elsevier Saunders . 551p . ISBN 987-1-4557-0363-3.
- 292. TRAORE M.C., 2006 :** Étude de la phytochimie et des activités biologiques de quelques plantes utilisées dans le traitement traditionnel de la dysménorrhée au Mali. Thèse de doctorat. Université de Bamako, Mali. page 175.
- 293. TRAVEL A. et al., 2007.** Facteurs de variation de la qualité bactériologique de l'eau en élevage de dindes, Septièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29 mars 2007, p : 536-540
- 294. ULTEE A., KETS E.P.W., SMID E.J., 1999:** Mechanisms of action of carvacrol on the food-borne pathogen *bacillus cereus* .J. Appl. Microbiol. Vol 65(10).page 4606-4610. Université Badji Mokhtar -Annaba .
- 295. VALNET J., DURAFFOURD C.H., DURAFFOURD P., CILAPRAZ J., 1978 :** L'aromatogramme : nouveaux résultats et essais d'interprétation sur 268 cas cliniques.
- 296. VAN DE BRAAK, S, LEIJTEN G. 1999.** Essential Oils and Oleoresins: A Survey in the Netherlands and Other Major Markets in the European Union; CBI Centre for the Promotion of Imports from Developing Countries, Rotterdam, The Netherlands , p. 116.
- 297. VAN DEN BERG. T.P. ; ETERRADOSSI N.; TOQUIN D et MEULEMANS. G., 2000.** La bursite infectieuse (maladie de Gumburo). *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz*, 19 : 509-526
- 298. VAN DER HORST « 2 », 2007** Les bonnes pratiques pour une eau de qualité en élevages de volailles label, p13.
- 299. VRINDA MENON K., GARG S.R., 2001:** Inhibitory effect of clove oil on *listeria monocytogenes* in meat and cheese. *Food Microbiol.* vol 18. page 647-650.
- 300. WENDAKOON C. N., SAKAGUCHI M., 1995:** Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *enterobacter aerogenes* by active components in spices. *journal of food protection.* vol 58. page 280-283.
- 301. WILKINSON J.M., 2006:** Methods for testing the antimicrobial activity of extracts. Chapter VIII.

- 302. WILLIAMS P and LOSA R. 2001.** The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. *Worlds Poult.* 17: 14–15.
- 303. WINTER CA, RISLEY EA, NUSS GW., 1962 :** Carragenin induced edema in hind paw of the rat as an assay for anti-inflammatory drugs. *Proc Soc Exp Biol Med* 1:544–7.
- 304. WOLLINGER, A., PERRIN, É., CHAHBOUN, J., JEANNOT, V., TOURAUD, D., AND KUNZ, W. 2016.** Antioxidant activity of hydro distillation water residues from *Rosmarinus officinalis L.* leaves determined by DPPH assays. *Comptes Rendus Chim*, 19: 754–765.
- 305. YOUGBARÉ-ZIÉBROU, M.N., OUÉDRAOGO, N., LOMPO, M., BATIONO, H., YARO, B., GNOULA, C., SAWADOGO, W.R., ET GUISSOU, I.P. 2016.** Activités anti-inflammatoire, analgésique et antioxydante de l'extrait aqueux des tiges feuillées de *Saba senegalensis Pichon* (Apocynaceae). *Phytothérapie*, 14: 213–219.
- 306. ZAIKA L.L., 1988:** Spices and Herbs - Their Antimicrobial Activity and Its Determination. *Journal of Food Safety.* Vol 9- 2. Page 97-118.
- 307. ZENG Z., ZHANG S., WANG H., PIAO X., 2015.** Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *J Anim Sci Biotechnol.* 6(1): 7.

Webographie

- [1]: http://www.andi.dz/PDF/monographies/Tizi_ouzou.pdf, consulté le 30/12/2020.
- [2]: <http://www.andi.dz/PDF/monographies/MEDEA.pdf>, consulté le 30/12/2020.
- [3]: <http://www.andi.dz/PDF/monographies/setif.pdf> consulté le 30/12/2020.,

Annexes

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger
Questionnaire destiné aux éleveurs et aux vétérinaires
(2017-2018)

**Enquête sur les pratiques sanitaires et vaccinales
dans les élevages de poulet de chair**

Chère consœur, Cher confrère

La problématique sanitaire dans les élevages avicoles constitue une des contraintes majeures au développement de la filière. Cette enquête a pour principal objectif de faire un état des lieux sur les pratiques sanitaires et vaccinales en élevage de poulet de chair. Cette enquête comporte 44 questions réparties sur 07 volets auxquelles nous vous invitons à répondre.

Nous vous remercions pour votre précieuse collaboration, nous vous prions de croire en l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Annexe 1

Date de la visite :...../...../.....

I. Informations générales

1. Nom et prénom : (facultatif).....
2. Votre lieu d'exercice (Daïra ; Wilaya)
3. Faites vous un suivi d'élevage de :
☐ Poulet de chair (PC) ☐ Poulette Future pondeuse (PFP) ☐ Futur Reproducteur ponte ou chair (FRP ou FRC)
4. Taille de l'effectif :.....
5. Depuis quand exercez-vous ?.....

II. Conception des bâtiments

6. Le type de bâtiments : ☐ Bâtiment ☐ Serre
7. Nature du sol : ☐ Terre battue ☐ Sol bétonné
8. Avez-vous d'autres élevages à proximité de vos bâtiments
☐ Bovin (Bv) ☐ Ovin (Ov) ☐ Caprin (Cp) ☐ Aucun

III. Gestion sanitaire de l'élevage

9. Est-ce que vous procédez au nettoyage du bâtiment ? ☐ Oui ☐ Non
10. Est-ce que vous désinfectez le bâtiment ? ☐ Oui ☐ Non
11. Quel type de désinfection utilisez-vous ? ☐ Chimique ☐ Physique
12. La désinfection est effectuée par l'éleveur ou par un professionnel ? ☐ Eleveur ☐ Professionnel
13. Au cours des opérations de nettoyage / désinfection, y a-t-il
 - Une désinfection et un nettoyage des mangeoires ? ☐ Oui ☐ Non
 - Une désinfection et un nettoyage du système d'abreuvement ? ☐ Oui ☐ Non
 - Une désinfection et un nettoyage du système de ventilation ? ☐ Oui ☐ Non
14. Y a-t-il un bac de désinfection :
☐ Par bâtiment (pédiluve) ☐ Aux entrées et sorties de l'exploitation (rotoluve)
15. Lieu de dépôt des sujets morts :
☐ Dans un local séparé et fermé ☐ À l'extérieur sur une zone bétonnée
16. Y a-t-il un programme de lutte contre les nuisibles et les insectes ? ☐ Oui ☐ Non
17. Y a-t-il un programme de lutte contre les rongeurs ? ☐ Oui ☐ Non

Annexe 1

IV. Vaccination

18. Traçabilité des poussins ; ☐ Oui ☐ Non

19. Quelles sont les maladies répertoriées dans vos élevages de poulet de chair ?

.....

20. Contre laquelle de ces maladies vaccinez-vous ?

.....

21. Le transport du vaccin effectué par l'éleveur ou le vétérinaire est fait : ☐ Sous glace ☐ Non

22. Prescrivez-vous le vaccin par l'eau de boisson ? ☐ Oui ☐ Non

23. Respectez-vous un temps d'assoiffement ? ☐ Oui ☐ Non

Si oui, de quelle durée ?

24. Prescrivez-vous le vaccin ? ☐ Le matin ☐ Le soir

25. Effectuez-vous une analyse sérologique en vue de déterminer l'âge de vaccination des poussins ?

☐ Oui ☐ Non

26. Faites vous un examen sérologique pour le contrôle de la prise vaccinale ? ☐ Oui ☐ Non

27. Avez-vous observé des échecs de vaccination ? ☐ Oui ☐ Non

28. Selon vous, quelles en sont seraient les causes ??

.....

V. Qualité de l'eau de boisson

29. Origine et nature de l'eau de boisson

☐ Réseau public ☐ Puits ☐ Forage

30. Procédez-vous à des analyses physico-chimiques de l'eau ?

☐ Oui ☐ Non

31. Au niveau du point d'arrivée de l'eau dans le bâtiment d'élevage et, avant tout traitement, connaissez-vous :

○ Le pH de votre eau ? ☐ Oui ☐ Non

○ La dureté de votre eau ? ☐ Oui ☐ Non

Annexe 1

32. Procédez-vous à des analyses bactériologiques de l'eau ?

☐ Oui

☐ Non

33. Disposez-vous d'un traitement bactériologique pour l'eau ?

☐ Oui

☐ Non

34. Réalisez-vous des contrôles pour le test Chlore ?

☐ Oui

☐ Non

35. Disposez-vous d'un traitement physico-chimique de l'eau ?

☐ Oui

☐ Non

36. Ajoutez-vous des acides organiques dans l'eau de boisson ? (Exemple : acide lactique, formique etc.,....)

☐ Oui

☐ Non

37. Administrez-vous des vitamines et oligo-éléments par l'eau de boisson ?

☐ Oui

☐ Non

38. Distribuez-vous des antibiotiques en systématique via l'eau de boisson ?

☐ Oui

☐ Non

VI. Aliment

39. Type d'aliment :

☐ Industriel

☐ Fabrication manuelle

40. L'aliment est-il accessible aux rongeurs et aux oiseaux ?

☐ Oui

☐ Non

41. Indices ou présence de traces de moisissures ou d'humidité sur :

☐ Aliment

☐ Bâtiment d'élevage

☐ Local de stockage

42. Assurez-vous de la qualité de l'aliment ?

☐ A l'œil nu

☐ Par analyse au laboratoire

VII. Approche globale de la gestion des élevages

43. Pensez-vous qu'une meilleure gestion du plan de prophylaxie, de la qualité de l'eau et de l'aliment peut améliorer les performances zootechniques de votre élevage ?

☐ Oui

☐ Non

44. Souhaiteriez-vous que soient organisées des formations pour une meilleure prise en charge des élevages ?

☐ Oui

☐ Non

OREGO-STIM®



Une meilleure santé intestinale
par le meilleur produit naturel

- AUGMENTATION DES PERFORMANCES :
 - GAIN DE POIDS 15 A 17%
 - AUGMENTATION DE LA PRODUCTIVITE DES OEUFJUSQU'A 4%
 - DIMINUTION DE LA MORTALITÉ
- AMELIORATION DE L'INDICE DE CONVERSION
- ANTIBACTÉRIEN INTESTINAL
- ANTIFONGIQUE (CANDIDOSE)
- RUPTURE DES CYCLES DES PARASITES PROTOZOAIREJ (HISTOMONOSE ET COCCIDIOSE)
- COMPATIBLE AVEC TOUS LES PRODUITS
- 0% DE RÉSIDU



Publication

Effet des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* et d'*Origanum onites* sur les performances zootechniques, la microflore digestive et les paramètres sanguins du poulet de chair

B Djellout, T Bouzagh, H Dardabou², C Benmohand, A Aboun¹, L Sahraoui, S Zenia, D Boudouma² et M H Ben Mahdi

**Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire : Rue Issad Abbès ; Oued Smar-Alger (Algérie)
djelloutba@gmail.com**

¹ Institut Pasteur d'Algérie, 01, rue du Dr Laveran. El-Hamma, Alger (Algérie)

² Ecole Nationale Supérieure Agronomique : Avenue Hassan Badi, El Harrach-Alger (Algérie)

Résumé

L'objectif de l'essai visait à déterminer l'impact des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* et d'*Origanum onites* utilisées en remplacement des antibiotiques maintenant interdits sur les performances de croissance, les concentrations de quelques paramètres sanguins et la flore bactérienne caecale (pour la prévention des maladies du tractus gastro-intestinal) du poulet de chair. Des poussins non sexés d'un jour d'âge (n=180) ont été répartis en 3 lots de 30 (2 répétitions par lot) : le lot TEM (témoin), le lot HEC (0,03 % d'huile commerciale d'*Origanum onites* à 5% au départ) et le lot HEN (0,02 % d'huile essentielle naturelle pure d'*Origanum glandulosum*). Les huiles essentielles ont été ajoutées à l'eau de boisson avant vaccination seulement pendant 6 jours (3 x 2 jours) sur les 42 jours d'élevage. Les résultats obtenus ont indiqué que les 2 huiles essentielles testées n'ont pas eu d'effet sur les performances animales mesurées. Mais l'analyse biochimique a révélé une diminution de la glycémie (lot HEN) et une augmentation des taux d'acide urique et de créatinine, ainsi qu'une réduction du taux de cholestérol et d'ASAT (lot HEC). Aucune différence significative n'a été constatée pour les taux de triglycérides et d'ALAT dans les lots expérimentaux. La charge lactobacillaire a été similaire dans les 2 lots supplémentés. En revanche, une augmentation du nombre de CFU de colibacilles (lot HEC) et une absence des clostridies (lot HEN) ont été constatées. Il convient de tester d'autres modalités pour obtenir des résultats plus marqués.

Mots-clés: Algérie, antibactérien, biochimie, croissance, eau de boisson, origan glanduleux, origan turc, volaille

Effect of *Origanum glandulosum* and *Origanum onites* essential oils on zootechnical performance, digestive microflora and blood parameters of broiler chicken

Abstract

The aim of this study was to determine the effect on the broiler growth performance, concentrations of some blood parameters and bacterial ceacal (to prevent gastrointestinal diseases) of *Origanum glandulosum* and *Origanum onites* essential oils used as a replacement for the now banned antibiotics. One-day-old non-sexed chicks (n = 180) were divided into 3 groups of 30 (with 2 replicates for each group). TEM group (witness), HEC group (0.03% *Origanum onites* commercial oil) and HEN group (0.02% *Origanum glandulosum* pure natural essential oil). Essential oils were added to drinking water before vaccination during only 6 days (3 times 2 days) within 42 days of breeding.

The results obtained indicated that the 2 essential oils tested had no effect on growth performance. The biochemical analysis showed a decrease in blood glucose (batch HEN) and increased levels of uric acid and creatinine, as well as a reduction in cholesterol and ASAT levels (batch HEC). No significant difference was found for triglyceride and ALAT levels in the experimental batches. Lactobacillary load was similar in the 2 supplemented batches. On the other hand, an increase in the number of coli bacteria CFU (HEC batch) and an absence of clostridia (HEN batch) were noted. Other modalities need to be tested for better results.

Key words: *Algeria, antibacterial, biochemistry, drinking water, growth, glandular oregano, Turkish oregano, poultry*

Introduction

Les antibiotiques ont longtemps été utilisés comme facteurs de croissance et d'inhibition des bactéries pathogènes afin d'améliorer les performances de production et de santé des animaux d'élevage. Les conséquences de cette pratique sur la santé humaine ont été relevées par l'OMS, l'OIE et la FAO (Agisar 2004) et ont conduit à l'interdiction de leur utilisation à cette fin. L'application de cette mesure par l'Union Européenne a débuté en 2006.

En remplacement des antibiotiques, les produits à base de plantes tels que les huiles essentielles ont connu une large utilisation compte tenu de leurs effets bénéfiques sur les performances animales, notamment celles de la volaille (Mechergui et al 2016).

L'huile essentielle naturelle est extraite à partir d'une plante médicinale *Origanum glandulosum*, l'origan glanduleux, communément appelée *Zaâter* (Baba Aissa 1991). Elle peut améliorer les performances du poulet de chair (Cabuk et al 2006, Bozkurt et al 2009, Ebrahimzadeh et al 2011) et réguler sa flore intestinale (Ouwehand et al 2010). *Origanum glandulosum* pousse à l'état spontané dans plusieurs régions de l'Algérie. Le choix de cette plante est basé sur son utilisation fréquente dans les traditions locales culinaires et médicinales. Dans la perspective de valoriser cette espèce végétale, nous en avons extrait l'huile essentielle et l'avons administrée à des poulets de chair afin d'en mesurer l'impact sur

leurs performances zootechniques, quelques paramètres sanguins et la flore du contenu caecal. Les mêmes mesures ont été réalisées sur des poulets recevant de l'huile essentielle d'origine commerciale d'un autre origan (*Origanum onites* ou *Origanum heracleoticum*) communément appelé origan turc (plante de Sicile, Grèce et Turquie) et qui est utilisée par quelques éleveurs avicoles en Algérie.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Après cueillette, dessiccation et hydrodistillation de la partie aérienne, l'huile essentielle d'*Origanum glandulosum* a été séchée au sulfate de sodium anhydre et conservée à +4 ° C dans des flacons bruns jusqu'à utilisation. L'huile essentielle d'*Origanum onites* commerciale a été fournie par le laboratoire Veto-Ahram (Meriden). Sa concentration est de 5% d'après la notice du fournisseur.

Animaux et conduite d'élevage

Cette étude a été réalisée sur 180 poussins de souche « Arbor Acres plus », non sexés, de 1 jour d'âge et de poids moyen de $41,7 \pm 3,4$ g répartis en 3 lots : TEM, HEC et HEN. Chaque lot a été constitué de 2 répétitions de 30 sujets.

- Le lot TEM (témoin de l'essai) constitué de poulets d'un poids moyen de 2275 ± 74 g : l'abreuvement des oiseaux de ce lot n'était constitué que d'eau ;
- Le lot HEC constitué de poulets d'un poids moyen de 2283 ± 149 g : les oiseaux ont reçu 0,03 % d'huile essentielle commerciale (à 5% au départ) d'*Origanum onites* dans leur eau de boisson selon les recommandations du fournisseur ;
- Le lot HEN constitué de poulets d'un poids moyen de 2267 ± 204 g : les oiseaux ont reçu 0,02% d'huile essentielle pure d'*Origanum glandulosum* dans leur eau de boisson.

L'addition des huiles essentielles à l'eau a été menée à J2, J3, J11, J12, J25 et J26 avant la prise vaccinale (le traitement a été maintenu durant 2 jours chaque fois), soit 6 jours de traitement en tout. Un aliment standard adapté à chaque phase d'élevage (démarrage, croissance et finition) ainsi qu'un abreuvement *ad libitum* ont été distribués pendant la durée de l'étude expérimentale. Les poulets ont été vaccinés contre la maladie de Newcastle et la bronchite infectieuse aux 5^e et 28^e jours d'âge et contre la bursite infectieuse au 14^e jour d'âge. Les conditions d'élevage ont été observées conformément aux recommandations du guide d'élevage de la souche Arbor acres (Aviagen, 2014).

Mesures

Mesure des performances animales

Les mesures de l'ingéré alimentaire (IA), du poids vif (PV), de l'indice de consommation (IC) et du taux de mortalité (TM) ont été effectuées en fin d'élevage (J42).

Mesure des paramètres sanguins

A l'abattage, à J42, des prélèvements sanguins ont été réalisés sur 10 animaux de sexe confondu de chaque lot. Le sang recueilli dans des tubes secs a été centrifugé à 3 000 tours/mn pendant 5 mn. Le sérum obtenu a été congelé à -20°C afin de déterminer les concentrations en glucose, acide urique, créatinine, triglycérides, cholestérol, alanine aminotransférase (ALAT) et aspartate aminotransférase (ASAT). Les analyses ont été effectuées à l'aide d'un spectrophotomètre WPA, selon les principes et les protocoles des kits de dosage (Spinreact, SA, Espagne).

Analyse de la microflore caecale

L'étude de la microflore a été effectuée sur 4 sujets de chaque lot. Après leur abattage (J42), 1g du contenu caecal a été prélevé puis mis en pots stériles conformément aux méthodes ISO et AFNOR. Les lactobacilles ont été dénombrés sur milieu Man, Rogosa et Sharpe (MRS). La recherche et le dénombrement d'*Escherichia.coli* ont été réalisés selon la norme AFNOR V08-017 et les clostridies sur milieu Tryptone-Sulfite-Cyclosérine (TSC).

Etude statistique

Le traitement statistique des données a été effectué avec le logiciel XLSTAT version 7.5.2 Copyright © Addinsoft, 1995 – 2004. L'analyse descriptive des résultats des différents paramètres zootechniques, biochimiques et de la microflore digestive a été menée pour chaque lot. L'analyse de la variance (Anova) à un facteur de classification a été suivie par l'étude des comparaisons de moyennes entre elles. Une valeur de $p < 0,05$ et $p < 0,1$ est considérée comme statistiquement significative.

Résultats et discussion

Les résultats des mesures de poids vif (PV), de l'ingéré alimentaire (IA), de l'indice de consommation (IC) et du taux de mortalité (TM) sont consignés dans le tableau 1.

Tableau 1. Effets des huiles essentielles d'Origans sur les performances zootechniques des poulets (moyennes $\pm$ SEM)

Paramètres	TEM (n : 53)	HEN (n : 50)	HEC (n : 50)	SEM	p
PV à J42 (g)	1 879	1 798	1 940	41	0,057*
IA J1-J42 (g)	4 255	4 166	4 305	439	0,888**
IC (global)	2,27	2,32	2,22	0,11	0,86**
TM global (%)	5,85	8,35	7,50	2,2	0,804**

* : $p < 0,1$; ** : $p > 0,05$ TEM : témoin. HEN : 0,02% d'huile essentielle d'*Origanum glandulosum*. HEC : 0,03% d'huile essentielle d'*Origanum onites*. SEM : Erreur Moyenne Standard.

Nos résultats ne montrent aucun effet significatif des huiles essentielles sur les performances de croissance des poulets de chair corroborant ainsi les résultats de Lee et al (2003). Cependant, il est à remarquer que les poulets du lot HEC étaient plus lourds ($p < 0,1$) que ceux du lot HEN ; on ne peut pas exclure que des effets positifs auraient été observés si on avait prolongé la durée d'administration des huiles au-delà de 6 jours. Par ailleurs, Calislar et al (2009) rapportent un effet significatif sur l'IC des poulets de chair après administration d'Orego-Stim®. Plus récemment, la tendance s'oriente vers l'utilisation des mélanges d'huiles essentielles qui permettent globalement une meilleure croissance (Zeng et al 2015),

bénéficiant éventuellement de l'effet cumulé des propriétés de chacune d'elles. Selon les travaux de Gabriel et al (2013), le devenir de ces molécules chez l'animal lors de leur consommation peut être très variable selon la composition de l'aliment, leur mode de présentation (sous forme libre ou protégée) et la dose utilisée.

Paramètres sanguins

Les résultats des teneurs sériques en glucose, acide urique, créatinine, cholestérol, triglycérides, ALAT et ASAT des poulets des 3 lots sont consignés dans le tableau 2.

Tableau 2. Effet des huiles essentielles d'Origan sur les paramètres sanguins des poulets de chair (n=10, moyennes $\pm$ SEM)

Paramètres	TEM	HEN	HEC	SEM	p
Glucose (g/l)	2,74 ^a	1,6 ^b	2,57 ^a	0,11	<0,0001
Acide urique (mg/l)	31,9 ^a	35,2 ^{ab}	41,6 ^b	2,55	<0,014
Créatinine (mg/l)	2,0 ^a	2,3 ^a	2,8 ^b	0,15	0,034
Cholestérol (g/l)	1,58 ^{ab}	1,68 ^a	1,42 ^b	0,05	0,011
Triglycérides (g/l)	0,47	0,43	0,61	0,04	NS
ALAT (UI/L)	9,9	12	10,1	0,69	NS
ASAT (UI/L)	192 ^a	187 ^a	103 ^b	16,74	0,002

*a, b : Sur une même ligne, les valeurs affectées de lettres différentes sont significativement différentes ($p < 0,05$). TEM : témoin. HEN : 0,02% d'huile essentielle d'*Origanum glandulosum*. HEC : 0,03% d'huile essentielle d'*Origanum onites*. SEM : Erreur Moyenne Standard. NS : Non Significatif*

La supplémentation en huiles essentielles des 2 lots expérimentaux révèle une réduction significative du taux de glucose (Lot HEN). Ces résultats rejoignent en partie ceux de Lemhadri et al (2004) qui notent un effet anti-hyper-glycémique d'un extrait aqueux d'*Origanum vulgare* sur des rats diabétiques. Contrairement aux conclusions des travaux de Khan et al (2011) menés sur des lapins et des rats, le taux d'acide urique du lot HEC est élevé comparé à celui des sujets témoins. Il en est de même pour le taux de créatinine.

Les teneurs en cholestérol et en ASAT sont réduites dans le lot HEC. Ces résultats divergent de ceux de Tekce et Gül (2011) qui signalent un effet hypercholestérolémiant de l'huile essentielle d'*Origanum syriacum* dans le régime alimentaire du poulet de chair élevé soumis à un stress thermique. Aucune différence significative n'a été rapportée pour les taux de triglycérides et d'ALAT dans les 2 lots supplémentés, alors qu'il a été rapporté que le carvacrol et le thymol ont entraîné chez le poulet une réduction du taux des triglycérides plasmatiques (Lee et al 2003).

Flore caecale

Les résultats de la recherche et du dénombrement des flores bactériennes du contenu caecal de poulets sacrifiés à J42 sont consignés dans le tableau 3.

Tableau 3. Dénombrements bactériens de la microflore digestive des poulets (n=4, moyennes $\pm$ SEM)

	Nombre de bactéries log ₁₀ UFC/g de contenu caecal				
	TEM	HEN	HEC	SEM	P
Lactobacilles	7,84 ^a	7,99 ^b	7,97 ^b	0,01	0,002

<i>Escherichia coli</i>	4,81 ^a	4,65 ^a	7,37 ^b	0,92	0,03
Clostridies	4,54 ^a	Absence	5,66 ^b	0,07	0,02

a,b : Sur une même ligne, les valeurs affectées de lettres différentes sont significativement différentes (p < 0,05) UFC : Unité Formant Colonie Témoin : témoin. HEN : 0,02% d'huile essentielle d'Origanum glandulosum. HEC : 0,03% d'huile essentielle d'Origanum onites. SEM : Erreur Moyenne Standard

Hormis l'augmentation significative du nombre d' *Escherichia coli* et des clostridies (HEC), nos résultats semblent en accord avec ceux d'Ouwehand et al (2010) qui rapportent que l'huile essentielle d'origan inhibe le développement de bactéries pathogènes comme les coliformes ou *Clostridium perfringens*, mais inhibent peu celui des lactobacilles qu'elles peuvent même stimuler. L'absence observée de clostridies chez les sujets du lot HEN corrobore les observations de Kirkpinar et al (2011). Par ailleurs, l'activité des huiles essentielles dépend de leur structure chimique (Sakkas et Papadopoulou, 2017). L'effet antibactérien de l'huile essentielle de l'origan est selon Penalver et al (2005) attribué à la présence du thymol et du carvacrol qui fragiliseraient les membranes cellulaires des bactéries. Aux doses prescrites, ces deux composés seraient plus actifs dans l'huile essentielle extraite.

Coût du traitement

Le coût du litre l'huile essentielle naturelle d' *Origanum glandulosum* que nous avons produite au laboratoire est plus élevé que celui d'*Origanum onites* disponible sur le marché (80 000 / 6 000 dinars algériens/l) mais moins élevé pour les huiles essentielles pures (80 000 / 720 000 dinars algériens /l) et après les dilutions pratiquées. Aux doses administrées, le coût des produits en dinars Algériens serait de 8,16 DA/ml/sujet pour l'huile essentielle naturelle et de 9,00 DA/ml/sujet pour l'huile essentielle commerciale.

Conclusion

- Dans nos conditions expérimentales, en utilisant des huiles essentielles pendant 6 jours seulement et non pas pendant les 42 jours de la croissance, les 2 types d'huiles essentielles d'origan n'ont pas permis d'observer chez le poulet de chair une amélioration de ses performances zootechniques qui était constatée avec l'utilisation d'antibiotiques maintenant interdits et qui a été constatée par d'autres auteurs sous d'autres conditions expérimentales.
- Toutefois, l'huile essentielle d'origan de type naturel d'*Origanum glandulosum* a entraîné une diminution du niveau glycémique alors que l'huile essentielle commerciale d'*Origanum onites* a augmenté les taux d'acide urique et de créatinine et réduit le taux de cholestérol et de l'ASAT malgré cette faible durée d'utilisation.
- Enfin, les 2 types d'huiles essentielles ont aussi eu un impact positif sur la flore lactobacillaire mais sans diminuer significativement la mortalité. L'huile essentielle naturelle d' *Origanum glandulosum* a entraîné la suppression des clostridies au niveau caecal alors que l'huile commerciale d' *Origanum onites* a induit l'augmentation de la charge colibacillaire.
- Dans nos conditions expérimentales, le coût des produits en dinars Algériens serait de 8,16 DA/ml/sujet pour l'huile essentielle naturelle et de 9,00 DA/ml/sujet pour l'huile essentielle commerciale.

- Aussi, des études complémentaires doivent être menées avec d'autres modalités afin d'approfondir ces premiers résultats, d'obtenir de meilleurs résultats zootechniques et d'immunité et de préciser alors dans le contexte local, les modalités d'utilisation rationnelle des huiles essentielles d'origan naturelle et commerciale (concentration, moment, âge des oiseaux, durée et fréquence de distribution) dans l'élevage du poulet de chair.

Remerciements

Les auteurs remercient la direction et le personnel du département Productions animales de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA) pour l'aide apportée à la réalisation de cet essai ainsi que le laboratoire Veto-Ahram (Meriden) pour la fourniture gracieuse de l'huile essentielle commerciale Orego-Stim®.

Références bibliographiques

Agisar 2004 Joint FAO, OIE, WHO^{2nd} Workshop on non human antimicrobial usage and antimicrobial resistance. Management options, Oslo, Norway, 15-18 Mars
http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Conferences_Events/docs/pdf/WHO-CDS-CPE-ZFK-2004.8.pdf

Aviagen 2014 Manuel d'élevage du poulet Arbor Acres.
http://tmea.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/French_TechDocs/AA-Broiler-Handbook-2014-FR2.pdf

Baba Aissa F 1991 Les plantes médicinales en Algérie. Bouchéne and Diwan, pp: 5-10.

Bozkurt M, Kucukyilmaz K, Catli A U and Cinar M 2009 Effect of dietary mannan oligosaccharide with or without oregano essential oil and hop extract supplementation on the performance and slaughter characteristics of male broilers. South Afri. J. Anim. Sci. 39, 223-232. http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-15892009000300007

Cabuk M, Bozkurt M, Alcicek A, Akbas Y and Kucukyilmaz K 2006 Effect of a herbal essential oil mixture on growth and internal organ weight of broilers from young and old breeder flocks. South African J. Anim. Sci. 36,135-141.
<https://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/3996/11938>

Calislar S, Gemci I and Kamalak A 2009 Effects of Orego-Stim® on Broiler Chick Performance and Some Blood Parameters. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8 (12), 2617-2620. <https://www.researchgate.net/publication/287718361>

Ebrahimzadeh M A, Roofchae A, Irani M and Akbari M R 2011 Effect of dietary oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil on growth performance, cecal microflora and serum antioxidant activity of broiler chickens. Afri. J. Biotech. 32, 6177-6183.
<https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/94499>

Gabriel I, Dufourcq V, Perrin F, Gabarrou J F et Alleman F 2013 Utilisation des huiles essentielles en alimentation des volailles.1. Performances de croissance et réglementation.

INRA Prod. Anim., 2013, 26 (1), 3-12 <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=LV2016009511>

Khan A, Bashir S, Khan SR and Gilani AH 2011 Antiurolithic activity of *Origanum vulgare* is mediated through multiple pathways. BMC Complementary and Alternative Medicine, 11, 96. <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/11/96>

Kırkpınar F, Hunlu B H and Özdemir G 2011 Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers. *Livestock Science*, 137, 219–225. <http://www.academicjournals.org/AJB>

Lee K W, Everts H, Kappert H J, Frehner M, Losa R and Beynen A C 2003 Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *Br. Poultry. Sci.* 44 (3), 450–57. <https://www.researchgate.net/publication/10574890>

Lemhadri A, Zeggwagh N A, Maghrani M, Jouad H and Eddouks M 2004 Anti-hyperglycaemic activity of the aqueous extract of *Origanum vulgare* growing wild in Tafilalet region. *J. Ethnopharmacol.*, 92, 251–256. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874104000820?via%3Dihub>

Mechergui K, Jaouadi W, Coelho J A, Serra M C, Khouja M L 2016 Biological activities and oil properties of *Origanum glandulosum* Desf: A review. *Phytothérapie* 14 (2) 102–108 <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10298-015-0963-x>

Ouwehand A C, Tiihonen K, Kettunen H, Peuranen S, Schulze H and Rautonen N 2010 *In vitro* effects of essential oils on potential pathogens and beneficial members of the normal microbiota. *Veterinarni Medicina*, 55, 71–78. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103121431>

Penalver P, Huerta B, Borge C, Astorga R, Romero R and Perea A 2005 Antimicrobial activity of five essential oils against origin strains of the Enterobacteriaceae family. *APMIS*, 113, 1–6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15676008>

Sakkas H, Papadopoulou C 2017 Antimicrobial Activity of Basil, Oregano, and Thyme Essential Oils: a review. *J. Microbiol. Biotechnol.* 27(3), 429–438 <https://doi.org/10.4014/jmb.1608.08024>

Tekce E, Gül M 2011 Effects of *Origanum syriacum* Essential Oil on Blood Parameters of Broilers Reared at High Ambient Heat. *Brazilian Journal of Poultry Science*. Oct - Dec 2017, 19 (4), 655–662. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0511>

Zeng Z, Zhang S, Wang H and Piao X 2015 Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *J Anim Sci Biotechnol.* 6(1): 7. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4359495/pdf/40104_2015_Article_4.pdf

