

N° d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research



معهد العلوم البيطرية
Institute of Veterinary
Sciences

جامعة البليدة 1
University Blida-1



Mémoire de Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Utilisation de l'huile essentielle du lentisque
pistachier en élevage caille chair**

Présenté par
DJENADI Lylia

Présenté devant le jury :

Président :	Dr. FERROUK M.	MCA	ISV/Blida 1
Examinatrice :	Dr. TARZAALI D.	MCA	ISV/Blida 1
Promotrice :	Pr. SAIDJ D.	Professeur	ISV/Blida 1

Année universitaire 2024 /2025

Remerciements

Avant tout, je rends grace à Dieu Tout-Puissant, miséricordieux et clément, pour m'avoir accordé la santé, la patience, la volonté et le courage.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et sincères remerciements au Pr.Saidj.D, qui a accepté de m'encadrer et de l'accompagnement bienveillant tout au long de ce travail, ses conseils précieux, et sa disponibilité constante, avec patience et une gentillesse sans égales. Veuillez, trouver madame, dans ce modeste travail l'expression de ma haute considération, de ma profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines.

Ma profonde reconnaissance aux membres de jury :le président, Dr.Ferrouk.M, et l'examinatrice,Dr.Tarzaali.D. Merci du fond de cœur, d'avoir accepté de juger ce travail, et pour le temps et l'attention, les conseils qui ont portés pour améliorer mon travail.

Je tiens également à remercier tous mes enseignants qui m'ont accompagnés durant mes cinq ans d'étude au sein de l'institut.Pour leur conseils et leur soutien qui ont un rôle fondamental dans mon parcours.

En fin, j'adresse ma reconnaissance à toutes les personnes qui, de près ou de loin,ont contribué à la réalisation de ce projet.Votre aide a été un soutien indispensable dans l'accomplissement de ce projet.

Dédicaces

A ma mère, symbole de courage, de dévouement et d'amour inconditionnel. Son abnégation, ses sacrifices silencieux et son soutien constant ont été une source inestimable d'inspiration et de motivation, merci de fond du cœur

.

A mon père, mon repère, mon pilier inflexible. Merci de m'avoir appris la sagesse, le courage et la résilience, de m'avoir accompagnée jusqu'à ce chemin. Que le Tout Miséricordieux vous protège.

A ma seule et unique chère sœur « Nassima », ma complice et ma confidente la plus précieuse, Merci pour ta présence de chaque étape de ma vie, dans la joie comme dans l'épreuve.

A mes deux chers frères « Youcef, Nassim », mes épaules solides sur lesquelles je peux toujours me reposer, les bras discrets qui me relèvent sans bruit. Merci pour votre présence qui me donne la force d'avancer.

A toute la famille, de près ou de loin, merci à tous ceux qui m'ont soutenue, de près ou de loin, tout au long de ce parcours.

A mes précieuses copines : Safia, Farah, Selma, Mylla, merci d'avoir rendu chaque moment de ces années inoubliable, pour les éclats de rire, les longues discussions, le partage et la solidarité au chaque instant. Je vous souhaite de fond du cœur, toute la réussite dans vos vies professionnelles et personnelles.

Résumé

Les huiles essentielles, en tant que supplément alimentaire entraîne un impact positif dans le domaine avicole, notamment sur les performances zootechniques, la santé digestive et la qualité de la viande.

Cette étude vise à évaluer l'effet de l'incorporation de l'huile essentielle de lentisque pistachier dans la ration des cailles chair. Un élevage avec un effectif de 300 cailles d'un jour d'âge, pesant 7g ont été réparties au hasard en deux groupes, groupe témoin (T) et le groupe expérimental (E). Ce dernier reçu le même régime alimentaire et un supplément en huile essentielle de lentisque pistachier pour le groupe (E) dans la ration de base. Le poids vif et l'ingéré alimentaire hebdomadaire ont été enregistrés, ainsi que les mortalités. L'élevage à durée 40j. Lors de l'abattage, le poids des organes a été enregistré.

Les résultats ont montré que le groupe des cailles recevant l'huile essentielle dans leur alimentation a enregistré les meilleures performances zootechniques (GQM, poids vif moyen et indice de consommation) par rapport au groupe témoin. Le poids vif moyen de groupes (T) à la dernière semaine de l'élevage est $263,1 \pm 8,4$ g et de $267,5 \pm 15,3$ pour le groupe (E), ce qui correspond à une augmentation de 4,4 g de groupe (E) avec un indice de consommation similaire pour les deux groupes. Pour les mortalités, le groupe (T) et (E) ont présenté un taux faible et semblable, avec une augmentation de nombre de mortalités dans les premiers jours que ce soit le groupe.

L'étude réalisée a démontré que l'incorporation des huiles essentielles dans l'alimentation des cailles avait un effet positif sur les performances zootechniques et la santé animale.

Mots clés : huiles essentielles, lentisque pistachier, cailles chair, alimentation, performances zootechniques.

الملخص

تُعتبر الزيوت العطرية كمكملات غذائية من العناصر التي لها تأثير إيجابي في مجال تربية الدواجن، خاصةً فيما يتعلق بالأداء الإنتاجي، وصحة الجهاز الهضمي، وجودة اللحوم. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير إدراج زيت عطري (زيت lentisque pistachier) في علائق طيور السمان اللحم.

تم تنفيذ التجربة على قطيع مكوّن من 300 فرخ سمان عمر يوم واحد ويبلغ وزنه 7 غرامات، حيث تم تقسيمه عشوائيًا إلى مجموعتين: مجموعة شاهدة (T) ومجموعة تجريبية (E). تلقت المجموعة التجريبية نفس العليقة الأساسية مضافًا إليها زيت عطري من lentisque pistachier تم تسجيل الوزن الحي واستهلاك العلف أسبوعيًا، بالإضافة إلى حالات النفوق، واستمرت فترة التربية لمدة 40 يومًا.

أظهرت النتائج أن السمان في المجموعة التجريبية التي تلقت الزيت العطري سجل أداءً إنتاجيًا أفضل من المجموعة الشاهدة من حيث معدل النمو الوسطي، الوزن النهائي، ومعامل التحويل الغذائي. حيث بلغ الوزن الحي المتوسط في الأسبوع الأخير للمجموعة (T) حوالي 263.1 ± 8.4 غرام، بينما بلغ 267.5 ± 15.3 غرام للمجموعة (E)، أي بزيادة قدرها 4.4 غرام لصالح المجموعة التجريبية، مع معامل تحويل غذائي مماثل في كلا المجموعتين. أما فيما يتعلق بنسبة النفوق، فقد كانت متقاربة بين المجموعتين، مع ارتفاع ملحوظ في الأيام الأولى للتربية.

أثبتت هذه الدراسة أن إدراج الزيوت العطرية في علائق طيور السمان له تأثير إيجابي على الأداء الإنتاجي وصحة الطيور.

الكلمات المفتاحية: الزيوت العطرية، lentisque pistachier، سمان لحم، تغذية، الأداء الإنتاجي.

Abstract

Essential oils, as dietary supplements, have a positive impact in the poultry sector, particularly on zootechnical performance, digestive health, and meat quality. This study aims to evaluate the effect of incorporating essential oil into the diet of meat quails. A total of 300 one-day-old quails, weighing 7 g, were randomly divided into two groups: a control group (T) and an experimental group (E). The experimental group received the same basal diet supplemented with mastic tree (*Pistacia lentiscus*) essential oil. Live body weight and weekly feed intake were recorded, as well as mortality. The rearing period lasted 40 days.

The results showed that the group of quails receiving the essential oil supplement had better zootechnical performance (average daily gain, average live weight, and feed conversion ratio) compared to the control group.

The average live weight in the final week was 263.1 ± 8.4 g for group T and 267.5 ± 15.3 g for group E, corresponding to an increase of 4.4 g in group E, with a similar feed conversion ratio between the two groups. Regarding mortality, both groups showed similar rates, with a higher number of deaths during the early days of the trial in both cases.

The results of this study demonstrated that incorporating essential oils into quail feed had a positive effect on zootechnical performance and animal health.

Keywords: essential oils, lentisque pistachier, meat quails, poultry feed, zootechnical performance.

Sommaire

Résumé :	4
Introduction générale	1
 Chapitre 1 :	2
Elevage de la caille.....	2
1 .Origine et domestication :.....	3
2. Classification de la caille :.....	3
2-1 Principales espèces de la caille :.....	4
1.2.1Caille commune :	4
1.2.2 Caille de Chine :.....	4
1.2.3 Caille japonaise :	5
3. Elevage de la caille au niveau mondial et en Algérie :.....	5
4. Types et les conditions d'élevage.....	6
4.1 Types d'élevage :	6
4.1.1 Au sol :	6
4.1.2 En cage :	7
4.2 Conditions d'ambiance :.....	7
4.2.1 Température :	7
4.2.2 Humidité :	8
4.2.3 La ventilation :	8
4.2.4 L'éclairage :	8
Chapitre 2 :	9
Principes de l'utilisation des huiles essentielles	9
1.Définition de l'huile essentielle :	10
2. Composition chimique des huiles essentielles :	10
3. Extractions des huiles essentielles :	11
3.1. La distillation :	12
3.1.1.Hydrodistillation	12
3.1.2. Distillation par entraînement à la vapeur :	13
3.1.3. Hydrodiffusion :	13
3.2. Extraction par micro-ondes :	13

3.3. Extraction par CO2 supercritique :.....	13
4. Utilisation générale des huiles essentielles (les domaines d'utilisation) :	14
4.1. Domaine de l'industrie agro-alimentaire :	14
4.2. Domaine de l'industrie parfumerie et du cosmétique :.....	14
4.3. Domaine de l'industrie pharmaceutique :	14
4.4. Domaine de l'industrie chimique :.....	15
Chapitre3 :.....	16
Incorporation des huiles essentielles en aviaire.	16
1. Introduction :.....	16
2. Différents effets des huiles essentielles :.....	16
2.1. Effets sur la santé de l'animal :.....	17
2.2. Effet sur l'immunité de l'animal :	18
2.3. Effet sur l'absorption intestinale :	19
3. Utilisation des huiles essentielles dans l'alimentation des volailles :	20
Partie Expérimentale	16
1. Matériels et méthodes :.....	22
1.1. Matériels :.....	22
1.2 Méthodes :.....	25
2 Paramètres à étudiés :	26
2.1 Poids vif :.....	26
2.2 Ingéré quotidien :.....	26
2.3 Mortalités :	27
2.4 Analyses des données :	27
3. Résultats et discussion :	27
3.1 Résultats :	27
3.2 Discussion :	32
Conclusion et perspectives :	35

Références bibliographiques:

Liste des tableaux :

Tableau 1:Classification taxonomique des caille dans le règne animal..... **Error! Bookmark not defined.**

Tableau 2: Principaux pathogènes de la volaille traitable par les huiles essentielles**Error! Bookmark not defined.**

Tableau 3: Poids moyen (g) des cailles pendant la période d'essai. **Error! Bookmark not defined.**

Tableau 4: Gain moyen quotidien des cailles des lots T et P durant six semaines**Error! Bookmark not defined.**

Tableau 5: Ingéré quotidien hebdomadaire (g) des cailles suivies.. **Error! Bookmark not defined.**

Liste des figures :

Figure 1: Apparielage utilisé pendant l'hydrodistillation d'huile essentielle **Error! Bookmark not defined.**

Figure 3 : Photo personnelle de bâtiment..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2 : Photo personnelle des cailles de 1J. **Error! Bookmark not defined.**

Figure 4 : Température enregistrée lors de l'élevage. **Error! Bookmark not defined.**

Figure 5 : éclairage de bâtiment. **Error! Bookmark not defined.**

Figure 6 : ingrédients de l'aliment distribuer. **Error! Bookmark not defined.**

Figure 7 : Répartition des cailles dans le box..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 8 : Box d'élevage..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 9 : Prise de poids des cailles **Error! Bookmark not defined.**

Figure 10 : Aliment pesé **Error! Bookmark not defined.**

Figure 11 : Evolution du poids moyen des cailles durant l'essai ... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 12 : Evolution du gain moyen quotidien des cailles des lots T et E..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 13 : Ingéré quotidien hebdomadaire des animaux suivies ... **Error! Bookmark not defined.**

Liste des abréviations :

CO2 : Dioxyde de Carbone

HE : Huile essentielle

ITELV : Institut Technique des Elevages

IC : Indice de consommation

GMQ : Gain Moyen Quotidien

S : Semaine

Introduction générale

La caille japonaise (*Coturnix coturnix japonaica*) se distingue par sa précocité, sa prolificité, son rendement alimentaire élevé et la valeur nutritionnelle de sa viande (Tunsaringkam et *al.*, 2013 ; Al-Shammari et *al.*, 2021). Les cailles manifestent une précocité pour la production de viande, peuvent être sacrifiées à l'âge de six semaines avec un haut rendement des œufs, ils peuvent obtenir 200-300 œufs (Hutu, 2020).

Les cailles se caractérisent par une relative simplicité d'élevage, un besoin de peu d'espace et des moyens financiers minimes ainsi qu'une croissance continue et rapide, mais cet élevage présente une activité marginale au regard des possibilités qu'il offre (Mondry, 2016). Cependant, la production de la caille en Algérie, cet élevage rencontre une amélioration ces dernières années, notamment à Tizi-Ouzou (DSA, 2016), aussi la consommation de la viande de la caille qui a intégré les plats algériens (Abbes et *al.*, 2012). Toutefois, le système d'élevage moderne s'intensifie pour répondre à la demande, expose les cailles à plusieurs défis zootechniques et sanitaires (Gadde et *al.*, 2017). D'autre part, l'exposition des cailles à des maladies est faible par rapport aux autres espèces avicoles, mais rien n'empêche que les maladies intestinales (coccidiose ; entérite) peuvent être présentes chez la caille, ce qui nécessite effectivement de les traiter par des antibiotiques ainsi que par des antiparasitaires (Mondry, 2016).

L'utilisation excessive d'antibiotiques dans l'industrie avicole peut conduire à l'émergence de bactéries résistantes aux médicaments, provoquant ainsi des risques sur la santé animale et humaine (Adjim, 2023). Les huiles essentielles sont utilisées comme des alternatives aux antibiotiques dans l'alimentation des volailles vu leurs propriétés antimicrobiennes naturelles (Adjim, 2023). Dans le domaine de production animale, notamment le poulet de chair, les huiles essentielles sont principalement utilisées pour améliorer les performances zootechniques (Alleman, 2013) en améliorant la digestibilité des nutriments, renforcer l'immunité et optimiser les performances de croissance des volailles (Brut, 2004 ; Hashemi et Davoodi, 2011).

Ce travail a pour objectif d'évaluer l'efficacité des huiles essentielles du lentisque pistachier sur les performances zootechniques dans un élevage de caille chair.

Chapitre 1 :

Elevage de la caille

1 .Origine et domestication :

Les cailles sont les petits animaux de l'ordre des galliformes et de la famille phasianidés (Anonyme, 2010). Seule la caille japonaise (*Coturnix japonica*) est domestiquée et élevée à travers le monde (Anonyme, 2010). Est un oiseau trapu ; de petite taille ; aux pattes courtes et plumage variés (Mondry ;2016). La caille est élevée pour les œufs (Destinés à la consommation, à l'ornement et comme remède) et pour sa chair de plus en plus recherchée par les populations africaines à revenus élevés (Mondry ;2016). Elle est caractérisée par une croissance rapide, une maturité sexuelle précoce, un court intervalle de génération, et une forte ponte (Mills et al. ,1997).

L'histoire de la domestication de la caille japonaise est partagée entre la Chine et le Japon. Cette espèce a été introduite au Japon au cours du 11^{ème} siècle (Howers, 1964). Après la guerre, l'industrie de la caille japonaise a été reconstruite à partir de quelques oiseaux domestiques restants, éventuellement avec l'ajout de lignées domestiques en provenance de la Corée, de la Chine et du Taiwan, en plus des cailles sauvages capturées. Toutes les lignées cailles japonaises domestiquées actuellement aux Etats-Unis et en Europe semblent avoir été dérivées de cette population d'après-guerre (Mills et al,1997; Huss et al,2008).

La caille a gagné une importance économique comme une espèce produisant de la viande et des œufs qui sont appréciés pour leur saveur unique et leur valeur nutritive et considérées comme animal modèle du laboratoire (Huss et al,2008).

2. Classification de la caille :

La caille appartient à l'ordre des Galliformes et à la famille des Phasianidae, qui est de loin la plus grande famille et la plus variée des Gallinacés. Elle est tellement diversifiée qu'il est difficile de la subdiviser en groupes naturels ; mais trois sous-familles sont reconnues : la *Perdicinae* (caille de l'Ancien Monde), la *Phasianinae* (les vrais faisans et paons) et l'*Odontophorinae* (caille du Nouveau Monde) (tableau1) (Shanaway, 1994), et la troisième sous-famille selon la majorité des schémas taxonomiques est : l'*Odontophorinae* (caille du Nouveau Monde). D'autres schémas les classifient au sein de la sous-famille des *Phasianinae* (Gutierrez, 1993).

Tableau 1:Classification taxonomique des cailles dans le règne animal (Shanaway, 1994)

Règne	Animal
Embranchement	Chordata
Sous-embranchement	Vertébrés
Classe	Aves
Ordre	Gallifomes
Sous-ordre	Galli
Famille	Phasianidés
Sous-famille	Phasianinae (Faisans et paons) Perdicinae (cailles de l'Ancien Monde) Odontophorinae (cailles du Nouveau Monde)
Genre	Quelques exemples des genres des deux dernières sous famille (Perdicinae et Odontophorinae) : Coturnix ; Colinus ; Callipepla ; Oreortyx ;...

2-1 Principales espèces de la caille :

Selon le décrit Menasse en 1986, le genre *Coturnix* comprend plusieurs espèces, qui peuvent être classées en trois principaux groupes en fonction de leur provenance.

1.2.1 Caille commune :

La caille des blés, « également connus sous le nom de caille commune (*Coturnix coturnix*), est la forme sauvage de cette espèce. Elle est protégée et largement répandue en Europe, dans vastes régions d'Asie de Nord et en Afrique du Nord. Lorsque les températures froides approchent, cette caille migre vers l'Afrique centrale, l'Afrique méridionale et l'Asie méridionale (Mondry, 2016). Elle est difficile à domestiquer en raison de ses habitudes migratoires. Elle produit en moyenne de 8 à 18 œufs par saison de ponte (ITELV, 2003).

1.2.2 Caille de Chine :

La Caille de Chine, également connue sous le nom de caille naine de Chine (*Excalfortia chinensis*), est une espèce de galliforme de petite taille répandue en Chine du sud-est, en Inde et dans d'autres régions d'Asie orientale (Earlgkrit et al, 2001). Elle est particulièrement prisée pour sa facilité d'élevage, car elle a un comportement social harmonieux avec ses congénères et ne perturbe pas les autres espèces aviaires. Mesurant seulement entre 12 et 14 centimètres et pesant environ 40 grammes, elle est principalement élevée à fins décoratives. Les mâles de la

caille de Chine arborent un motif distinctif en noir et blanc sur la gorge, tandis que les femelles présentent un plumage strié de couleur brun et blé (Mondry,2016).

1.2.3 Caille japonaise :

La caille japonaise (*Coturnix japonica*) a été domestiquée il y a plus de sept siècles au Japon et est aujourd'hui l'espèce prédominante élevée pour sa production d'œufs et de viande. Son plumage est caractérisé par des taches grises et brunâtres. Les femelles, légèrement plus grandes que les mâles, présentent une gorge claire tachetée de noir, tandis que les mâles ont une gorge plus foncée, de couleur brun caramel. La caille du Japon peut produire jusqu'à 300 œufs par an et peut atteindre un poids de plus de 300 grammes, bien que la plupart d'entre elles pèsent environ 180 grammes à l'âge de 50 jours. Diverses variétés de couleurs ont également été obtenues, notamment l'albinos, le blanc, l'isabelle, l'agenté, le brun et le panaché (Anonyme, 2010).

Les nouvelles souches de *Coturnix coturnix japonica Jumbo* se distinguent par leurs performances zootechniques considérablement améliorées (Earlgkrit et al, 2001) Présente depuis l'Antiquité dans divers pays, dont la France, l'Italie, l'Espagne, le Japon, Taiwan, les Philippines et l'Afrique, cette espèce fréquente les plaines et les clairières. Elle est renommée pour la qualité de sa chair et la saveur de ses œufs, ainsi que pour sa ponte précoce et abondante (ITELV, 2003). Elle atteint la maturité sexuelle dès l'âge de 42 jours, caractérisée par une forte prolificité, une croissance rapide, et une grande résistance aux conditions environnementales (ITELV, 2003).

3. Elevage de la caille au niveau mondial et en Algérie :

La Chine occupe une position de premier plan en tant que plus grand producteur mondial de la viande de caille, avec un effectif d'environ 80 millions d'oiseaux spécifiquement élevés à cette fin, générant une production annuelle estimée entre 146 000 et 190 000 tonnes. Ensuite, l'Espagne vient en deuxième position avec une production de 3 900 tonnes. En 2006, la France a produit environ 75 millions de cailles, avec une répartition de cette production sur diverses régions du pays, dont environ un tiers provient de la région des pays de la Loire. L'Italie, pour

sa part, affiche une production annuelle de 3 300 à 3 600 tonnes. Le Brésil, leader mondial de la production de viande de poulet, a également produit 1 200 tonnes de cailles en 2007, avec une

croissance annuelle estimée à 10%. Enfin l’Egypte fait l’abattage de 6 millions de cailles chaque année (*Rogério, 2009*).

En Algérie, la coturniculture, c'est-à-dire l'élevage de cailles, constitue une activité relativement récente. Au cours des dernières années, cette pratique s'est développée, principalement dans certaines régions du pays, notamment à Oran et en Kabylie. Cette expansion est en partie attribuable à une demande croissante de ce type de viande, notamment de la part de la clientèle fréquentant les grands hôtels et restaurants (*Djallali et al, 2003*).

A Oran, la chair de caille est désormais intégrée aux plats par les Oranais, qui sont habitués à la consommation de cette variété de viande est particulièrement répandue pendant la saison estivale (*Abbes et al, 2012*).

A Tizi-Ouzou, la production de la caille est connue un développement assez important ces dernières années. En effet, elle est passée de 112 250 sujets en 2011 à 466 300 sujets à la fin de l'année 2015 (DSA, 2016).

4. Types et les conditions d'élevage :

4.1 Types d'élevage :

4.1.1 Au sol :

Les cailles peuvent être élevées au sol dans un logement amélioré, d'une hauteur minimale de 2 mètres, pourvu d'une ventilation adéquate et équipé d'une porte large et solide, facilitant ainsi le nettoyage tout en évitant les évasions. Ce logement peut être construit en banco ou en ciment et recouvert de paille et de tôle, en fonction des moyens et des matériaux disponibles pour l'éleveur. Il est possible de d'élever les cailles avec ou sans litière, en utilisant entre 5 et 10 centimètres de copeaux de bois, de tourbe ou de sciure (Mondry, 2016).

Un logement de dimensions de 2 mètres sur 1 mètre sur 2 mètres peut accueillir 160 sujets pendant la phase de démarrage jusqu'à 4 semaines, ou 80 sujets adultes (de préférence en divisant le bâtiment en deux). Dans le but d'avoir un élevage conforme à l'espèce, il est préférable de deviser l'effectif de démarrage en moitié (Mondry, 2016).

4.1.2 En cage :

Les éleveurs de cailles exotiques et ornementales, utilisent souvent des systèmes volière, assurant ainsi non seulement les fonctions biologiques des oiseaux, mais aussi leur bien-être. Le rythme quotidien est stimulé par la lumière naturelle qui sera soutenue par l'éclairage artificiel. De plus, on observe une diminution de l'agressivité, qui devient rare chez les cailles japonaises élevée dans ces volières (Shanaway, 1994 ; Schmid et Wechsler, 1997). L'élevage en cages est une méthode fréquemment adoptée en milieu urbain ou périurbain en raison de son faible encombrement. Bien que les cages à plusieurs étages soient courantes, elles peuvent compromettre la circulation d'air adéquate et entraîner du stress chez les oiseaux (Schmid et Wechsler, 1997).

Il est donc préconisé de laisser de l'espace entre les cages et de ne pas dépasser trois étages. Les cages doivent être bien ventilées et installées dans des bâtiments pour protéger les cailles des intempéries. Elles peuvent être fabriquées en bois et grillage, ou uniquement en grillage, bien que l'usage de bois nécessite des précautions pour éviter l'accumulation de déjections. Le fond de la cage peut être constitué de bois recouvert de copeaux de bois de 5 cm ou grillage avec des mailles carrées de 1,5 cm (Schmid et Wechsler, 1997).

Les dimensions des cages varient, offrant ainsi de l'espace pour les déplacements des cailles. Les mangeoires et abreuvoirs peuvent être placés à l'intérieur ou à l'extérieur de la cage, pour des raisons de propreté et d'optimisation de l'espace. Introduire un bain de sable dans la cage améliorer la cohabitation entre les cailles, prévient les parasites externes et favoriser la digestion. En outre, si les cages ne possèdent pas de grillage au sol, l'ajout de nichoirs facilite la collecte des œufs (Schmid et Wechsler, 1997).

4.2 Conditions d'ambiance :

4.2.1 Température :

La température est particulièrement importante pour les poussins de caille d'un jour, parce qu'ils sont extrêmement sensibles aux courants d'air. Une couveuse commerciale ou toute autre source de chaleur peut être utilisée avec succès et devraient être utilisées avec succès et devraient être placés 30-46 cm au-dessus du plancher de l'enclos. La zone de neutralité thermique pour les poussins de caille est entre 35 et 37°C à 1 jour d'âge, suivie d'une réduction

à 33°C à une semaine et à 31°C à deux semaines d'âge, respectivement. La température doit être maintenue à environ 35°C pendant les trois premiers jours puis diminuée progressivement de 0,5°C tous les jours jusqu'à une température de 21-23°C aux environs de la quatrième semaine d'âge quand les poussins sont pleinement emplumés (Shanaway, 1994). Lorsque les cailleteaux commencent à se nourrir, leur température corporelle augmente. Le comportement des poussins est le meilleur indicateur pour ajuster la température. S'ils se regroupent près de la source de chaleur et semblent avoir froid, cela signifie que la température est trop basse. Lorsqu'ils se situent juste en dehors de la zone la plus chaude, la température est optimale. Ne pas fournir suffisamment de chaleur au cours des premiers jours de la période d'incubation entraîne invariablement une augmentation de la mortalité. Il est impératif de protéger les poussins contre les courants d'air froid, en particulier la nuit (Shanaway, 1994 ; Randall et bolla, 2008).

4.2.2 Humidité :

L'humidité est importante pour le bien-être des poussins de caille. En fait, elle affecte le rythme de développement des plumes, ainsi que l'incidence des maladies respiratoires. Un faible taux d'humidité est souvent associé à une croissance défectueuse de plumes et une mauvaise couverture par le plumage. Aussi, l'humidité élevée affecte les capacités respiratoires, en particulier lorsqu'elle est associée à une température élevée (Shanaway, 1994).

4.2.3 Ventilation :

Les cailles présentent une demande notable en oxygène relativement à leur taille, nécessitant un apport régulier et substantiel d'air frais. L'élevage intensif de ces animaux génère des émissions de gaz, lesquelles en s'accumulant nuisent à la production. Ainsi, le renouvellement continu de l'air s'avère essentiel pour éliminer ces émissions, impliquant l'utilisation de la méthode de ventilation la plus répandue, à savoir la ventilation dynamique (Lucotte G, 1975).

4.2.4 Eclairage :

Les cailleteaux doivent être exposés à la lumière pendant 24h pour les deux premières semaines (Shanaway, 1994), après quoi le programme lumineux dépend de la finalité de production. Si les oiseaux sont destinés à la production de viande, ils peuvent avoir 23 heures de lumière et une heure d'obscurité, ou un éclairage intermittent (éclairage interrompu). Un programme qui alterne trois heures d'obscurité et une heure de lumière répété six fois pourrait

aider à réduire la prise alimentaire et à améliorer l'efficacité alimentaire, en plus de l'économie évidente de l'électricité (Shanaway, 1994).

Selon le centre Songhaï(2011), dans un premier temps, la lumière stimule la croissance car elle incite les cailleteaux à manger.

- Programme d'éclairage :

Pour la 1^{ère} semaine : 24 heures

2^{ème} et 3^{ème} semaine : à partir du coucher du soleil jusqu'à 22 heures

Dans un deuxième temps, la lumière stimule l'ovulation.

- Programme d'éclairage : 12 heures de lumière naturelle et 4 heures de lumière artificielle.

Chapitre 2 :

Principes de l'utilisation des huiles essentielles

1.Définition de l'huile essentielle :

Selon la pharmacopée Européenne(2011), une HE est un produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est généralement séparée de la phase aqueuse par un procédé physique qui ne modifie pas de manière significative sa composition. En pratique, les huiles essentielles peuvent être extraites de la plante entière ou de certaines de ses parties telles les fleurs, bourgeons, grains, feuilles, bois, écorce, fruits, racines, tiges et brindilles (Bernes, Roura et *al*, 2010).

Aujourd'hui on peut obtenir plus de 3000 sortes d'HE, dont 300 sont commercialisées à des fins très diverses (en pharmacie, parfumerie, cosmétique), comme produits phytosanitaires, comme sources d'arômes (pour masquer l'odeur des produits ménagers ou comme arôme alimentaire) et en dernier en alimentation humaine et animale (Bernes, Roura et *al*, 2010). Les propriétés antibactériennes de certaines huiles essentielles peuvent expliquer leur utilisation.

Dans le domaine des productions animales, les HE sont principalement utilisées pour améliorer les performances zootechniques (vitesse de croissance, Indice de Consommation (IC), niveau de l'ingéré, digestibilité des aliments, statut sanitaire des animaux),(Bernes, Roura et *al*, 2010).

2. Composition chimique des huiles essentielles :

Une HE est un mélange complexe d'un grand nombre de composés liposolubles différents (Dorman, Deans et *al*, 2000). Différents types de classification existent. On peut considérer qu'elles sont composées de terpénoides, eux-mêmes classés selon leur nombre d'unités isoprène (Loomis, Croteau et *al*, 1980). Donc, on peut distinguer les mono terpènes qui représentent la très grande majorité de ces molécules, les diterpènes, les triterpènes, les sesterpènes. La structure de ces molécules peut être de type linéaire ou cyclique, et comporter des fonctions chimiques très différentes (éthanolique, aldéhydique, cétonique....). De plus, parmi ces nombreux composants, tous ne sont pas encore identifiés.

Une caractéristique remarquable des HE est la grande variabilité de leur teneur en principes actifs. La composition des HE de la plante est influencée par les conditions agronomiques comme la nature du sol, l'origine géographique, le climat, l'altitude. Ainsi, pour une espèce donnée plusieurs chémotypes peuvent être distingués chimiquement.

Les compositions diffèrent aussi en fonction de l'état physiologique de la plante, tel que son âge et sa maturité (stade et période de récolte), ainsi que l'organe de la plante utilisé (feuille, fleur, racine...) pour extraire l'HE.

A cette variabilité propre à la plante, s'ajoute une variabilité liée aux traitements de la plante après sa récolte (séchage, méthode d'extraction). La nature des solvants et les conditions d'extraction (concentration et composition des solvants d'extraction, temps de contact, température...) sélectionnent des composés variables et peuvent conduire à des produits de niveau d'activité et de propriétés différents.

La composition de ces HE peut ensuite varier selon les conditions de conservation du fait de la volatilité relative à certains composants dont la concentration peut diminuer avec le temps. Lors de la fabrication des aliments, des interactions avec des constituants des pré-mélanges ou de l'aliment, ou l'application de procédés technologiques (chauffage, agglomération...) peuvent conduire à la réduction (voire la disparition) de certains composants ou à leur modification structurale. Pour protéger ces molécules, des procédés d'encapsulation peuvent être effectués. Pour chaque HE, les concentrations de plusieurs molécules sont interdépendantes. En effet, lorsqu'un composé est présent en grande quantité, la concentration d'un autre composé chimique diminue, et inversement. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que ces composés possèdent une voie métabolique semblable et qu'en fonction de différents facteurs liés à la variété, au pédoclimat et au stade de récolte de la plante considérée, certains composés se substituent à d'autres (voie métabolique). (Alleman et *al*, 2013).

3. Extractions des huiles essentielles :

Parmi les nombreuses techniques d'extraction des huiles essentielles, la distillation est la méthode la plus ancienne et également la plus utilisée. D'autres techniques plus récentes ont été développées dans le but d'améliorer le rendement ou la qualité des huiles essentielles extraites, diminuer le temps d'extraction, réduire la quantité du solvant utilisé et accélérer la cinétique d'extraction (Besombes et *al*, 2008).

3.1. Distillation :

La technique d'extraction des huiles essentielles utilisant l'entraînement des substances aromatiques grâce à la vapeur d'eau. Il existe précisément trois différents procédés utilisant ce principe : l'hydrodistillation, l'hydrodiffusion et l'entraînement à la vapeur d'eau. (Mann J et al, 1987).

3.1.1. Hydrodistillation :

C'est la méthode la plus simple et la plus ancienne utilisée. Le matériel végétal est immergé directement dans un alambic rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à ébullition (Figure 1). Ensuite, la matière première et l'eau sont séparées : soit l'eau est placée au fond de la cuve avant soit la vapeur d'eau est générée dans une chaudière à l'extérieur de l'alambic, technique dite vapo-distillation. Dans ces divers cas, la vapeur d'eau chargée d'huile essentielle est dirigée vers un condenseur formé généralement d'un serpent, à tubes parallèles, dans lequel circule de l'eau froide. Une fois condensées, l'eau et l'huile essentielles sont acheminées vers un essencier ou vase florentin. Dans ce dernier, les deux liquides, non miscibles : l'eau aromatisée et l'huile essentielle. La séparation se fait ensuite par une simple décantation (Besombes et al, 2008).

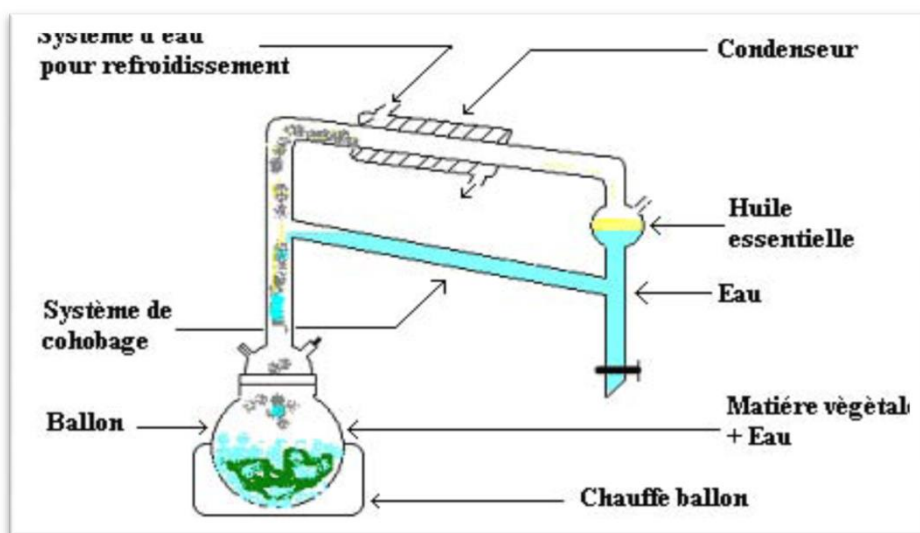


Figure 1: Appareillage utilisé pendant l'hydrodistillation d'huile essentielle

3.1.2. Distillation par entrainement à la vapeur :

Dans ce type de distillation, le matériel végétal ne macère pas directement dans l'eau. Il est placé sur une grille perforée au travers de laquelle passe la vapeur d'eau, cette dernière endommage la structure des cellules végétales et libère ainsi les molécules volatiles qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant. Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en minimisant les altérations hydrolytiques : le matériel végétal ne baignant pas directement dans l'eau bouillante. (Franchomme, Jollois, Penoel et al, 2001).

3.1.3. Hydrodiffusion :

Cette technique relativement récente est particulière. Elle consiste à faire passer, du haut vers le bas et à pression réduite, la vapeur d'eau au travers de la matrice végétale. L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils. (Abadlia, Chebbour ; 2014)

3.2. Extraction par micro-ondes :

Au début des années 1990 est apparue une toute nouvelle technique appelée hydrodistillation par micro-ondes sous vide. Dans ce procédé, la matrice végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre de la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques de condensation, refroidissement et décantation (Zenasni ; 2014).

3.3. Extraction par CO₂ supercritique :

L'originalité de cette technique repose sur le solvant utilisé : il s'agit de CO₂ en phase supercritique. L'extraction consiste à comprimer le dioxyde de carbone à des pressions et à des températures au-delà de son point critique ($P=72.8$ bars et $T=31.1^{\circ}\text{C}$). A l'état supercritique, le CO₂ n'est ni liquide, ni gazeux, et cela lui confère un excellent pouvoir d'extraction, modulable à volonté en jouant sur la température de mise en œuvre. Les fluides supercritiques comme le CO₂ sont de bons solvants à l'état supercritique, et de mauvais solvants à l'état supercritique, et de mauvais solvants à l'état gazeux (Boures, 2018).

Les avantages de cette technique sont les suivants :

- Le CO₂ est totalement inerte chimiquement, il est naturel, non toxique et peu coûteux.

- En fin de cycle, la séparation entre le solvant d'extraction et le soluté pour obtenir l'extract est facile (simple détente qui ramène le CO₂ à l'état gazeux), avec une récupération quasi totale et peu coûteuse.
- L'extraction des huiles essentielles par le CO₂ supercritique fournit des huiles de très bonne qualité et en temps d'extraction relativement court par rapport aux méthodes classiques pourtant l'installation de ce procédé reste onéreuse, et l'appareillage est encore envahissant (Bouras, 2018).

4. Utilisation générale des huiles essentielles (les domaines d'utilisation) :

Le champ d'application des huiles essentielles est très vaste, mais quatre principaux secteurs de leur utilisation à une échelle industrielle peuvent être retenus : le domaine de l'industrie agro-alimentaire ; le domaine de la parfumerie et du cosmétique ; l'industrie pharmaceutique et l'industrie chimique. (Bily, 2023)

4.1. Domaine de l'industrie agro-alimentaire :

Les huiles essentielles sont utilisées comme conservateurs de denrées alimentaires et comme aromates. C'est le cas pour les huiles essentielles de girofle, de vanille, de menthe, de gingembre, de citronnelle et de citrus utilisées dans les confiseries, les thés, les sirops, les bissons, les biscuits et dans les produits laitiers (Bily, 2023)

4.2. Domaine de l'industrie parfumerie et du cosmétique :

Les secteurs de la parfumerie et du cosmétique constituent les plus gros consommateurs d'huiles essentielles. Elles entrent dans la fabrication de parfums, shampooings, gel-douches, crèmes, laits, déodorants corporels et dans d'autres produits d'entretien (savons, détergents, lessives, assouplissants de textile).

4.3. Domaine de l'industrie pharmaceutique :

L'industrie pharmaceutique utilise les huiles essentielles dans le domaine de l'antiseptique externe. Elle tire aussi profit des propriétés bactériostatiques, bactéricides, antifongique, protectrices, etc..., des essences naturelles. L'agence Européenne du Médicaments a référencé de nombreuses huiles essentielles dans la prise en charge de diverses pathologies notamment, les huiles essentielles d'Anis vert, Arbre de thé, Bergamote, Cannelle de Ceylan, Carvi, Eucalyptus globuleux, et. On note par exemple, l'utilisation de l'huile essentielle de l'arbre à thé pour le soin des plaies superficielles, des piqûres d'insectes, des démangeaisons et des inflammations de la muqueuse buccale. L'huile essentielle de *Mentha peperia* est utilisée pour

le traitement de symptômes des troubles digestifs (spasmes, flatulences, douleurs abdominales, colopathie fonctionnelle) et aussi pour le traitement céphalée. (Bily, 2023)

4.4. Domaine de l'industrie chimique :

L'industrie chimique utilise les huiles essentielles, comme matières premières pour la synthèse des principes actifs médicamenteux, de vitamines, arômes, etc. Les huiles essentielles entrent également dans beaucoup de formulations de biopesticides grâce à leur large spectre d'action sur les insectes et les agents pathogènes. L'huile essentielle de clou de girofle est par exemple utilisée pour lutter contre le champignon *Glomerella cingulata* responsable de la pourriture de raisin mur. On peut également citer l'huile essentielle d'orange qui est autorisée en France comme insecticides et acaride (Bily, 2023).

Par ailleurs, les huiles essentielles, comme d'autres extraits végétaux à connotation naturelle connaissent un développement considérable, depuis l'interdiction des « Antibiotiques Facteurs de Croissance » en 2006. L'alimentation animale, notamment en aviculture, n'échappe pas à cette tendance (Alleman, 2013).

5. Les principales huiles essentielles utilisées en alimentation des volailles :

En aviculture, la majorité des études sur les huiles essentielles se concentrent sur le poulet de chair, dans une moindre mesure sur la poule pondeuse, bien qu'il existe aussi quelques études sur la caille et la dinde.

De nombreuses publications décrivent les effets des mélanges d'huiles essentielles, la nature, la composition et les doses ne sont pas renseignées. Ce qui rend difficile, voire impossible, d'établissement d'un lien entre les performances observées et la teneur de chaque composant du mélange, les phénomènes de synergie ou antagonisme entre les composés des huiles essentielles sont encore peu documentés à ce jour.

Les huiles essentielles de thym, d'origan et de romarin sont les principales HE dont les effets zootechniques sont les mieux et les plus rapportés. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que leur commercialisation est soumise à l'obligation au dépôt d'un dossier d'autorisation que l'industriel doit financièrement amortir. Ainsi, placer sur le marché un produit en deçà de son prix d'intérêt, mais permettant aux fabricants de s'assurer un retour sur investissement dans un

délai raisonnable, impose de disposer d'une matière première à bas prix et en quantité disponible suffisante. Cependant, le thym, l'origan et le romarin sont trois des quatre plantes majeures entrant dans la fabrication des mélanges commercialisés sous le nom «d'herbes de

Provence ». Cette production importante propre à la consommation humaine permet aux ce qui fabriquer l'huile essentielle d'accéder à une matièrepremière abondante. De même, ces plantes sont très riches en HE et présentent des rendements d'extraction élevés (de l'ordre d 1%, contre moins de 0,5% pour d'autres plantes aromatiques). De sorte qu'un additif ajouté à moins de 200 ppm dans l'aliment et contenant 10% d'HE d'après les calculs, permettrait de proposer une matière active a un cout moins de 5 euros par tonne d'aliments traités, ce qui est la limite acceptable en industrie des aliments du bétail pour ce genre de produits(Alleman, 2013).

Chapitre3 :

Incorporation des huiles essentielles en aviaire.

1. Introduction :

L'apparition de bactéries résistantes aux antibiotiques a rendu indispensable le recours à d'autres produits, ainsi que, les prébiotiques, les probiotiques, les acides organiques botaniques et les huiles essentielles à base de plantes. Les huiles essentielles sont les composants aromatique importants des herbes et des épices, et sont utilisées comme alternatives naturelles pour remplacer les promoteurs de croissance antibiotiques(AGP) dans l'alimentation des volailles en raison de ces propriétés tels que, antimicrobiennes, antifongiques, antiparasitaires et antivirales.Par ailleurs, d'autres effets bénéfiques des HE comprennent la stimulation de l'appétit, l'améliorationde la sécrétion d'enzymes liées à la digestion des aliments et l'activation de la réponse immunitaire. Dernièrement, l'utilisation des HE chez les poulets de chair a attiré l'attention. Les HE en combinaison avec d'autres huiles végétales ou en mélange avec huile support sont généralement utilisée pour l'amélioration des performances productives des oiseaux(*Krishan, Narang et al ; 2014*).

2. Différents effets des huiles essentielles :

Les huiles essentielles présentent une grande variabilité d'effets biologiques rapportes. Ceci expliquer par la grande disparité des conditions dans lesquelles étudiés ces mélanges : souches et stades physiologiques des animaux, conditions d'élevage plus en moins favorables, doses (*Elhusseiney et al ; 1980*).

Parexemple, Les effets de l'huile essentielle de thym sur les performances de croissance de poulet montrent, une augmentation de la consommation alimentaire et une dégradation de l'indice de croissance (Bolukbasi et al ; 2006, Cross et al ; 2007), par contre (AL Kassie et al ; 2009, Tekeli et al ; 2006) ont noté une amélioration des niveaux des indices de croissance et consommation malgré une baisse du niveau de consommation. Utilisation de HE de thym a 0,7% dans l'aliment entre des augmentations significatives du poids de carcasse ont été rapportés chez le poulet, mais cette augmentation n'est plus significative à doses faibles de 0,1 et 0,3% (*Fotea et al ; 2009*).La perception de la qualité sensorielle de la viande peut être aussi modifiée par l'emploi d'HE. Ainsi, l'HE de thym à des doses de 0,1 à 0,7% dans l'aliment ce modifié la couleur et l'odeur de la viande des filets et des cuisses de poulet, la tendreté de la viande s'améliore au seuil de 0,3%, et la flaveur à partir de 0,7% (*Fotea et al ; 2009*).Un intérêt

de l'HE de thym pour les cailles de chair japonaises, en terme de baisse de l'IC, consécutive à une diminution de l'ingéré alimentaire (Denli et al, 2004).

Il y a aussi, les effets de l'HE de l'origan sur le poulet de chair, une amélioration significative de l'IC de 0,04 points liée à une baisse de la consommation alimentaire sans incidence sur la croissance observée par (Halle et al ; 2004), l'effet sur l'IC peut s'inverser à très forte dose (Tekeli et al ; 2006, Basmacioglu et al ; 2010).

2.1. Les effets sur la santé de l'animal :

2.1.1. Antimicrobiennes :

Des divers composés chimiques présents dans les huiles essentielles sont des propriétés antimicrobiennes ne sont pas le résultat d'un mode d'action spécifique, mais un effet cumulatif sur de nombreuses cibles différentes dans diverses parties de la cellule (Brut, 2004). Leur efficacité pourrait dépendre de PH, de la structure chimique, de la concentration ou de composé bioactif individuel, comme la population et des types de micro-organismes affectés. Les mécanismes antimicrobiens comprennent plusieurs activités, ainsi que, la rupture de la membrane par les terpénoides et les composants phénoliques, la chélation des métaux par les phénols et les flavonoides, et l'effet sur le matériel génétique par la coumarine et les alcaloïdes qui sont censés inhiber la croissance des micro-organismes (Cowan, 1999). Les huiles essentielles sont légèrement plus efficaces contre les agents pathogènes alimentaires à Gram positif que contre les agents pathogènes alimentaires à Gram négatif (Brut, 2004) parce que elles possèdent une membrane externe entourant la paroi cellulaire qui limite l'intrusion de composés hydrophobes à travers ses structures lipopolysaccharides (Vaara, 1992). Beaucoup de huiles essentielles stimulent la croissance de microbes bénéfiques et limitent le nombre de bactéries pathogènes chez la volaille (Weenk, 2000). Une efficacité claire de faibles doses d'huiles essentielles et de butyrate de sodium dans le contrôle de salmonella chez les poules de chair. Il a été prouvé que le mélange de thymol et de cinnamaldéhyde possède des propriétés antibactériennes sélectives inhibant la croissance des levures et des champignons (Bento et al, 2013).

2.1.2. Antiparasitaires :

Des propriétés antiparasitaires présentées par plusieurs plantes et leurs huiles essentielles. Ainsi que, huiles essentielles et les graines d'ail (*Allium sativum*), d'oignon (*Allium*

cepa) et de menthe (*Mentha spp*) se révèlent efficaces contre le parasitisme gastro-intestinal. Les oiseaux une fois infectés par des coccidies se développent plus lentement que ceux non infectés par des coccidies se développent plus lentement que ceux non infectés, même après avoir ingéré des aliments similaires.(Krishan et Narang et al,2014).Le carvacol et le thymol, principaux composants de l'huile d'origan, ont une action anticoccidienne contre *E.tenella* (Giannenas et al, 2003).Dans d'autres études in vivo et in vitro, il a été rapporté que les phénols, en particulier, peut être utilisé comme oocysticide contre *E.tenella* (Williams,1997).

2.1.3. Antioxydante :

Les mécanismes antioxydants des huiles essentielles reposent à la fois sur la capacité à donner un hydrogène ou un électron aux radicaux libres, et sur leur capacité à délocaliser l'électron non apparié au sein de la structure aromatique (Fernandez-Panchon et al, 2008),Ainsi protégeant d'autres molécules biologiques contre l'oxydation. Les composés phénoliques se révèlent être des antioxydants plus puissants que les vitamines E et C et les caroténoïdes (Rice-Evans et al, 1997).Un mélange alimentaire d'huiles essentielles comprenant du carvacrol, du cinnamaldéhyde et de l'oléorésine de capsicum traduit un potentiel antioxydant en améliorant la concentration hépatique de caroténoïdes et de coenzyme Q10 lorsqu'il est administré aux poulets de chair (Karadas et al, 2014).

2.1.4. Anti-inflammatoire :

Les huiles essentielles contiennent des composés phénoliques connus pour posséder de fortes propriétés anti-inflammatoires. Les principales substances des HE possèdent des propriétés anti-inflammatoires, qui sont terpénoides et les flavonoides. Ces substances inhibent le métabolisme des prostaglandines inflammatoires (Craig ; 2001). Des exemples de plantes ayant un potentiel anti-inflammatoire sont la camomille, le souci, la réglisse et l'anis (Serinivasan, 2005).

2.2. L'effet sur l'immunité de l'animal :

L'effet immunomodulateur de plusieurs huiles essentielles, par exemple pour celles de l'ail et de l'origan, a été examiné par différents chercheurs, ont déclaré que l'utilisation d'un produit modifié contenant de l'ail dans l'alimentation des poulets augmentait la production d'anticorps contre *Salmonella enteritidis*, *Pasteurella multocida* et *Leptospira pomona* (Szigeli et al ; 1

Le potentiel immunomodulateur de l'ail pourrait être la conséquence de sa capacité à améliorer la production d'interleukines, de facteur de nécrose tumorale (TNF-) et l'interféron (INF-). Aussi, l'ail peut augmenter la phagocytose des macrophages péritonéaux, le métabolisme sécrétoire des macrophages, la fonction antioxydante et les cellules qui présentent des antigènes, suggère par (Hanieh et al, 2010). L'incorporation de l'ail dans les régimes alimentaires des poulets de chair à 0,1% améliorerait la réponse des anticorps contre le virus de la maladie de Newcastle, augmentait le poids de la rate et de la bourse fabricius et augmentait la réponse basophile cutanée d'hypersensibilité (Rahimi et al, 2011).

Tableau 2 : Principaux pathogènes de la volaille traitable par les huiles essentielles. (Michalina ; Datuna et al ; 2017)

Microorganismes pathogènes	Huiles essentielles
Aspergillus Niger	Eucalyptus ; Origan
Bacillus cereus	Romarin ; Sauge
Bacillus subtilis	Origan ; Romarin ; Sauge ; Thym
Candida albicans (yeast)	Eucalyptus ; Ail ; Origan ; Thym
Eimeria	Origan ; Thym
Entérobactérie cloacae	Eucalyptus ; Ail ; Origan ; Thym
Enterobacter faecalis	Thym
E.coli	Origan ; Menthe poivrée ; Romarin ; Thym
Listeria monocytogenes	Origan ; Menthe poivrée ; Romarin ; Thym
Pseudomonas aeruginosa	Menthe poivrée ; Thym
Salmonella sp.	Eucalyptus ; Ail ; Origan ; Menthe poivrée ; Romarin ; Sauge ; Arbre à thé ; Thym
Staphylococcus aureus	Eucalyptus ; Ail ; Origan ; Menthe poivrée ; romarin ; Sauge ; Arbre à thé ; Thym

2.3. L'effet sur l'absorption intestinale :

Les fonctions intestinales sont affectées favorablement par les huiles essentielles en stimulant les sécrétions digestives, par exemple la bile et le mucus, et en améliorant l'activité enzymatique (Platel ; 2004, Manzanilla et al ; 2004). Chez les poulets de chair, les huiles essentielles améliorent la sécrétion de trypsine, d'amylase et de chyme jéjunal (Jang et al ; 2007) et réduisent l'adhérence des agents pathogènes par exemple (E. coli et Cl. Perfringens) à la paroi intestinale (Jamroz et al ; 2006). L'herbe et ses huiles essentielles jouent un rôle dans la réduction du cholestérol et pour cette raison, donner une protection contre le cancer. L'huile de citronnelle possède un effet hypocholestérolémiant qui dû à l'inhibition de 3-hydroxy-3-

méthylglutaryl-coenzyme A (HMG-CAO), activité réductase qui agit comme une enzyme régulatrice clé dans le processus de synthèse du cholestérol (Elson et *al* ;1989, Cooke et *al* ; 1998, Crowell ; 1999).

3. Utilisation des huiles essentielles dans l'alimentation des volailles :

Le remplacement des antibiotiques promoteurs de croissance par d'autres alternatives sûres et naturelles peut constituer un objectif important pour l'industrie avicole. Des très bons résultats sont obtenus concernant l'utilisation d'huiles essentielles et d'autres produits naturels comme améliorateurs de performance. Les paramètres de performance typiques en élevage avicole sont le poids corporel, la croissance, la consommation alimentaire, l'indice de consommation et de la production d'œufs (*Krishan G, Narang A et al ; 2014*).

Chez les poulets de chair, les huiles essentielles, seules ou en association, peuvent être utilisées comme promoteurs de croissance en production de poulets de chair. De nombreuses études ont démontré les effets positifs des huiles essentielles sur la prise de poids. Une adjonction en huiles essentielles alimentaires stimulerait la croissance des poulets de chair (*Cross et al ;2002 ,Bampidis et al ;2005*). Poulets de chair supplémentés avec un mélange de huiles essentielles de laurier, d'origan, de sauge, d'agrumes et l'anis, ou un mélange d'huiles essentielles , a significativement amélioré la conversion alimentaire (*Cabuk et al, 2006*). Aussi, un essai sur des poulets de chair a examiné des mélanges d'origan, de cannelle, de poivre, de Cayenne, de thym et une association d'acides organiques et des extraits de plantes on comparaison avec l'antibiotique nutritif avilamycine chez les poulets de chair, des oiseaux supplémentés avec des extraits de plantes ont montré une augmentation de prise de poids corporelle et une consommation alimentaire plus importante par rapport aux autres groupes ((*Krishan G,Narang A et al ;2014*) ont également rapporté que la supplémentation en curcuma augmente les niveaux d'antioxydants sériques et le statut immunitaire des oiseaux (*Rezaei-Moghadam et al ,2012 ; Madpouly et al ,2011*). L'ajout de 3% d'ail comme additif alimentaire pourrait améliorer significativement la croissance et les performances des poussins de chair (*Elagib et al , 2013*). L'ajout d'un mélange d'huiles essentielles de basilic, de carvi, de laurier, de citron, d'origan, de sauge, de thé et de thym dans un régime alimentaire répondant aux besoins nutritionnels des poulets de chair améliorerait la prise de poids corporelle avec des effets positifs sur le rapports aliment/gain (*Khattak et al , 2014*).

Ce qui concerne les poules pondeuses, l'ajout de poudre d'ail à l'alimentation entraîne une augmentation de la production d'œufs (Khan et al, 2007, Canogullari et al, 2010) et du poids des œufs (Yalcin et al, 2006). L'amélioration de la production des œufs grâce à l'ajout d'un mélange d'huiles essentielles à 24 mg/kg d'alimentation, l'efficacité alimentaire permet de réduire les œufs cassés/fêlés (Cabuk et al, 2006). Une étude a été menée sur des cailles pondeuses, ont constaté que les mélanges d'huiles essentielles avaient des effets bénéfiques sur la production d'œufs et l'indice de consommation (Cabuk et al, 2014). L'association d'un complexe de huiles essentielles et d'acides organiques dans les régimes alimentaires commerciaux pour poules pondeuses soumises au stress thermique est bénéfique pour le poids des œufs et la fonction immunitaire (Ozek, 2011).

Partie Expérimentale

Objectif :

Dans le but, d'évaluer l'efficacité d'utilisation des huiles essentielles comme alternatives potentielles aux antibiotiques dans l'alimentation des cailles. Face aux restrictions croissantes sur l'utilisation d'antibiotiques pour favoriser la croissance animale, cette recherche vise à évaluer l'impact des huiles essentielles sur la productivité, santé et la qualité des produits finaux, afin de maintenir des niveaux élevés de performance tout en répondant aux exigences de durabilité et de sécurité sanitaire.

1. Matériels et méthodes :

1.1. Matériel:

1.1.1 Conduite et conditions d'élevage :

L'expérience a été menée dans une ancienne maison située au sein de village El Hemri, dans la région de Freha de la wilaya de Tizi ousou, pendant une période de six semaines, du 16 novembre jusqu'au 26 décembre 2024, en utilisant un effectif de 300 cailles (figure2).



Figure 2 :Photo personnelle des cailles de 1J.

- Le local a été adapté spécialement pour l'expérimentation après avoir séparé les lots en fonction des groupes des cailles (figure 3).



Figure 3 :Photo personnelle du bâtiment.

- Le système de chauffage repose sur un radiateur à gaz, dans la température est surveillée et réglée au long de toute la période de l'essai comme suit : la température en premier jour est à 38 degrés, puis diminue progressivement d'une manière que chaque deux jours on baisse un demi degré de la température.
- En fin de l'expérience, la température est arrivée entre 23 et 24 degrés en moyenne (figure 4).



Figure 4 :Photos personnelles de température enregistrée lors de l'élevage.

- L'éclairage est maintenu grâce à l'utilisation des 4 lampes à 150 watts tout au long de la période d'élevage (figure 5).



Figure 5 : Photo personnelle de l'éclairage de bâtiment.

1.1.2 Alimentation :

- Les matières premières composant d'aliment sont : les céréales, issues de céréales, du tourteau de soja, huile végétale, les enzymes, les acides aminés, noyaux oligo, noyaux vitamines (figure 6).



Figure 6 :Photo personnelleingrédients de l'aliment distribué.

- L'alimentation et l'eau de boisson étaient distribuées à volonté toute la période de l'expérience pour toutes les caillies (figure7).



Figure 7 :Photo personnelle de Répartition des cailles dans le box.

1.2 Méthodes :

Un effectif de 300 cailles d'un jour d'âge, de 7 à 8 g de poids, ont été réparties en deux lots (groupe T, groupe E) de 150 cailles pour chaque groupe. Chaque groupe est réparti en 5 box par lot, à raison de 29 à 30 cailles par box, recouverts d'une quantité abondante de litière à base de copeaux de bois. Les groupes de cailles ont été identifiés par box depuis la première semaine jusqu'à la dernière semaine de l'élevage comme suit :groupe témoin (T1,T2,T3,T4,T5), et l'autre groupe de même manière,groupe E (E1,E2,E3,E4, E5).Chaque box est équipé d'un abreuvoir et une mangeoire. Les deux groupes ont reçu un régime alimentaire acheminé du marché, tandis que le groupe (E) incorporé d'un pourcentage de l'huile essentielle de « lentisque pistachier ». Le poids vif et la consommation alimentaire par les animaux ont été enregistrés de manière hebdomadaire, ainsi que les mortalités, durant toute la période de l'essai qui est de 40 jours.



Figure 8 :Photo personnelle de Box d'élevage

2 Paramètres à étudiés :

2.1 Poids vif :

Le poids a été enregistré de manière hebdomadaire tout au long de la période de l'essai, depuis le premier jour jusqu'au jour de l'abattage, pour chaque box et chaque sujet et au même temps.



Figure 9 :Photos personnels prise de poids des cailles

2.2 Ingéré quotidien :

L'ingéré a été enregistré de manière hebdomadaire durant la période d'essai.

$\text{Ingéré quotidien} = \text{quantité distribuée} - \text{quantité refusée}$
--



Figure 10 :Photo personnelAliment pesé

2.3 Mortalités :

Les mortalités ont été enregistrées également de manière hebdomadaire et journalière par box.

2.4 Analyses des données :

Les moyennes et les écarts types de chaque paramètre sont calculés et enregistrés sur un tableau du logiciel Excel. De plus, les données sont présentées sous forme d'histogrammes.

3. Résultats et discussion :

3.1 Résultats :

3.1.1 Poids moyen :

Le tableau 3 ainsi que la figure 11 représentent l'évolution des poids moyens des cailles des 2 lots T et E durant la période de l'essai qui est de six semaines.

Tableau 3 : Poids moyen (g) des cailles pendant la période d'essai

Lot	S1	S2	S3	S4	S5	S6
T	28,3±0,87	61,9±8,21	119±4,31	165,3±7,93	217,1±5,94	263,1±8,49
E	28,7±1,26	74,1±2,65	123,1±3,28	170,8±3,33	220,2±8,24	267,5±15,32

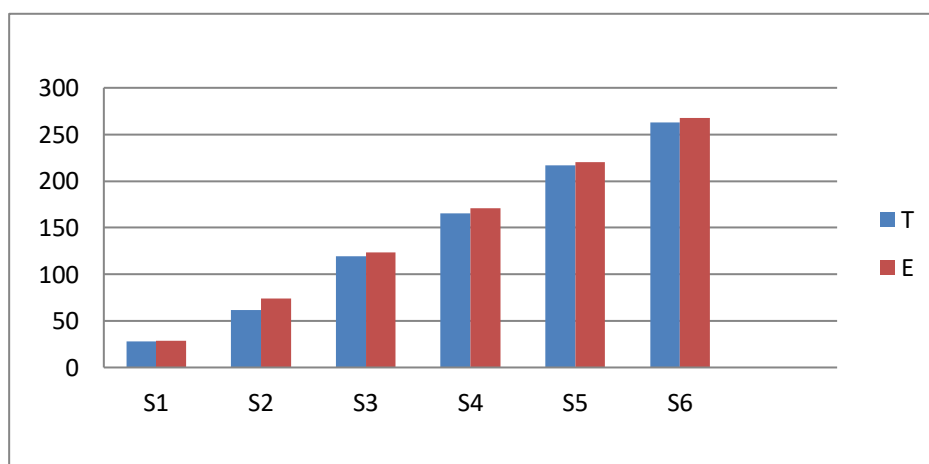


Figure 11 : Evolution du poids moyen des cailles durant l'essai

Les cailles du lot témoin T qui ont reçu une alimentation de base. Les cailles du lot E ont reçu la même alimentation avec un supplément d'une huile essentielle. Les 2 lots ont reçu leur ration alimentaire ad libitum et étaient soumis aux mêmes conditions d'ambiance durant l'expérimentation.

Les résultats montrent une amélioration des poids moyens des cailles des 2 lots pendant les six semaines de l'essai. Cependant, au début de l'élevage, durant les trois temps (S1, S2, S3) les cailles de lot E marquent des valeurs supérieures à celles de lot T : (S1 :0,4g) ;(S2 :12,2g) ;(S3 :4,1g).

Des différences sont peu marquées entre les poids moyens des animaux du lot T et ceux du lot E durant les trois dernières semaines, mais les poids moyens des cailles du lot E sont toujours plus élevés : (S4 :5,5(g) ; S5 :3,7(g) ; S6 :4,45(g).

3.1.2 Gain moyen quotidien :

La figure 12, ainsi le tableau 4 représentent l'évolution du gain moyen quotidien des cailles des 2 lots T et E durant toute la période de l'expérience.

GMQ = La différence de poids d'un animal / une période donnée/ le nombre de jours de cette période

Tableau 4 : Gain moyen quotidien des cailles des lots T et E durant six semaines

Lot	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Total
T	3,04±0,12	4,79±1,13	8,18±0,89	6,62±0,53	7,39±0,88	7,66±0,64	6,23±0,34
E	3,11±0,18	6,47±0,23	7,03±0,61	6,8±0,83	7,05±0,76	7,89±1,57	6,39±0,5

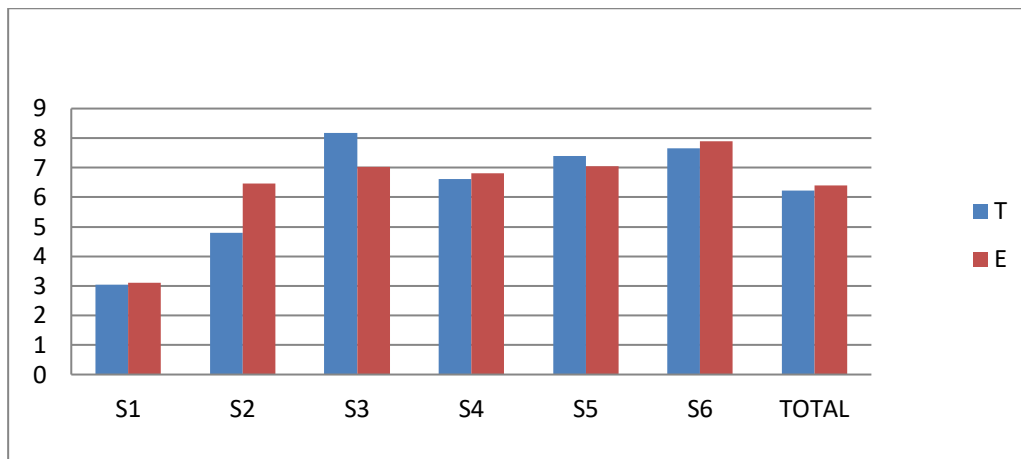


Figure 12 : Evolution du gain moyen quotidien des cailles des lots T et E

Les résultats marquent que les GMQ du lot E est légèrement supérieur à celui de lot T lors de la première semaine (0,10g).

Lors de la deuxième semaine de l'expérience, le GMQ de lot T montre une valeur inférieure à celle de lot E (1,68g).

Dès la troisième semaine de l'essai jusqu'à la cinquième semaine, les GMQ de lot T marquent des valeurs plus élevées que celles du lot E.

Le GMQ enregistré dans le lot E à la dernière semaine de l'essai est supérieur à celui du lot T, pour la même période, la moyenne du gain moyen quotidien durant toute la période de l'élevage indique une valeur du lot E supérieure à celle du lot T.

3.1.3 Ingéré alimentaire :

Le tableau 5 et la figure13 montrent les résultats de l'ingéré quotidien hebdomadaire des cailles des deux lots T et E, dans une période de six semaines.

Tableau 5 : Ingéré quotidien hebdomadaire (g) des cailles suivies

Lot	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Total
T	3,3±0,21	11,5±1,44	17±0,76	23,4±0,67	33,2±1,25	43,4±1,53	21,96±0,51
E	3,3±0,16	12,3±0,71	17,3±0,41	23,7±0,34	33,5±1,27	45±1,35	22,51±0,49

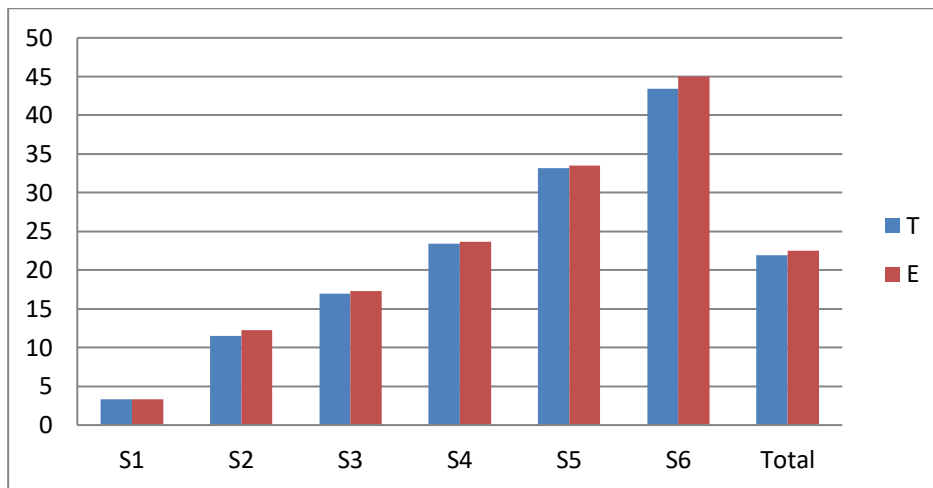


Figure 13 : Ingéré quotidien hebdomadaire des animaux suivies

Les résultats de la comparaison de l'évolution de l'ingéré quotidien révèle une augmentation régulière de l'ingéré pour les deux lots d'animaux. L'ingéré quotidien par sujet est de valeur (43,4g) à la dernière semaine de l'expérience pour le lot T, tandis que le E atteint une valeur de (45g) par sujet à la même période.

La comparaison entre les deux groupes T et E révèle qu'il n'y'a pas une grande différence, avec une valeur moyenne totale entre T et E (0,55g seulement). L'histogramme en figure13 illustre l'évolution de l'ingéré avec une augmentation constante de l'ingéré au fil du temps et les

histogrammes des deux groupes sont parallèles avec un léger décalage à la dernière semaine (S6).

3.1.4 Indice de consommation :

Le tableau 6 suivant représente l'indice de consommation des 2 lots T et E durant toute la période de l'étude.

$$IC = \text{Quantité d'aliment ingéré} / \text{Gain de poids}$$

Tableau 2: Indice de consommation hebdomadaire des cailles pendant la période de l'essai

Lot	3 premières semaines	3 dernières semaines	Global
T	1,87	4,58	3,22
E	1,81	4,61	3,23

Les résultats montrent des indices de consommation des trois premières semaines, des trois dernières semaines et l'indice de consommation total de toute la période d'essai pour les deux lots T et E.

Le lot T présente une valeur légèrement supérieure à celle de lot E lors des premières semaines, mais pendant les dernières semaines le lot E présente un IC plus élevé par rapport au lot T. Cependant, les deux lots montrent un même IC global (3,2).

3.1.5 Les mortalités :

Le tableau 6 mentionne le nombre de mortalités des cailles suivies par semaine et par lot. Les données révèlent le nombre d'individus morts cumulés pour chaque semaine et pour chaque groupe (T, E) avec un nombre de 9 mortalités par lot et pendant toute la période du suivi.

Tableau 6 : Mortalités hebdomadaires enregistrées durant l'expérimentation

Lot	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Total
T	4	0	3	1	1	0	9
E	4	0	3	1	0	1	9

3.1.6 Paramètres obtenus le jour de l'abattage :

Des poids moyens enregistrés le jour d'abattage pour chaque lot existant sont : les poids vifs des animaux abattus, les poids moyens des carcasses, ainsi que les poids moyens des différents organes des sujets abattus (foie, cœur, gésier plein, gésier vide et le pro ventricule). (Tableau 7).

Tableau 7 : Les paramètres d'abattages enregistrés sur les cailles de l'essai (g).

Lot	T	E
Poids vif	185,5±12,1	199,9±16,8
Poids de Carcasse	148,1±9,7	160,3±12,1
Poids du Foie	4,1±0,8	4,6±1,04
Poids du Cœur	1,6±0,2	1,7±0,13
Poids du Gésier	4,1±0,4	4,3±0,57

plein		
Poids du Gésier vide	2,9±0,3	3±0,38
Poids du pro ventricule	0,6±0,08	0,7±0,08

Les paramètres analysés le jour de l'abattage pour le lot E montrent des valeurs supérieures à celles du lot T. Un effet est remarquable du supplément de l'huile essentielle utilisée sur le poids des organes des individus abattus.

3.2 Discussion :

Les Résultats des poids moyens des animaux obtenus dans notre essai sont proches à celles de l'expérimentation de Ben-Larbi et al. (2017), qui ont utilisé l'huile essentielle de lentisque pistachier dans l'eau de boisson pour les poulets fermiers avec des doses différentes pour 2 lots (50 ppm ; 100 ppm) par rapport à un lot témoin sans incorporation. La différence entre les deux lots qui ont reçu un supplément de l'huile essentielle et le lot témoin enregistre une différence significative ($P=0,02<0,05$). L'utilisation de l'huile essentielle de thym à 0,7% par Alleman et al. (2013) ont montré des augmentations des poids de carcasse, comme observé lors de notre expérience ou on a observé une augmentation des poids de carcasses dans notre groupe expérimental par rapport au groupe T sans huile essentielle. De même Cabuk et al, (2014) ont enregistré une valeur significative ($P < 0,05$) pour les cailles pondeuses qui ont reçu un supplément d'une huile essentielle de thym par rapport à des cailles témoins avec une amélioration des qualités des œufs et des viandes. Les données enregistrées par (Basett, 2000), montrent que l'ajout d'un mélange des huiles essentielles améliore le gain de poids mais dépend de la dose utilisée. L'utilisation de l'huile de lentisque comme complément alimentaire dans notre essai a amélioré les performances de croissance. Similairement, Rehmani A et al. (2015) ont montré que l'utilisation de l'huile essentielle de thym entraîne une amélioration significative des paramètres étudiés sur les espèces volailles (gain de poids, indice de consommation) de l'ordre de 23% par rapport au groupe non traité par l'huile essentielle ($P < 0,05$), ainsi qu'une réduction significative de l'excrétion oocystale à raison de 28% ($P < 0,05$), avec une protection significative contre la coccidiose aviaire.

D'après les résultats obtenus par Ben-Larbi et *al.* (2017) concernant le gain moyen quotidien, le meilleur GMQ a été observé dans le lot témoin, en accord avec nos résultats la meilleure valeur de GMQ a été enregistrée dans le groupe (T) lors de la troisième semaine de l'essai (8,18g), on note à la fin de l'expérience qu'il y'a une différence remarquable entre les deux lots Komi Koukoura et *al.* (2021) ont montré sur le poulet de chair du lot de qui a reçu l'huile de neem dans l'alimentation a présenté un GMQ plus élevé que le lot témoin, à l'opposé, Ben-larbi et *al.* (2017) qui n'ont pas observé une différence significative du GMQ entre les 3 groupes traités ($P = 0,329$). Dans notre expérimentation, l'utilisation du lentisque pistachier n'a pas affecté le GMQ des animaux. Par contre, Gaucher-Marie-Lou (2015) a noté que le remplacement des anticoccidiens par des extraits des huiles essentielles est possible mais la présence des impacts sur les performances zootechniques des oiseaux. Selon Alleman *et al.* (2013), l'emploi de l'huile essentielle de thym dans l'alimentation des poulets de chair ainsi les autres volailles comme la caille, ne met pas en évidence effet significatif sur les performances de croissance, mais ils ont observé une simple tendance ($P = 0,06$) de l'effet de cette huile essentielle sur le gain moyen quotidien (GMQ).

Selon Komi koukoura et *al.* (2021), pour ce qui concerne l'indice de consommation, que lors de l'utilisation de l'huile de neem, il n'y'a pas de différence significative ($P > 0,05$) entre les indices de consommation des groupes qui ont reçu le supplément a doses différentes et le lot témoin, et ce quel que soit la dose incorporée. De même que Ben-Larbi *et al* (2017) qui n'ont pas observé un effet significatif sur les valeurs de l'indice de consommation mais ont remarqué une légère diminution lors de l'utilisation de quantité de l'huile de lentisque pistachier à dose élevée (100ppm). Denli et al (2004), ont identifié un intérêt de l'huile essentielle de thym pour les cailles de chair japonaises, en terme de baisse de l'IC, consécutive à une diminution de l'ingéré alimentaire. Les analyses statistiques réalisées par Alleman et *al* (2013) sur l'effet de l'huile essentielle de l'origan montre une amélioration significative de l'IC de 1,8%, principalement due à une amélioration significative de la croissance de +2,4% chez les poulets de chair.

Les résultats obtenus de notre essai pour l'ingéré quotidien des cailles durant toute la période de l'élevage montre qu'il y'a une légère différence entre le lot expérimental et le lot

témoin ou on a noté une valeur un peu plus élevée dans le groupe qui a reçu une huile essentielle, comme observé par Komi koukoura et al.(2021) qui ont observé que le groupe incorporé d'huile de neem a présenté un ingéré alimentaire plus élevé que le groupe témoin non incorporé.

L'effet des huiles essentielles sur la morphologie du jéjunum et l'iléon a été étudiée par Naghmeh dehghani et al. (2018) qui indiquent une augmentation significative des villosités et une diminution significative des cryptes chez les cailles nourries avec des régimes supplémentés avec des huiles essentielles de menthe et de thym. Aussi, ces derniers ont noté une diminution de triglycérides sériques chez les deux sexes dans les groupes de cailles ayant reçu des régimes enrichis en huiles essentielles à différents niveaux, tandis que les taux de cholestérol ont diminué uniquement chez les males. Les huiles essentielles de thym et de sarriette ont amélioré l'indice de consommation, en diminuant l'indice de glycémie en stimulant l'absorption intestinale des nutriments, donc ces huiles essentielles végétales peuvent remplacer les paramètres de croissance des antibiotiques sans nuire la santé des cailles (Dehghani et al ; 2018).

L'activité antioxydante considérable de l'huile essentielle de thymus vulgaris sur la caille est aussi prouvée par Dehghani et al en 2018. De plus, les zones d'inhibition de croissance des bactéries Gram positives et des E. coli étaient plus importantes à des différentes doses par rapport à l'utilisation des antibiotiques (Dehghani et al ;2018).

Alleman et al en (2013)ont évalué les effets des huiles essentielles sur les caractéristiques sensorielles de la viande et ont montré une amélioration chez les poulets de chair (amélioration de l'odeur et la couleur, la tendreté et aussi la flaveur) et cela, en fonction des doses incorporées dans l'alimentation.

Conclusion générale et perspectives :

L'incorporation des huiles essentielle dans l'alimentation de la caille chair montre une amélioration des performances zootechniques, la qualité des produits avicoles et la santé animale, en réduisant l'usage d'additifs chimiques ou d'antibiotiques.

Les résultats obtenus dans notre essai, visant à mettre en évidence des effets positifs d'huile essentielle de lentisque pistachier, notamment en termes de gain de poids, indice de consommation et de qualité et caractéristiques des carcasses. De plus, les huiles essentielles influence positivement le poids vif, ainsi que leur ingéré alimentaire.

Tout fois, l'efficacité des huiles essentielles repose sur plusieurs facteurs, tels que la dose utilisée, la durée d'administration, le type de ration, l'âge des volailles et les conditions d'élevage. Ce qui rend les recherches supplémentaires et approfondir nécessaire pour mieux comprendre les mécanismes d'action des huiles essentielles, et le choix précis de type de l'huile essentielle le plus efficace, et évaluer leur rentabilité économique lors d'un élevage de cailles.

En conclusion, l'utilisation des huiles essentielles dans l'élevage de cailles offre une alternative prometteuse aux antibiotiques pour améliorer la santé animale. Cependant est nécessaires d'essayer d'autres expérimentations à effectif plus large, d'essayer d'autres doses de l'huile essentielles plus efficace, les utiliser chez d'autres espèces aviaires et surtout de suivre l'état sanitaire des animaux incorporés.

Références bibliographiques

Adjm, 2023. Les alternatives biologiques aux antibiotiques chez les poulets de chair. Mémoire de fin d'étude. Alger: École Nationale Supérieure Vétérinaire, p.42.

Al-Shammari, K.I.A., et al., 2021. Growth performance and meat quality of Japanese quail fed diet supplemented with medicinal plants, *poultry science*, 100(3), 101037

Bampidis, V.A. et al., 2005. Effect of dietary dried oregano leaves on growth performance, carcass characteristics and serum cholesterol of female early maturing turkeys. *British Poultry Science*, 46, pp.595–601.

Bassett, R., 2000. Oregano's positive impact on poultry production. *World Poultry*, 16, pp.31–34.

Cabuk, M., Bozkurt, M., Alcicek, A., Catli, A.U. and Baser, K.H.C., 2006. Effect of a dietary essential oil mixture on performance of laying hens in the summer season. *South African Journal of Animal Science*, 36, pp.215–221.

Dehghani, N., Afsharmanesh, M., Salarmoini, M., Ebrahimnejad, H. and Bitaraf, A., 2018. Effect of pennyroyal, savory and thyme essential oils on Japanese quail physiology. *Heliyon*, 4, e00881. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00881>

Fernandez-Pancho, M.S., Villano, D., Troncoso, A.M. and Garcia-Parrilla, M.C., 2008. Antioxidant activity of phenolic compounds: From in vitro results to in vivo evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, pp.649–671.

Fotea, L., Costachescu, E. and Hoha, G., 2009. The effect of essential oil of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) on the broilers growing performances. *Lucrări Științifice - Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, Seria Zootehnie*, 52, pp.111–113.

Gadde, U., Kim, W.H., Oh, S.T. and Lillehoj, H.S., 2017. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Animal Health Research Reviews*, 18(1), pp.26–45. <https://doi.org/10.1017/S1466252316000207>

Hashemi, S.R. and Davoodi, H., 2011. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. *Veterinary Research Communications*, 35(3), pp.169–180. <https://doi.org/10.1007/s11259-010-9458-2>

Hutu, L., 2020. L'élevage et exploitation des cailles. In: *Production Animalia*, 119(300645). Timisoara: Maison d'Édition Agroprint, pp.397–401.

Koukoura, K.K., Brah, M., Yendoubé, T. and Tchacondo, K.T., 2021. Évaluation de l'effet trophique de l'huile de neem chez les poulets de chair de souche Sasou. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15, pp.2402–2416. <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v15i6.13>

Rehmani, A., Ghalmi, F., Koueled, Y., Chibani, A., Klikha, A. and Saadi, A., 2015. Effets de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur l'infection coccidienne des poulets de chair. *École Nationale Supérieure Vétérinaire*. p118.

Williams, R.B., 1997. Laboratory tests of phenolic disinfectants (oocysticides) against the chicken coccidium *Eimeria tenella*. *Veterinary Record*, 141, pp.447–448.

Abadlia, M. and Chebbour, A., 2014. Étude des huiles essentielles de la plante *Mentha piperita* et test de leurs effets sur un modèle biologique des infusoires. Mémoire de fin d'étude. Métabolisme secondaire. Université constantine1.

Abbes, Z., 2012. La chair caille fait son entrée sur la table oranaise.

Adaszyńska-Szczerbińska, M., 2016. Use of essential oils in broiler chicken production: A review. *Annals of Animal Science*, 16(4), pp.949–965. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0046>

Al-Kassie, G.A.M., 2009. Influence of two plant extracts derived from thyme and cinnamon on broiler performance. *Pakistan Veterinary Journal*, 29, pp.169–173.

Alleman, F., Gabriel, I., Dufourcq, V., Perrin, F. and Gabarrou, J., 2013. Utilisation des huiles essentielles en alimentation des volailles. 1. Performances de croissance et réglementation. *INRAE Productions Animales*, 26(1), pp.3–12.

Ben Larbi, M. et al., 2017. Effet de l'utilisation de l'huile essentielle de lentisque pistache sur les performances et la qualité de viande du poulet fermier. *Journal of New Sciences*, 6, pp.1–6. ISSN: 2286-5314.

Bento, M.H.L. et al., 2013. Essential oils and their use in animal feeds for monogastric animals – Effects on feed quality, gut microbiota, growth performance and food safety: a review. *Veterinarni Medicina (Praha)*, 58(9), pp.449–458.

Besombes, C., 2008. *Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermomécanique d'herbes aromatiques, applications généralisées*. Thèse de doctorat, Université de La Rochelle.

Bily, N., 2023. *Composition chimique et activité biologique d'huiles essentielles obtenues par co-distillation de quelques plantes aromatiques du Burkina Faso*. Thèse de doctorat, Université Nazi Boni. Disponible sur : <https://theses.hal.science/tel-04602153v1>

Bolukbasi, S.C., Erhan, M.K. and Ozkan, A., 2008. The effect of feeding thyme, sage and rosemary oil on laying hen performance, cholesterol and some proteins ratio of egg yolk and *Escherichia coli* in feces. *Archiv für Geflügelkunde*, 72, pp.231–233.

Bouras, M., 2018. *Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques*. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar-Annaba, Algérie.

Brenes, A. and Roura, E., 2010. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*, 158, pp.1–14.

Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, pp.223–253.

Cabuk, M. et al., 2014. Effects of herbal essential oil mixture as dietary supplement on egg production in quail. *The Scientific World Journal*, 2014: Article ID 573470.

<https://doi.org/10.1155/2014/573470>

Canogullari, S. et al., 2010. Effect of garlic powder on egg yolk and serum cholesterol and performance of laying quails. *Czech Journal of Animal Science*, 55, pp.286–293.

Cooke, C.J. et al., 1998. Plant monoterpenes do not raise plasma high-density-lipoprotein concentrations in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 68(5), pp.1042–1045.

Cowan, M.M., 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), pp.564–582.

Craig, W.J., 2001. Herbal remedies that promote health and prevent disease. In: Watson, R.R., ed. *Vegetables, fruits, and herbs in health promotion*. Boca Raton (FL): CRC Press, pp.179–204.

Cross, D.E., McDevitt, R.M., Hillman, K. and Acamovic, T., 2007. The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *British Poultry Science*, 48, pp.496–506.

Crowell, P.L., 1999. Prevention and therapy of cancer by dietary monoterpenes. *Journal of Nutrition*, 129(3), pp.775S–778S.

Direction des services agricoles de Tizi-Ouzou, 2016.

Djallali, M., 2003. *La coturniculture*. Mémoire de master. ENSV, El-Harrach, 80p.

Dorman, H.J.D. and Deans, S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88, pp.308–316.

Earlgkrit, A. and Dulga, K., 2001. Nasaspçcas, naurènavkba at nauruthnhskthmlCkhnma at cmnhls. *AihthmlsAubalQnoar*, 5(2), pp.30–01.

Elagib, H.A.A. et al., 2013. Effect of dietary garlic (*Allium sativum*) supplementation as feed additive on broiler performance and blood profile. *Journal of Animal and Feed Sciences Advances*, 3, pp.58–64.

Elson, C.E. et al., 1989. Impact of lemongrass oil, an essential oil, on serum cholesterol. *Lipids*, 24(7), pp.677–679.

European Pharmacopoeia, 2011. 7th ed. Strasbourg: European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare.

Franchomme, P., Jollois, R. and Penoel, D., 2001. *L'aromathérapie exactement: encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles*. Paris: Éditions Jollois.

Giannenas, I. et al., 2003. Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella*. *Archiv für Tierernährung*, 57(2), pp.99–106.

Gutierrez, R.J., 1993. Taxonomy and biogeography of New World quail. In: Church, K.E. and Dailey, T.V., eds. *Quail: National Quail Symposium*. Pratt (KS): Kansas Department of Wildlife and Parks, pp.8–15.

Hanieh, H. et al., [n.d.]. Modulatory effects of two levels of dietary Alliums on immune response and certain immunological variables, following immunization, in White Leghorn.

Howes, J.R., 1964. Japanese quail as found in Japan. *Quail Quarterly*, pp.19–30.

Huss, D., Poynter, G. and Lansford, R., 2008. Japanese quail (*Coturnix japonica*) as a laboratory animal model. *Lab Animal (NY)*, 37, pp.513–519.

ITELV, 2003. *Guide d'élevage de la caille*.

Jamroz, D., Wiertelicki, T., Houszka, M. and Kamel, C., 2006. Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl)*, 90(7–8), pp.255–268.

Jang, I.S. et al., 2007. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 134(3–4), pp.304–315.

Karadas, F. et al., 2014. Dietary essential oils improve the hepatic antioxidant status of broiler chickens. *British Poultry Science*, 55(1), pp.1–6.

Khan, S.H., Sardar, R. and Anjum, M.A., 2007. Effects of dietary garlic on performance and serum and egg yolk cholesterol concentration in laying hens. *Asian Journal of Poultry Science*, 1, pp.22–27.

Khattak, F. et al., 2014. Effects of natural blend of essential oil on growth performance, blood biochemistry, cecal morphology, and carcass quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 93, pp.132–137.

Krishan, G. and Narang, A., 2014. Use of essential oils in poultry nutrition: a new approach. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 1, pp.1–5.

Loomis, W.D. and Croteau, R., 1980. Biochemistry of terpenoids. In: Stumpf, P.K. and Conn, E.E., eds. *Plant Biochemistry: A Comprehensive Treatise*. Vol. 4. *Lipids: Structure and Function*. New York: Academic Press, pp.363–418.

Lucotte, G., 1975. *L'élevage de la caille (Précis de coturniculteur)*. Paris: Vigot Frères.

Madpouly, H.M., Saif, M.A. and Hussein, A.S., 2011. *Curcuma longa* for protecting chicks against Newcastle disease virus infection and immunosuppressive effect of Marek's disease viral vaccine. *International Journal of Virology*, 7, pp.176–183.

Mann, J., 1987. *Secondary metabolism*. Oxford: Clarendon Press.

Manzanilla, E.G. et al., 2004. Effect of plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. *Journal of Animal Science*, 82(11), pp.3210–3218.

Mills, A.D., Crawford, L.L., Domjan, M. and Faure, J.M., 1997. The behavior of the Japanese or domestic quail (*Coturnix japonica*). *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 21(3), pp.261–281.

Mondry, R., 2016. *L'élevage de la caille en zone tropicale*. Pro-Agro. Cameroun. pp. 5-18.

Platel, K. and Srinivasan, K., 2001. Studies on the influence of dietary spices on food transit time in experimental rats. *Nutrition Research*, 21(10), pp.1309–1314.

Rahimi, S. et al., 2011. Effect of the three herbal extracts on growth performance, immune system, blood factors and intestinal selected bacterial population in broiler chickens. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13(3), pp.527–533.

Randall, M. and Bolla, G., 2008. *Raising Japanese quail*. Prime Facts 602, 2nd ed., pp.1–5.

Rezaei-Moghadam, A. et al., 2012. Effect of turmeric and carrot seed extracts on serum liver biomarkers and hepatic lipid peroxidation, antioxidant enzymes and total antioxidant status in rats. *BioImpacts*, 2, pp.151–157.

Rogério, G., 2009. Quail meat—an undiscovered alternative. *World Poultry*, 33(2), pp.15–20.

Schmid, I. and Wechsler, B., 1997. Behaviour of Japanese quail (*Coturnix japonica*) kept in semi-natural aviaries. *Applied Animal Behaviour Science*, 55, pp.103–112.

Shanaway, M.M., 1994. *Quail production systems: A review*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Srinivasan, K., 2005. Spices as influencers of body metabolism: An overview of three decades of research. *Food Research International*, 38(1), pp.77–86.

Szigeti, G. et al., 1998. New type of immune stimulant to increase antibody production generated by viral and bacterial vaccines. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 120(11), pp.719–721.

Tekeli, A., Celik, L., Kutlu, H.R. and Görgülü, M., 2006. Effect of dietary supplemental plant extracts on performance, carcass characteristics, digestive system development, intestinal microflora and some blood parameters of broiler chicks. In: *Proceedings of the 12th European Poultry Conference*, 10–14 September, Verona, Italy, pp.4–8.

Vaara, M., 1992. Agents that increase the permeability of the outer membrane. *Microbiological Reviews*, 56(3), pp.395–411.

Wenk, C., 2000. Recent advances in animal feed additives such as metabolic modifiers, antimicrobial agents, probiotics, enzymes and highly available minerals. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13(1), pp.86–95.

Zenasni, L., 2014. *Étude du polymorphisme chimique des huiles essentielles de Thymus satureioides Coss et d'Origanum compactum Benth, genre Nepeta, et évaluation de leur propriété antibactérienne*. Thèse de doctorat, Université Mohammed V-Agdal, Rabat, Maroc.