



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة ابن خلدون تيارت
Université Ibn Khaldoun – Tiaret
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

THESE DE DOCTORAT ES-SCIENCES

Spécialité : Sciences de la nature et de la vie

Présentée par :
HEZIL Nadia

Maitrise du risque coccidien en élevages avicoles par prophylaxie biologique

Soutenue publiquement le 30 Juin 2024

Devant le Jury composé de :

Président	Mme OUABED Asmahane	Professeur à l'université de Tiaret
Examineur	Mr BOUDRA Abdellatif	Docteur à l'université de Tiaret
Examineur	Mr ZIAM Hocine	Professeur à l'université de Blida 1
Examineur	Mr MOHAMED SAID Ramdane	Docteur à l'université de Blida 1
Directeur de thèse	Mr. NIAR Abdellatif	Professeur à l'université de Tiaret
Co-directeur de thèse	Mr. GUETARNI Djamel	Professeur à l'université de Blida 1

Année Universitaire 2023-2024

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont avant tout à Allah tout puissant de m'avoir donné les capacités physiques et mentales pour réaliser ce modeste travail.

Également à :

Madame le professeur OUABED de nous avoir fait l'honneur de présider notre jury.
Hommages respectueux.

Monsieur le docteur BOUDRA d'avoir pris sur son temps la peine d'examiner notre travail et de l'avoir évalué. Sincères remerciements.

Monsieur le professeur ZIAM de nous avoir fait l'honneur de prendre part à notre jury pour évaluer notre modeste travail. Chaleureux remerciements.

Monsieur le docteur MOHAMED SAID d'avoir accepté d'examiner notre travail. Vifs remerciements.

Monsieur le professeur NIAR de nous avoir fait l'honneur d'encadrer notre travail ; et d'avoir toujours été à l'écoute ; pour son aide continue. Vive reconnaissance.

Monsieur le professeur GUETARNI de nous avoir octroyé le privilège de nous orienter avec ses critiques et ses conseils. Qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude.

Madame AMMI qui n'a jamais cessé de me booster, de m'encourager, de me soutenir depuis le début et surtout pendant les moments difficiles ; à Djamilia UN GRAND MERCI sans toi ce travail n'aurait jamais abouti ; tu as et tu auras toujours une place particulière dans mon cœur Habiba.

Aussi pour leurs aides ; soutiens ; disponibilités ; collaborations et encouragements à :

Tous mes amis de l'équipe du Professeur GUETARNI : Dr Benamirouche K ; Dr Gherbi S ; Dr Kebbal S ; Dr. Dechicha A.

Dr Mahmoudi Y médecin et phytothérapeute pour nous avoir conseillé ; procuré la plante de notre étude et fourni tous les renseignements nécessaires à son sujet.

Mes amis les vétérinaires praticiens pour nous avoir facilité la collecte de prélèvements : Dr Benfissa A ; Dr Soudani A ; et Dr Mahmoudi S.

Mes confrères Dr Djezzar R. ; et Dr Abdelli A.

Tous mes collègues et particulièrement Dr Adel A ; Dr Hammami N ; Pr Ziam H et à sa gentille doctorante Ikram ; Dr Yahimi A ; et Dr Yahia A.

Tout le personnel administratif de l'institut des Sciences Vétérinaires Blida I.

Au personnel technique des laboratoires en particulier Dr Bentoura S., Melle Kebbir W. et Mme Mahieddine H.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

La mémoire de notre cher défunt ami et frère Mr AMMI MOHAMED ; s'il avait été là il m'aurait pour la quatrième fois : « Dis-moi juste si tu n'avais pas passé le concours de Magister ».

Mes parents ; longue vie pleine de santé.

Ma petite famille ; mes deux rayons de soleil SARAH et MAHFOUDH puisse DIEU vous garder à moi ; et à mon mari OMAR.

Toute la famille HEZIL ; particulièrement mes frères MOHAMED et DJAAFAR également à leurs femmes ; ma sœur SONIA et son mari ainsi qu'à mes adorables neveux et nièces.

Ma sœur de cœur DJAMILA et son fils WALID beaucoup de santé et de bonheur.

Toute ma belle-famille MAHIEDDINE grands et petits.

RESUME

Le développement de la résistance aux coccidiostatiques, a emmené au développement d'alternatives biologique pour le contrôle des coccidioses. La présente étude a pour objectif la maîtrise du risque coccidien en élevages avicoles par prophylaxie biologique. Elle s'articule en trois volets.

Le premier, porte sur l'évaluation du statut de la coccidiose dans les élevages et le recours aux alternatives biologiques pour son traitement. Une enquête a été menée par questionnaires destinés aux éleveurs et aux vétérinaires praticiens. Les résultats obtenus ont révélé que malgré les pratiques d'élevage acceptables et le respect satisfaisant des paramètres zootechniques, la coccidiose reste présente et la prophylaxie est basée surtout sur les coccidiostatiques. Cependant, l'utilisation des alternatives biologiques a été évoquée par les éleveurs (ail et vinaigre) et par les vétérinaires (Origostim).

Le second, sur l'évaluation de l'effet d'*Artemisia absinthium* sur la coccidiose du poulet de chair. Une revue a été menée (sur une période de 20 ans avec six articles) et une méta-analyse a été réalisée. Les résultats ont montré l'efficacité, et les différents aspects d'application d'*Artemisia absinthium* en tant qu'additif alimentaire pour le traitement et le contrôle de la coccidiose. La métanalyse a fait ressortir quant à elle une efficacité assez satisfaisante des extraits d'*Artemisia absinthium* par rapport à l'utilisation des anticoccidiens sur l'excrétion oocystale.

Dans **le troisième**, des essais in vitro ont été réalisés, en vue d'évaluer l'efficacité d'*Artemisia absinthium* sur *Eimeria spp* ainsi que sur certaines bactéries. Les résultats ont révélé que l'infusion d'*Artemisia absinthium* a réduit le nombre des oocystes d'*Eimeria spp* et inhibé leur sporulation. L'étude statistique a montré une augmentation significative du taux de réduction d'oocystes au cours des intervalles de temps ($p < 0,0001$). Quant à la sporulation le Bichromate de Potassium a montré des taux significativement plus élevés que ceux obtenus après traitements par les différentes concentrations d'infusion d'*Artemisia absinthium* ($p = 0,0008599$). Cependant cet extrait n'a eu aucun effet antibactérien sur les souches testées.

Sur la base de ces résultats, les suppléments à base d'*Artemisia absinthium* peuvent être utilisés comme alternatives pour le contrôle des coccidioses.

Mots clés : Coccidiose ; poulet de chair, *Artemisia absinthium* ; enquête ; revue systématique ; méta-analyse ; essais in vitro ; alternatives biologiques.

ملخص

أدى تطور مقاومة الكوكسيديا إلى تطوير بدائل بيولوجية لمكافحة الكوكسيديا. تهدف الدراسة الحالية إلى السيطرة على خطر الإصابة بالكوكسيديا في مزارع الدواجن من خلال الوقاية البيولوجية. تقسم الدراسة إلى ثلاثة أقسام. **الأول:** يتعلق بالتقييم حالة مرض الكوكسيديا في المزارع واستخدام البدائل البيولوجية لعلاجها. تم إجراء المسح باستخدام استبيانات مخصصة للمربين والممارسين البيطريين. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أنه على الرغم من ممارسات التربية المقبولة والامتثال المرضي للمعايير الحيوانية، إلا أن الكوكسيديا لا تزال موجودة وتعتمد الوقاية بشكل أساسي على الأدوية المضادة للكوكسيديا. ولكن تم ذكر استخدام البدائل العضوية من قبل المربين (الثوم والخل) ومن قبل الأطباء البيطريين (أوريغوستي Origostim).

الثاني فهو تقييم تأثير نبات *Artemisia absinthium* على مرض الكوكسيديا في دجاج. تم إجراء مراجعة (على مدى 20 عامًا مع ست مقالات) وتم إجراء تحليل تلوي. أظهرت النتائج فعالية والجوانب المختلفة لتطبيق *Artemisia absinthium* كمضاف غذائي لعلاج ومكافحة الكوكسيديا. كشف التحليل التلوي عن فعالية مرضية إلى حد ما لمستخلصات *Artemisia absinthium* مقارنة باستخدام الأدوية المضادة للكوكسيديا على إفران البويضة. **أما الثالث،** فقد تم إجراء الاختبارات المعملية، وكان الهدف منه هو تقييم فعالية *Artémisia absinthium* على *Emeria spp* وكذلك على بعض أنواع البكتيريا. أظهرت الدراسة الإحصائية زيادة معنوية في معدل تناقص البويضات مع مرور فترات زمنية ($P > 0.0001$). أما بالنسبة للتبوغ، فقد أظهر ثنائي كرومات البوتاسيوم معدلات أعلى بكثير من تلك التي تم الحصول عليها بعد العلاج بتركيزات مختلفة من المستخلص *Artémisia absinthium* ($\epsilon = 0.0008599$).

ومع ذلك، لم يكن لهذا المستخلص أي تأثير مضاد للجراثيم على السلالات التي تم اختبارها.

وبناء على هذه النتائج، يمكن استخدام مكملات *Artemisia absinthium* كبديل لمكافحة الكوكسيديا.

الكلمات المفتاحية: الكوكسيديا. الدجاج اللحم، *Artemisia absinthium*؛ تحقيق؛ مراجعة منهجية؛ التحليل البعدي؛ في الاختبارات المعملية؛ البدائل العضوية.

ABSTRACT

The development of resistance to coccidiostats has led to the development of biological alternatives for the control of coccidiosis. The present study aims to control the coccidial risk in poultry farms through biological prophylaxis. It is divided into three parts.

The first concerns the evaluation of the status of coccidiosis in farms and the use of biological alternatives for its treatment. A survey was carried out using quizzes intended for breeders and veterinary practitioners. The results obtained revealed that despite acceptable breeding practices and satisfactory compliance with zootechnical parameters, coccidiosis remains present and prophylaxis is based mainly on coccidiostats. However, the use of organic alternatives was mentioned by breeders (garlic and vinegar) and by veterinarians (Origostim).

The second, on the evaluation of the effect of *Artemisia absinthium* on coccidiosis in broilers. A review was conducted (over a period of 20 years with six articles) and a meta-analysis was carried out. The results showed the effectiveness, and the different aspects of application of *Artemisia absinthium* as a food additive for the treatment and control of coccidiosis. The meta-analysis revealed a fairly satisfactory effectiveness of *Artemisia absinthium* extracts compared to the use of anticoccidial drugs on oocystal excretion.

In the third, in vitro tests were carried out, in sight to evaluate the effectiveness of *Artemisia absinthium* on *Eimeria spp* as well as on certain bacteria. The results revealed that *Artemisia absinthium* infusion reduced the number of *Eimeria spp* oocysts and inhibited their sporulation. The statistical study showed a significant increase in the rate of oocyst reduction over time intervals ($p < 0.0001$). As for sporulation, Potassium Bichromate showed significantly higher rates than those obtained after treatments with different concentrations of *Artemisia absinthium* infusion ($p = 0.0008599$). However, this extract had no antibacterial effect on the strains tested.

Based on these results, *Artemisia absinthium* supplements can be used as alternatives for coccidiosis control.

Keywords: Coccidiosis; broiler chicken, *Artemisia absinthium*; investigation; systematic review; meta-analysis; in vitro tests; organic alternatives

SOMMAIRE

Remerciements	
Dédicaces	
Résumés	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	01
Chapitre 1 : La coccidiose	03
1.1. Définition	03
1.2. Etiologie et systématique	03
1.2.1. Taxonomie	03
1.2.2. <i>Eimeria</i> des poulets	04
1.2.3. Cycle évolutif du genre <i>Eimeria</i>	06
1.2.4 Conditions de la sporulation	09
1.3. Épidémiologie	09
1.4. Pathogénie et immunité	11
1.4.1. Actions pathogènes	11
1.4.2. Action immunogène	12
1.4.3. Interaction avec autres organismes	13
1.5. Étude clinique	14
1.5.1.1. Coccidioses cliniques	14
1.5.1.2. Coccidioses subcliniques	14
1.5.2. Lésions	15
1.5.2.1. Lésions macroscopiques	15
1.5.2.2. Lésions microscopiques	15
1.6. Diagnostic des coccidioses	15
1.6.3. Score lésionnel de Johnson et Reid (1970)	16
1.7. Prophylaxie	19
1.7.1. Prophylaxie sanitaire	19
1.7.2. Prophylaxie médicale	20
1.7.3. Vaccination	22
Chapitre 2 : Les alternatives biologiques aux antibiotiques	23
2.1. Prébiotiques	23
2.1.1. Mannan-oligosaccharides	24
2.2. Probiotiques	25
2.3. Symbiotiques	26
2.4. Acides organiques	26
2.5. Enzymes	28
2.6. Vitamines	29
2.7. Champignons	30
2.8. Plantes et extraits de plantes	30
2.8.1. Huiles essentielles	32
Chapitre 3 : Etude d'<i>Artémisia absinthium</i>	35
3.1. Famille des Astéracées	35
3.2. Principales espèces du genre <i>Artemisia</i>	35
3.3. <i>Artemisia absinthium</i>	36
3.3.1. Classification	36
3.3.2. Origine et distribution géographique	37
3.3.3. Culture	37

3.3.4. Description de la plante	37
3.3.5. Composition chimique d' <i>Artemisia absinthium</i>	38
3.3.6. Propriétés thérapeutiques d' <i>Artemisia. Absinthium</i>	40
a. En médecine humaine	40
b. En médecine vétérinaire	41
c. Usage agronomique	42
Partie expérimentale	43
Premier volet : Enquête sur le terrain	44
Lieu et période de l'enquête	44
1. Matériels et méthodes	44
1.1. Matériel	44
1.2. Méthodes	44
2. Résultats et discussion	45
2.1. Paramètres zootechniques	45
2.2. Conditions hygiéniques et sanitaires	46
2.3. Tableau pathologique général et traitements	48
2.4. Statut coccidiose	50
2.5. Alternatives aux traitements standards	52
Deuxième volet : Effet d'<i>Artemisia absinthium</i> sur la coccidiose du poulet de chair	54
synthèse bibliographique et metanalyse	
Rappels sur la méta-analyse	54
1. Matériels et méthodes	54
1.1. Revue systématique	54
1.2. Méta-analyse	56
2. Résultats	57
2.1. Revue systématique	57
2.2. Méta-analyse	60
3. Discussion	63
3.1. Revue systématique	64
3.2. Méta-analyse	66
Troisième volet : Etude in vitro	67
1. Matériel et méthodes	67
1.1. Matériel	67
1.2. Méthodes	67
1.2.1. Effet d' <i>Artemisia absinthium</i> sur <i>Eimeria spp</i>	67
1.2.2. Effet d' <i>Artemisia absinthium</i> sur les bactéries	70
1.2.3. Etude statistique	71
2. Résultats	72
2.1. Effet d' <i>Artemisia absinthium</i> sur <i>Eimeria spp</i>	72
2.2. Effet d' <i>Artemisia absinthium</i> sur les bactéries	77
3. Discussion	78
3.1. Effet d' <i>Artemisia absinthium</i> sur <i>Eimeria spp</i>	78
3.2. Effet d' <i>Artemisia absinthium</i> sur les bactéries	79
Conclusion	81
Perspectives	82
Références bibliographiques	
Annexes	
Article	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 Anticoccidiens pour la volaille	21
Tableau 02 Réponses relatives aux paramètres zootechniques	45
Tableau 03 Réponses relatives aux conditions hygiéniques et sanitaires	46
Tableau 04 Réponses relatives au tableau pathologique général et traitements	48
Tableau 05 Réponses du statut coccidiose	50
Tableau 06 Réponses des alternatives aux traitements standards préventifs	52
Tableau 07 Synthèse sur l'effet anticoccidien d' <i>Artemisia absinthium</i> dans les élevages de poulets de chair	61
Tableau 08 Effet d' <i>Artemisia absinthium</i> sur le nombre, le taux de réduction et sporulation des oocystes d' <i>Eimeria spp.</i>	74

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Oocystes d' <i>Eimeria</i>	04
Figure 02 : Oocystes des sept espèces d' <i>Eimeria</i> du poulet et schéma de la structure d'un oocyste des espèces <i>Eimeria</i> .	05
Figure 03 : Schéma de l'ultrastructure de base de sporozoite d' <i>Eimeria</i>	06
Figure 04 : Cycle de développement des coccidies du genre <i>Eimeria</i> chez le poulet	08
Figure 05 : Oocystes par gramme de litière au cours de l'âge des animaux	11
Figure 06 : Zones d'infestation et scores lésionnels	17
Figure 07 : Scores lésionnels d' <i>Eimeria tenella</i>	18
Figure 08 : Procédés de transformation des plantes médicinales	31
Figure 09 : Aspect d' <i>Artemisia absinthium</i>	38
Figure 10 : Diagramme de flux des éléments de rapport préférés pour les examens systématiques et les méta-analyses (PRISMA)	56
Figure 11 : Parcelle forestière globale (de la différence moyenne standardisée des effets aléatoires (DMS) (et de leur IC à 95 % et des poids pour les essais individuels) pour les effets anticoccidiens des extraits d' <i>Artemisia absinthium</i> chez les poulets de chair (<i>Artemisia</i> vs contrôle).	62
Figure 12 : Parcelle forestière globale (de la différence moyenne standardisée des effets aléatoires (DMS) (et de leur IC à 95 % et des pondérations pour les essais individuels) pour les effets anticoccidiens des extraits d' <i>Artemisia absinthium</i> chez les poulets (<i>Artemisia</i> vs antibiotique).	63
Figure 13 : Infusions de différentes concentrations	68
Figure 14 : Préparation de l'inoculum	69
Figure 15 : La mise en puits des oocystes	69
Figure 16 : Préparation de l'essai et dépôt des disques de différentes concentrations	71
Figure 17 : Oocystes d' <i>Eimeria spp</i> intacts (Observation au microscope optique x40)	72
Figure 18 : Différentes déformations Oocystales (Observation x40)	72
Figure 19 : Variations du taux de réduction d'oocystes (proportion) en fonction du temps et les différentes concentrations d'infusion d' <i>Artemisia absinthium</i> .	75
Figure 20 : Effet des traitements par différentes concentrations d' <i>Artemisia absinthium</i> et Bichromate de Potassium sur le taux de sporulation des oocystes d' <i>Eimeria spp</i> .	76
Figure 21 : Absence des zones d'inhibition pour les différentes concentrations et sa présence pour le témoin positif	77

INTRODUCTION GENERALE

L'envol de la filière avicole se trouve confronté à plusieurs maladies aviaires parmi lesquelles, figure en bonne place la coccidiose aviaire responsable d'importantes baisses de productions et de nombreuses pertes économiques en aviculture (USAHA, 2019 ; Blake *et al.*, 2020).

La coccidiose chez le poulet de chair est due à un parasite, un protozoaire, les espèces *Eimeria tenella*, *Eimeria maxima* ou *Eimeria acervulina*, (bien que l'on dénombre 9 espèces) sont en cause (Chapman, 2014 ; Blake *et al.*, 2020). Elle touche directement les poulets en croissance, soient ceux âgés entre 3 et 6 semaines (Corrand et Guérin, 2010). Les coccidioses dans leur forme aigue ; très dangereuses dans leur forme subclinique fragilisent l'état sanitaire des animaux. C'est une maladie qui se manifeste par des diarrhées qui peuvent devenir sanguinolente. Les dégâts organiques causés par les coccidies, constituent des conditions favorables d'expression et de développement de certaines bactéries gastro-intestinales telles que les clostridies, les salmonelles et les colibacilles. La coccidiose est également exacerbée par certaines maladies virales immunosuppressives telles que : la bursite infectieuse, la maladie de Marek et l'anémie virale du poulet. Elle peut également provoquer la mort des volailles (Bostvironnois et Zadjian, 2011)

Depuis des années, pour lutter contre cette affection et améliorer les performances des poulets, plusieurs molécules (ionophores et antibiotiques) à activité anticoccidienne continuent à être utilisées (Peek et Landman, 2011). Ces produits sont confrontés à une résistance croissante des coccidies ; en effet, l'utilisation excessive des antibiotiques en médecine humaine ainsi qu'en médecine vétérinaire et comme promoteurs de croissance dans les élevages industriels ont entraîné une résistance à ces produits ; de même, la présence de résidus médicamenteux dans les produits et sous-produits de la volaille est préjudiciable à la santé des consommateurs (Danaher *et al.*, 2008).

Le développement de la résistance aux antibiotiques est devenu au cours de la dernière décennie, au plan international, une préoccupation majeure en termes de santé humaine et animale. En effet, cette évolution remet en question l'efficacité des médicaments et peut aggraver le pronostic de certaines maladies infectieuses, avec des conséquences sociales et économiques importantes (Tani et Arlet, 2014 ; Guillot, 2014 ; Puyalto *et al.*, 2018).

L'usage des antibiotiques en tant que facteurs de croissance a été interdit par l'Union Européenne en 2006 et par l'Algérie en 2012. En Algérie, les moyens de lutte contre la coccidiose se résument à l'usage d'anticoccidiens chimiques dans l'aliment et l'eau de

boisson. La vaccination demeure peu présente à cause de son coût élevé au niveau des élevages de poulet de chair. Il apparaît donc opportun que des voies de prévention des coccidioses autres que celles médicamenteuses soient explorées en vue de lutter efficacement contre ce fléau et d'améliorer les performances zootechniques des poulets d'élevage. En effet différentes alternatives reposant sur l'emploi de probiotiques, prébiotiques, d'extraits d'actifs végétaux et d'enzymes ont été proposées dans le but de renforcer la barrière sanitaire et d'optimiser la digestion et les performances aviaires. Les végétaux ont toujours constitué une source d'inspiration de nouveaux médicaments (Ashour *et al.*, 2020). L'utilisation d'extraits végétaux est désormais une alternative connue en production de volailles de chair, l'intérêt de ces substances dans le cadre de la prévention des coccidioses ou comme additif à action régulatrice de la flore digestive, aussi, permettrait d'améliorer les performances de croissance (Gadde *et al.*, 2017 ; Suganya *et al.*, 2016 ; Abdelnour *et al.*, 2020). En effet les plantes ont l'aptitude de synthétiser de nombreux composés appelés métabolites secondaires et constituent donc un immense réservoir de composés d'une grande diversité chimique, possédant un large éventail d'activités biologiques (Haddouchi *et al.*, 2016 ; Erenler *et al.*, 2019). C'est ce qui justifie le nombre croissant de travaux consacrés aux espèces végétales susceptibles d'être de potentielles sources naturelles de médication (Haddouchi *et al.*, 2016 ; Tanoh *et al.*, 2019).

L'Algérie se doit également de recourir aux alternatives biologiques dans le souci de préserver aussi bien la santé de l'animal que celle du consommateur ; c'est pourquoi pour répondre à notre problématique : la maîtrise du risque coccidien en élevages avicoles par prophylaxie biologique nous nous sommes proposés de réaliser la présente étude qui s'articule en trois volets :

- Une enquête sur le terrain portant sur l'évaluation du statut de la coccidiose dans les élevages et le recours aux alternatives biologiques pour son traitement.
- Une Revue bibliographique et Méta-analyse dont l'objectif pour mettre en exergue l'efficacité anticoccidienne d'*Artemesia absinthium* chez le poulet de chair.
- Des essais *in vitro* afin d'évaluer l'effet d'*Artémisia absinthium* sur *Emerica spp* ainsi que certaines bactéries.

CHAPITRE 1

LA COCCIDIOSE

1.1. Définition

La coccidiose est une maladie résultante d'une infection parasitaire chez les animaux due au développement et la multiplication spécifique dans les cellules épithéliales (tube digestif, foie, rein) et à la pullulation dans la muqueuse de l'intestin grêle et/ ou du cæcum d'un protozoaire pathogène, communément appelé coccidie généralement très spécifique de la famille des Eimeriidae (Prakashbabu et *al.*, 2017).

Dans le cas des coccidioses aviaires, chaque espèce de parasite est spécifique à une espèce de volaille. Chez le poulet, les coccidies appartiennent au genre *Eimeria* et provoquent une infection qui se caractérise par une entérite (Tierney et *al.*, 2004 ; Remmal et *al.*, 2011). Cliniquement il existe des formes variées : les formes graves se traduisent par des troubles digestifs (diarrhée hémorragique le plus souvent mortelle), mais il existe également des formes sub-cliniques qui se traduisent par des baisses de production et ont une incidence plus économique que médicale ; cette pathologie est largement associée à la destruction de l'épithélium intestinal, d'une malabsorption des éléments nutritifs, une diminution de l'assimilation des acides aminés qui conduit à la réduction de la consommation, amaigrissement et retard de croissance (Hachimi et *al.*, 2008). Toutes les espèces aviaires d'*Eimeria* provoquent des dégâts notables comme le retard de la maturité sexuelle et diminution de la production d'œufs et des modifications de l'emplument (Ruff, 1999 ; Al-Gawad et *al.*, 2012). Une infection par les coccidies est dite coccidiase lorsqu'elle ne provoque pas de manifestations cliniques apparentes de la maladie contrairement à la coccidiose (Bussieras et Chermette, 1992 ; Conway et McKenzie, 2007).

1.2. Etiologie et systématique

Les coccidies sont des parasites obligatoires appartenant au phylum des apicomplexes ou sporozoaires, un groupe d'agents pathogènes de haute importance économique, vétérinaire et médicale, (Allen et Fetterer, 2002 ; Conway et McKenzie, 2007 ; Naciri et Brossier, 2009). Elle représente un problème important de la production des animaux en générale et des volailles en particulier dans le monde entier (Guo et *al.*, 2007).

1.2.1. Taxonomie

La classification reprise ci-après est inspirée de celle présentée par Mehlhorn (2016). Selon cet auteur, les parasites agents de coccidioses du poulet de chair appartiennent à :

Suphylum : *Sporozoa* (*Apicomplexa*)

Classe : *Sporozoea*

Sous-classe : *Coccidia*

Ordre : *Eucoccida* (*Schizococcida*)

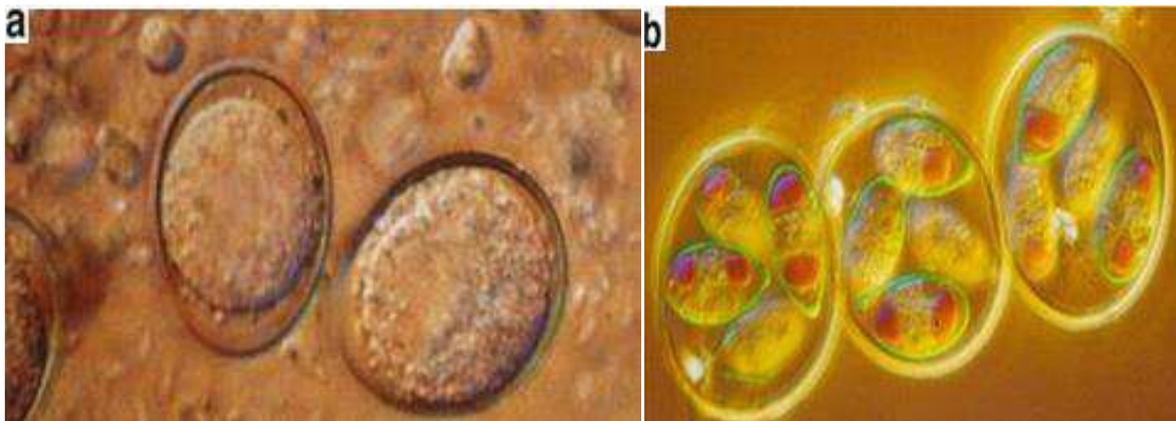
Sous-ordre : *Eimeriina*

Genre : *Eimeria*

Espèce : *Eimeria acervulina*, *Eimeria brunetti*, *Eimeria maxima*, *Eimeria mitis*, *Eimeria necatrix*, *Eimeria praecox* et *Eimeria tenella*.

1.2.2. *Eimeria* des poulets

Les coccidies les plus communes responsables d'infections chez les poulets et les autres volailles appartiennent au genre *Eimeria* (Figure 1), qui ont une très grande spécificité d'hôte et réalisant un cycle direct (monoxène) (Chapman, 2014 ; López-Osorio *et al.*, 2020). De nos jours, l'analyse morphométrique sous microscope optique et mieux l'utilisation du PCR (Polymerase Chain Réaction), permettent une identification rapide et qualitative des espèces de *Eimeria* (Vancraeynest *et al.*, 2011).

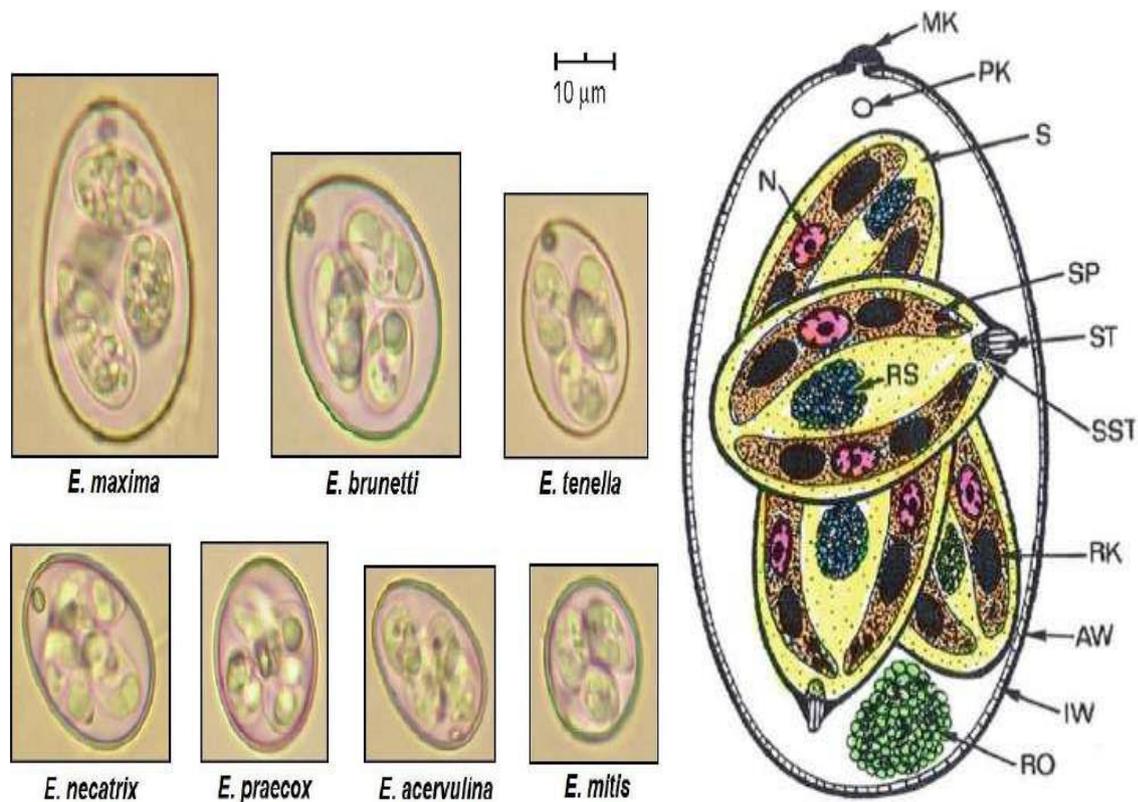


(a) Oocyste non sporulé ; (b) Oocyste sporulé (Oocystes matures du genre *Eimeria* contiennent chacun 4 sporocystes)

Figure 1 : Oocystes d'*Eimeria* (Mehlhorn, 2016).

On distingue neuf espèces d'*Eimeria* spécifiques du poulet (Muthamilselvan *et al.*, 2016). Les sept espèces qui parasitent les oiseaux domestiqués (*Gallus gallus*) sont : *E. acervulina*, *E. brunetti*, *E. maxima*, *E. mitis*, *E. necatrix*, *E. praecox* et *E. tenella*, ils sont très répandus et provoquent la coccidiose aviaire (Williams, 1999) (Figure 2). La validité de deux autres espèces fréquemment mentionnées dans la littérature, *E. hagani* et *E. mivati*, est à l'étude (Conway et McKenzie, 2007). Récemment une nouvelle espèce, *Eimeria indiana*, a été décrite en Inde par Bandyopadhyay *et al.* (2006).

Des sept espèces classiquement décrites, *Eimeria tenella* est la plus virulente (Ayaz et al., 2003). Son génome a fait l'objet de plusieurs études et est maintenant en cours d'annotation (Naciri et Brossier, 2009).



AW : Membrane externe de l'oocyste ; **IW** : Membrane interne de l'oocyste ; **MK** : Cover du micropyle ; **N** : Noyau ; **PK** : Granule polaire ; **RK** : Corps réfringent ; **RO** : Corps résiduels de l'oocyste ; **RS** : Corps résiduel du sporocyste ; **S** : Sporocyste ; **SP** : Sporozoite ; **SST** : Corps sous stieda ; **ST** : Corps de stieda.

Figure 2 : Oocystes des sept espèces d'*Eimeria* du poulet (Castañón et al., 2007 ; Dakpogan et al., 2012) et schéma de la structure d'un oocyste des espèces *Eimeria* (Mehlhorn, 2016).

Le genre *Eimeria* regroupe des parasites intracellulaires obligatoires. Ils sont caractérisés par la présence d'une phase sexuée et d'une phase asexuée dans leur cycle biologique, avec des stades invasifs présentant une ultrastructure complexe au niveau du pôle apical de la cellule ou sporozoïtes différents organites le composent : le conoïde, les micronèmes, les rhoptries, et des granules denses (Figure 3). L'ensemble de ces structures sont impliqués dans le processus d'invasion de la cellule-hôte (Tomley et al., 1991 ; Chapman, 2014 ; Quiroz-Castañeda et Dantán-González, 2015).

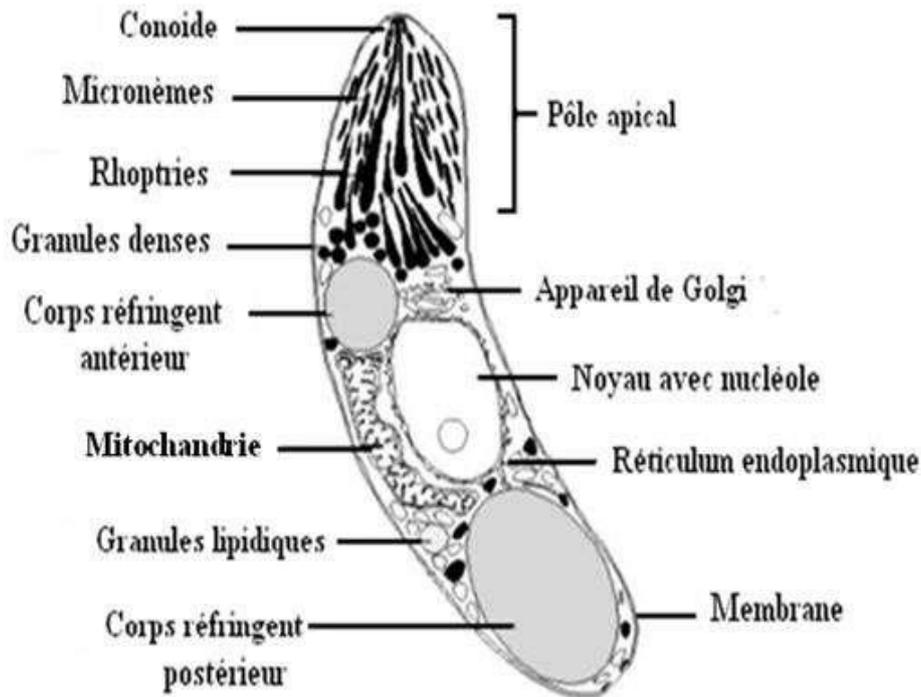


Figure 3 : Schéma de l'ultrastructure de base de sporozoite d'*Eimeria* (Shirley, 1992 ; Coombs *et al.*, 1997)

1.2.3. Cycle évolutif du genre *Eimeria*

Chez le poulet, les différentes espèces *Eimeria* passent par deux étapes l'une extérieure à l'hôte (phase de résistance et de dissémination), et l'autre intérieure à l'hôte (phase de multiplication et de reproduction) (Yvoré *et al.*, 1982 ; Crevieu-Gabriel et Naciri, 2001).

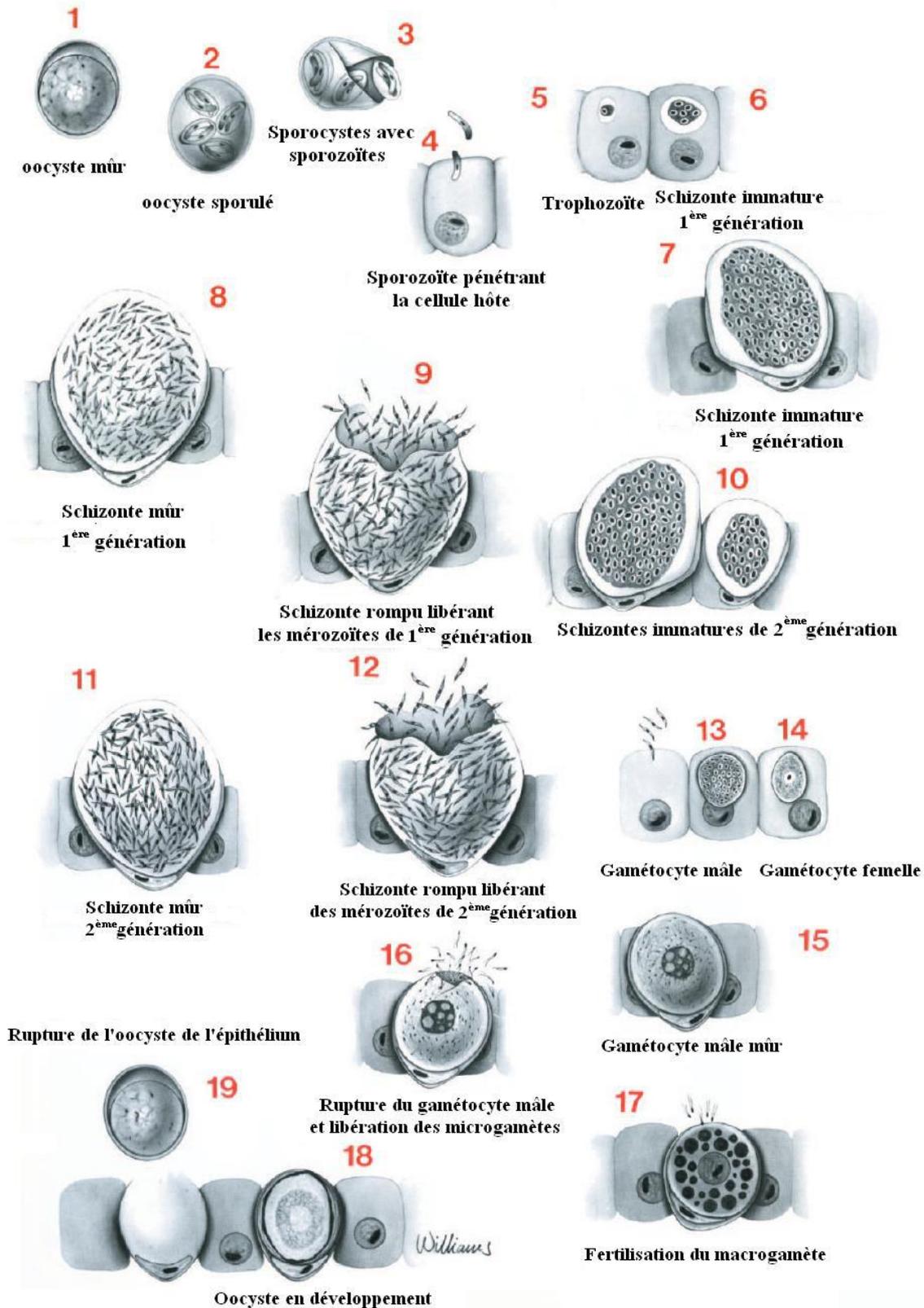
Les *Eimeria* sont des espèces monoxènes, leur cycle biologique est divisé en trois phases (Figure 6) :

- La sporogonie,
- La schizogonie et
- La gamogonie.

Il se déroule habituellement en 4 à 6 jours, mais sa durée peut être variable selon les espèces (Quiroz-Castañe et Dantá-González, 2015). Ce cycle possède une capacité de reproduction massive pendant les phases intracellulaires. Ce sont les phases réplicatives asexuées qui entraînent le plus de dommages au niveau des tissus intestinaux, causant différents degrés de perturbations digestives, et pouvant ainsi favoriser le développement d'autres pathogènes (Dakpogan *et al.*, 2012).

Le poulet s'infecte en ingérant des oocystes sporulés (Figure 4. 2) présents dans le milieu environnant : dans les litières, la nourriture ou l'eau. Une fois ingérés, les oocystes sporulés sont mécaniquement broyés au niveau du gésier, ce qui libère les sporocystes (Figure 4. 3).

Au niveau du duodénum et sous l'action d'enzymes pancréatiques, comme la trypsine et des sels biliaires, les sporocystes libèrent les sporozoïtes, c'est l'étape d'excystation. Les sporozoïtes pénètrent activement les cellules épithéliales de l'intestin ou des caeca en fonction de l'espèce parasitaire (Figure 4. 4). C'est le début de la phase de schizogonie. Après avoir envahi les cellules, les parasites se différencient en trophozoïtes. Un processus de division nucléaire se met en place aboutissant à la formation de schizontes (ou mérontes) (Figure 4. 5 à 8). Une fois à maturité, les schizontes font éclater les cellules, libérant plusieurs centaines de mérozoïtes (Figure 4. 9). Ces mérozoïtes vont envahir à leur tour les cellules épithéliales voisines. Selon les espèces, le cycle comprend 2 à 4 multiplications asexuées successives (Figure 4. 10 à 12). Au terme de la dernière multiplication asexuée, les mérozoïtes envahissent les cellules et se différencient en gamontes mâles (microgamontes) (Figure 4. 13) et gamontes femelles (macrogamontes) (Figure 4. 14), c'est la gamogonie. Les microgamontes vont se diviser et aboutir à la production de nombreux microgamètes biflagellés et mobiles (Figure 4. 15 et 16). En revanche, les macrogamontes effectuent leur maturation sans se diviser et engendrent des macrogamètes (Figure 4. 17). Une fois mature, les microgamètes fécondent les macrogamètes (Figure 4.17), donnant ainsi naissance à des zygotes qui prendront le nom d'oocyste après formation de leur coque (Figure 4. 18). Ces oocystes sont libérés avec les fèces du poulet dans le milieu extérieur (Figure 4. 19), c'est le début de la sporogonie. L'oocyste libéré n'est pas infectant (Figure 4. 1). C'est sous des conditions environnementales favorables (chaleur, oxygène et humidité) (Waldenstedt *et al.*, 2001) les oocystes sporulent et deviennent par conséquent infectants. Après sporulation, les oocystes vont contenir 4 sporocystes chacun renfermant 2 sporozoïtes (Allen et Fetterer, 2002 ; Dakpogan *et al.*, 2012).



Ce cycle est composé de trois phases : la **sporogonie** (1 à 2) ou étape de sporulation à l'extérieur de l'hôte, la **schizogonie** ou mérogonie (3 à 12) et la **gamogonie** ou phase de Multiplication sexuée qui ont lieu dans les cellules de l'hôte (13 à 19).

Figure 4 : Cycle de développement des coccidies du genre *Eimeria* chez le poulet (Conway et McKenzie, 2007).

1.2.4 Conditions de la sporulation

La sporulation des oocystes dépend principalement de trois facteurs de base :

- La température optimale (25 - 30 °C),
- L'humidité relative (de 30% à 80%) et
- L'accès à l'oxygène.

Dans des conditions idéales, la sporulation se produit dans 24 à 48 h pour la plupart des espèces *Eimeria* de poulets (Waldenstedt *et al.*, 2001). La variation du temps de sporulation peut être considérée comme un des critères d'identification des différentes espèces dans le cas des conditions de milieux identiques. L'oocyste sporulé possède une enveloppe oocystale protectrice, elle est très résistante et donc très difficile à détruire ce qui lui permet de survivre pendant de longues périodes dans des conditions externes défavorables (ils peuvent survivre plusieurs mois, voire plus d'un an). Il est résistant aux fortes variations de température, d'humidité et à quelque désinfectants (Voeten, 1987), cependant, la dessiccation extrême comme l'exposition directe au soleil limite la survie des oocystes et les températures inférieures à -30 °C ou supérieures à 63 °C sont létales (Chartier et Paraud, 2012).

Autres facteurs défavorables à la sporogonie et à la survie de l'oocystes peuvent se présenter dans la litière permanente des élevages et on peut citer (Conway et McKenzie, 2007) :

- L'anaérobiose, lorsque la litière reste tassée ;
- Les fermentations ammoniacales ;
- La température plus élevée ;
- Les bactéries en nombre plus important.

1.3. Épidémiologie

La coccidiose est une maladie cosmopolite, connue dans tous les pays d'élevage avicole et aucune exploitation n'en est exempte. Williams (1999), a en effet indiqué qu'il était extrêmement rare de trouver des élevages industriels de volailles sans présence du parasite *Eimeria* (McDougald et Fitz-Coy, 2008). De plus, d'autres études ont montré que l'infection ne se faisait pas par une seule espèce mais qu'il y avait généralement présence de deux, ou de trois espèces simultanément (Quiroz-Castañeda et Dantán-González, 2015). Le potentiel de reproduction de l'espèce varie considérablement, les espèces moins pathogènes telles que *E. acervulina* et *E. mitis* se reproduisent plus abondamment que les espèces les plus pathogènes telles que *E. tenella* et *E. necatrix*.

C'est une maladie qui peut sérieusement limiter le développement de la production avicole, que ce soit dans les élevages fermiers qu'industriels (Yvoré *et al.*, 1982).

Dans le milieu extérieur, l'oocyste évolue vers la forme sporulée infectante (Waldenstedt et al., 2001). L'unique source du parasite dans un élevage est représentée par les animaux infectés rejetant les oocystes dans leurs fèces ; la propagation des coccidies par la pollution des aliments et de l'eau avec les excréments d'oiseaux infectés est le moyen le plus commun et directe par lequel cette maladie se prolifère, la transmission mécanique indirecte de la coccidiose est assurée par divers animaux : les oiseaux et les rongeurs, ainsi que les chaussures et les vêtements de l'homme (Cox, 1998; Ruff, 1999 ; Carvalho et al., 2011 ; Yim et al., 2011). Les oocystes de coccidies sont très résistants, notamment après sporulation d'où la pérennité de l'infection (Matsui et al., 1989). Dans l'eau, les oocystes sont toujours infectants après 14 mois (*Eimeria necatrix*), voire 24 mois (*Eimeria tenella*) (Bussieras et Chermette, 1992).

L'infection par les coccidies dépend de :

- **La gestion de l'environnement** : Les conditions du milieu sont les moyens de persistance des coccidies, où la coccidiose apparaît à chaque moment quand la température et l'humidité favorables sont réunies.
- **Le parasite** : L'état du parasite (sporulé ou non) ; les coccidies ne sont pathogènes que pour des individus appartenant à des espèces animales bien déterminées.
- **L'hôte animal** : Le risque de la coccidiose est plus élevé dans les cas de gestion intensive des volailles que dans la gestion extensive en raison des effets de concentration et de confinement sur l'hôte et le parasite (Conway et McKenzie, 2007).

Il n'y a pas de stimulation de l'immunité croisée entre les espèces de coccidies (McDougald et Steve, 2008 ; Price et Barta, 2010). La résistance du poulet est maintenue lors d'une exposition continue à l'infection de coccidies à faible quantité, elle est relative et non pas absolue car elle n'élimine pas l'infection, mais régule effectivement le taux de production des coccidies dans le tractus intestinal de l'hôte (Yvone et al., 1993).

La contamination par les oocystes d'*Eimeria* est généralement faible au cours des deux à trois premières semaines, augmente rapidement pour atteindre un pic entre la quatrième et sixième semaine, et diminue ensuite vers la septième à huitième semaine (Figure 5).

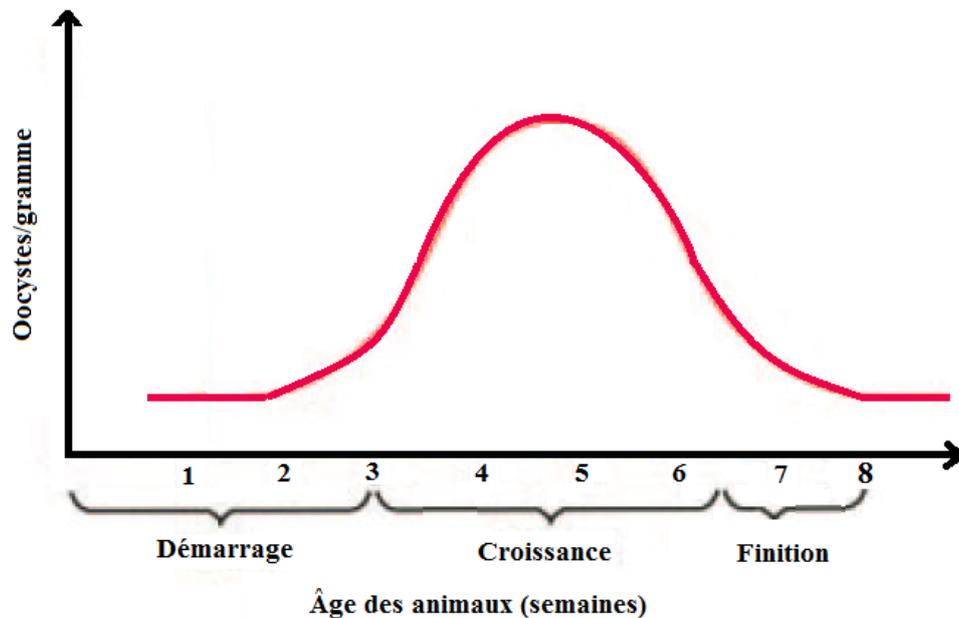


Figure 5 : Oocystes par gramme de litière au cours de l'âge des animaux (Conway et McKenzie, 2007).

1.4. Pathogénie et immunité

Les coccidies, au cours de leur développement, exercent chez l'hôte une action pathogène et une action immunogène (Bussiéras et Chermette, 1992).

1.4.1. Actions pathogènes

Au cours des coccidioses on assiste à une destruction massive des cellules épithéliales, site de différentes phases de multiplication parasitaire avec pour conséquences une inflammation et desquamation de la muqueuse intestinale et/ou cœcale, et l'éclatement des capillaires provoquant des pertes importantes de sang par hémorragie. C'est un phénomène directement lié au développement des schizontes II (schizontes de deuxième génération) en raison de leur nombre élevé, leurs dimensions importantes (21-25 µm) et leur localisation dans les couches profondes sous épithéliales.

Dans le cas d'*Eimeria tenella* les bactéries associées jouent un rôle essentiel dans la pathogénie ; l'augmentation du nombre d'espèces bactériennes associées aggrave la maladie en assurant à la fois une activation des schizogonies parasites et une modification de la flore bactérienne (Yvoré et al., 1982). Cependant, au cours des coccidioses de l'intestin grêle on assiste seulement à des perturbations nutritionnelles. Dans tous les cas, la diminution de l'absorption des composants de l'aliment est observée (Bussiéras et Chermette, 1992).

Les coccidies exercent également une action toxique locale déterminant de la nécrose et aggravant les hémorragies. Le phénomène de CIVD (Coagulation Intra- Vasculaire Disséminée) a également été observé (Bussiéras et Chermette, 1992).

Par ailleurs, la coccidiose est également une maladie immuno-déprimante ; la vaccination contre la maladie de Newcastle est moins efficace chez des poulets faiblement infestés par *Eimeria tenella* (Bussiéras et Chermette, 1992). Elle favorise certaines infections dans les élevages ; on a pu montrer que les oocystes d'*Eimeria tenella* et d'*Eimeria necatrix* peuvent héberger le virus de la maladie de Newcastle et assurer l'infection *per os* des oiseaux. Le virus survit dans les oocystes pendant 8 mois à +4°C. En outre, *Eimeria tenella* aggrave une infection par *Salmonella typhimurium* (Bussiéras et Chermette, 1992).

Les conséquences de l'action pathogène chez l'animal sont multiples :

- **Diarrhée** : conséquence des lésions inflammatoires et des modifications électrolytiques plasmatiques ;
- **Diminution de l'absorption des nutriments** : en raison de l'atrophie des villosités intestinales ;
- **Lésions épithéliales** : conduisant à l'hypoprotéinémie due à des fuites plasmatiques à travers l'épithélium détruit. Cette chute de la protéinémie et les perturbations ioniques (fuite de Na⁺) peuvent être à l'origine d'un état de choc ;
- **Ulcère et hémorragie** : par action enzymatique dans la *lamina propria*. Cette action s'exerce aussi sur les vaisseaux sanguins, d'où l'hémorragie observées pour certaines espèces de coccidies (*Eimeria tenella*, *Eimeria necatrix*). Si l'action protéolytique est importante des ulcères à la surface de la muqueuse peuvent être formés ;
- **Élévation de la flore bactérienne cœcale** : l'accumulation du tissu nécrosé et éventuellement de sang, favorise une importante pullulation bactérienne. Ce phénomène s'exprime par des insuffisances de la thérapeutique anticoccidienne et aura des séquelles pathologiques après la disparition des coccidies.

Enfin, il est à noter que l'action de la coccidiose ne se limite pas à l'intestin. Elle est beaucoup plus générale puisqu'elle modifie, par exemple, la teneur en acides aminés libres du muscle (Bussiéras et Chermette, 1992).

1.4.2. Action immunogène

La coccidiose confère aux sujets ayant pu guérir une forte immunité acquise, qui est spécifique, et ne s'applique qu'à l'espèce coccidienne ayant servi d'antigène pour son induction. Son degré dépend de l'espèce parasitaire. Cette dernière est essentiellement à médiation cellulaire (Prowse, 1991 ; Chapman, 2014).

Le stade initial est déclenché lors de la reconnaissance par les cellules lymphocytaires des antigènes parasites à la surface des macrophages. Le rôle des lymphocytes CD8⁺ est

complexe, impliquant à la fois une action directe via la sécrétion de lymphokines ou de lymphotoxines et une action indirecte par le recrutement des macrophages. Le rôle des macrophages et des cellules tueuses (NK ou Natural Killer) est aussi important (Guyonnet, 2015). Une fois installée, cette immunité se traduit par une diminution ou suppression des troubles, et une diminution (le plus souvent) ou suppression de la production d'oocystes. Sa persistance est limitée dans le temps, en l'absence de ré infestation pour l'entretenir (Bussiéras et Chermette, 1992).

Malgré d'innombrables études, le mécanisme exact de cette immunité reste mal connu. Des travaux en infection expérimentale montrent que l'immunité est totalement acquise et installée après trois contacts avec toutes les espèces de coccidies du poulet et même parfois en un cycle avec certaines espèces comme *E. maxima*, le cycle durant une semaine et l'immunité 3 semaines (Bostvironnois et Zadjian, 2011).

L'immunité humorale n'a qu'un rôle limité (Prowse, 1991 ; Chapman, 2014) et il n'existe pas de corrélation entre les taux plasmatiques d'immunoglobulines et le degré de protection contre les coccidioses. Seuls les anticorps sécrétoires IgA et IgM semblent jouer un rôle au niveau de la barrière intestinale en protégeant contre l'invasion des cellules. En dépit de nombreuses recherches au cours des 20 dernières années, les mécanismes de l'immunité ne sont pas encore clairement établis (Guyonnet, 2015).

1.4.3. Interaction avec autres organismes

L'effet pathogène des coccidies peut être aggravé par le poly-parasitisme affectant le poulet par exemple dans des différentes portions du tube digestif avec la présence de différentes espèces d'*Eimeria*, la coïncidence des périodes de multiplication et aussi la présence des nématodes (Chartier et Paraud, 2012) ou même d'autres agents pathogènes tels que les bactéries (*Clostridium*, *Escherichia coli*, *Salmonella*...), des reovirus, de nombreuses mycotoxines et des virus qui provoquent la maladie de Marek, la bursite infectieuse (maladie de Gumboro) et la bronchite infectieuse (Ruff, 1999 ; McDougald et Steve, 2008).

On trouve aussi les bactéries probiotiques qui peuvent concourir sur les sites d'adhésion et d'occuper les récepteurs communs sur les cellules épithéliales, ce qui implique le retard de la pénétration et l'infiltration des oocystes d'*Eimeria* et, par conséquent, leur reproduction et leur excrétion (Dalloul et al., 2003).

1.5. Étude clinique

1.5.1. Symptômes

En fonction des espèces de coccidies, l'âge des sujets, et le mode d'élevage, on peut distinguer deux types de coccidioses : les coccidioses cliniques et les coccidioses subcliniques.

1.5.1.1. Coccidioses cliniques

Elles sont dues à *Eimeria tenella*, *Eimeria necatrix*, *Eimeria brunetti* et se manifestent en l'absence, ou lors d'inefficacité des anticoccidiens. Deux formes de maladies sont généralement observées ; les formes aiguës et les formes chroniques.

a. Formes aiguës : sont surtout observées chez les poulets jeunes, fortement infestés, et ne recevant pas de coccidiostatiques dans l'alimentation, puis les adultes stressés ou affaiblis par d'autres maladies (maladies de Marek et de Gumboro), aussi bien en élevage industriel qu'en élevage traditionnel. Dans le cas de la coccidiose cœcale (*Eimeria tenella*), elle atteint les sujets âgés de 2 à 3 semaines (Villate, 2001). Cliniquement la maladie est caractérisée par l'immobilité, l'abattement, les plumes hérissées, les ailes pendantes, un état général altéré et les animaux se mettent en boule. Les animaux mangent peu, mais boivent beaucoup. On observe une diarrhée hémorragique, rejet de sang en nature, éliminé massivement, provoquant une anémie extrême. La mort survient autour de 2 à 3 jours (Bussiéras et Chermette, 1992). En effet, 90% des animaux peuvent succomber à la suite d'une coccidiose due à *Eimeria tenella* (Buldgen *et al.*, 1996). Les oiseaux qui survivent après 8 jours, guérissent et demeurent de non-valeur économique (Fortineau et Troncy, 1985).

Dans le cas de la coccidiose intestinale due à d'autres espèces elle a une symptomatologie plus frustrée que la précédente. Elle entraîne une perte d'appétit, un amaigrissement, une pâleur de la crête et des barbillons (signe d'anémie), et une diarrhée jaunâtre parfois sanguinolente. La morbidité et la mortalité dépendent de l'espèce en cause (Villate, 2001).

b. Formes chroniques : sont observées en général chez les sujets âgés. Elles se manifestent cliniquement par un abattement, un appétit capricieux, une diarrhée intermittente de mauvaise odeur, un retard de croissance.

Il est possible d'observer des troubles nerveux, des convulsions, et des troubles de l'équilibre, évoquant ceux d'une encéphalomalacie de nutrition (Bussiéras et Chermette, 1992).

1.5.1.2. Coccidioses subcliniques

Elles sont dues essentiellement à *Eimeria acervulina* et à *Eimeria maxima*, chez les oiseaux ne recevant pas de coccidiostatiques, ou avec des espèces coccidiennes non sensibles aux coccidiostatiques utilisés, ou enfin lors de chimiorésistance. Les coccidioses subcliniques sont

asymptomatiques, mais de grande importance économique, car entraînent la diminution du taux de conversion alimentaire et un mauvais aspect des carcasses (décoloration) (Bussiéras et Chermette, 1992). Elle évolue selon deux types : soit extension rapide, qui affecte tous les oiseaux d'un effectif en quelques jours, soit extension lente, qui n'atteint tous les oiseaux qu'en 3 semaines environ. Cette forme est dangereuse car elle est occulte.

1.5.2. Lésions

1.5.2.1. Lésions macroscopiques

Observées à l'autopsie, elles varient en fonction des espèces de coccidies :

- Dans la coccidiose cæcale, les lésions sont nécrotiques et hémorragiques. Les cæcums hypertrophiés, boudinés, hémorragiques ; à l'incision on découvre du sang en nature (4^{ème} jour d'infestation), ou associé à un caillot (5^{ème} jour), puis une volumineuse masse de fibrine (7^{ème} jour).
- Dans les autres formes de coccidioses, l'intestin des malades est souvent flasque et dilaté. À l'ouverture, la muqueuse apparaît modifiée en des étages variables avec les espèces de coccidies en cause. Elle présente des lésions inflammatoires catarrhales avec parfois un léger piqueté hémorragique.
- Au cours de la coccidiose chronique, en plus des lésions d'entérite, des lésions hépatiques peuvent être observées et elles apparaissent comme des points miliaires blanchâtres ou grisâtres (Conway et McKenzie, 2007).

Selon le degré des lésions macroscopiques, on peut définir une échelle du score lésionnel (Johnson et Reid, 1970).

1.5.2.2. Lésions microscopiques

Se traduisent par une nécrose épithéliale, une atrophie des villosités intestinales. Ces lésions sont dues aux schizontes pour *Eimeria tenella* et *Eimeria necatrix* ou aux gamontes pour les autres espèces. Les lésions observées, dans la forme aiguë, sont dominées par des phénomènes vasculaires (congestion, œdèmes et hémorragies).

Dans la forme nécrotique et hémorragique, on note une destruction complète de l'épithélium et des villosités associée à des hémorragies.

1.6. Diagnostic des coccidioses

1.6.1. Diagnostic ante-mortem

1.6.1.1. Diagnostic clinique

Le diagnostic clinique de la coccidiose est facile dans les formes aiguës, mais celles-ci sont de plus en plus rares actuellement. Il est basé sur l'observation des signes cliniques et peut se

confirmer aisément à l'examen coprologique (Belot et Pangui, 1986). Le diagnostic est, par contre, difficile dans les autres formes de la maladie (Bussiéras et Chermette, 1992).

La coccidiose doit être distinguée de :

- L'histomonose (atteint surtout les dindonneaux, mais aussi les poulets),
- La pullorose (ou diarrhée blanche des jeunes sujets) et
- La forme aiguë des salmonelloses chez les adultes (caractérisées par des symptômes généraux graves et des symptômes digestifs) (Bussiéras et Chermette, 1992).

1.6.1.2. Diagnostic expérimental

Il est basé sur la recherche des oocystes dans les fientes. Mais il n'est pas efficace puisque l'action destructrice des coccidies précède l'apparition des oocystes dans la litière. En effet, la grande action destructive des coccidies s'opère dès la 2ème génération des schizontes (4-5ème jour), alors que les oocystes sont d'apparition plus tardive. Pour plus de fiabilité, il faut faire appel au diagnostic nécropsique.

1.6.2. Diagnostic post-mortem

Repose sur l'autopsie, et a pour but de rechercher les lésions de coccidiose et de faire des prélèvements (fragments d'intestin et de cæcum) pour des examens microscopiques (des produits de raclage de la muqueuse intestinale et des fragments d'intestins). La mise en évidence, soit des oocystes de coccidie, soit des lésions caractéristiques de la coccidiose, confirme la présence de la maladie. Les lésions observées peuvent faire l'objet d'une classification selon la technique de Johnson et Reid (1970). Cependant, il faut signaler que le diagnostic précis de la coccidiose est très difficile (McDougald et Reid, 1991).

1.6.3. Score lésionnel de Johnson et Reid (1970)

Le score lésionnel est une technique de diagnostic développée par Johnson et Reid et publiée en 1970.

Elle consiste à attribuer une note, sur une échelle de 0 à 4 à chacune des portions de l'intestin suivant le degré de sévérité de l'inflammation provoquée par les parasites, l'épaississement de la muqueuse intestinale et l'état de digestion du contenu intestinal (Figure 6). Cette technique demeure à l'heure actuelle la méthode de référence pour l'évaluation de la sévérité des lésions induites par les coccidies.

Le score lésionnel varie considérablement lorsqu'il s'agit d'infections mixtes (cas le plus fréquemment rencontré), ou lorsqu'il s'agit d'infections impliquant une seule espèce coccidienne.

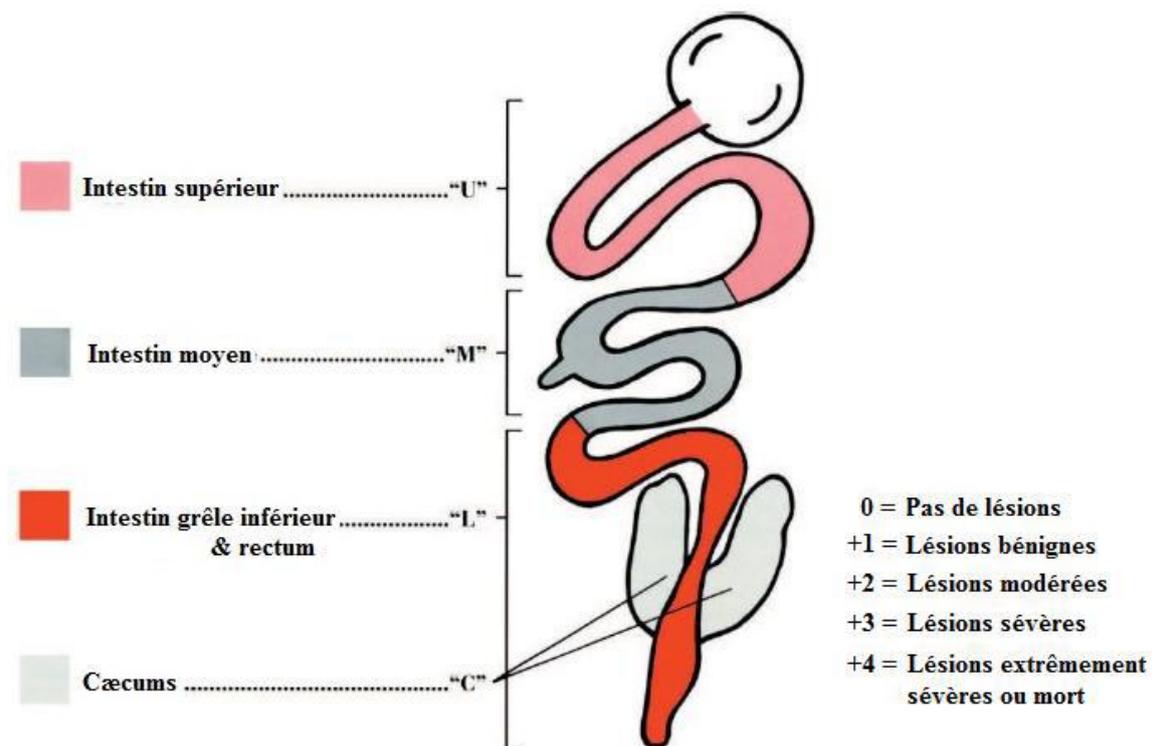


Figure 6 : Zones d’infestation et scores lésionnels (Conway et McKenzie, 2007).

1.6.3.1. Scores lésionnels pour l’espèce *Eimeria tenella*

Eimeria tenella est une espèce de coccidies ubiquitaire (Xu *et al.*, 2008). Cette espèce envahit habituellement les deux cæcums et dans les cas graves peut toucher également l’intestin, de part et d’autre de la jonction des cæcums, voire le rectum. Selon Johnson et Reid (1970), les notes attribuées aux lésions dues à *Eimeria tenella* sont comme suit :

- **Note 0 :** Pas de lésions macroscopiques.
- **Note +1 :** Quelques pétéchies dispersées, de couleur rougeâtres ou pourpre, sont visibles sur le cæcum ouvert. Moins fréquemment, ces lésions peuvent également s’étendre à l’intestin grêle inférieur entre les cæcums.

Il n’y a pas d’épaississement de la paroi cæcale. Les matières fécales sont généralement de couleur brunâtre, mais une légère quantité de sang peut être présente. De légers signes cliniques peuvent apparaître chez les poulets infectés (Figure 7.1).

- **Note +2 :** Pétéchies, un peu plus nombreuses, sont apparentes à la surface de la séreuse. Les saignements, apparaissant entre le cinquième au septième jour de l’infection, sont plus marqués sur la surface de la muqueuse par rapport à la note +1. Excepté la présence de peu de sang, les matières fécales sont d’aspect normal. Une autre caractéristique, plus fiable pour juger de la gravité est le degré d’épaississement de la paroi cæcale, faible dans ce cas. Avec ce degré d’infection, les signes cliniques se manifestent chez les poulets infectés (Figure 7.2).

○ **Note +3** : Saignement plus grave, avec coagulation de sang apparaissant dans l'extrémité distale des poches cæcales. Le caillot se durcit et forme avec la muqueuse escarrifiée un noyau. Absence de matières fécales normales car les cæcums sont devenus pratiquement non fonctionnel. Épaississement marqué de la paroi cæcale. La séreuse du cæcum non ouvert montre des pétéchies fusionnées et érosion de toute la surface. Les frissons, et les déjections sanglantes sont parmi les signes cliniques observables (Figure 7.3).

○ **Note +4** : Hémorragie sévère, paroi des cæcums plus épaissie et l'érosion de la muqueuse apparaît vers le cinquième jour de l'infection. Les cæcums non ouverts sont distendus avec du sang à l'extrémité distale, mais sont contractés et raccourcis. Les poulets cessent de s'alimenter et de boire. La mort peut survenir soudainement à partir du cinquième jour, et atteint un pic au sixième jour. Elle s'étend au septième, et même jusqu'au dixième jour après l'infection (Figure 7.4). Vers le sixième au huitième jour, le noyau dans le cæcum durcit et peut persister pendant une autre semaine ou plus. Le noyau peut prendre plus de couleur blanchâtre, avec une énorme accumulation de matériaux détachés de la muqueuse. L'examen microscopique du produit de raclage de la muqueuse montre de nombreux oocystes. Des zones pourpres indiquent la présence de gangrène, et la rupture de la paroi cæcale peut occasionnellement survenir à ce stade. Les oiseaux morts sont notés +4.

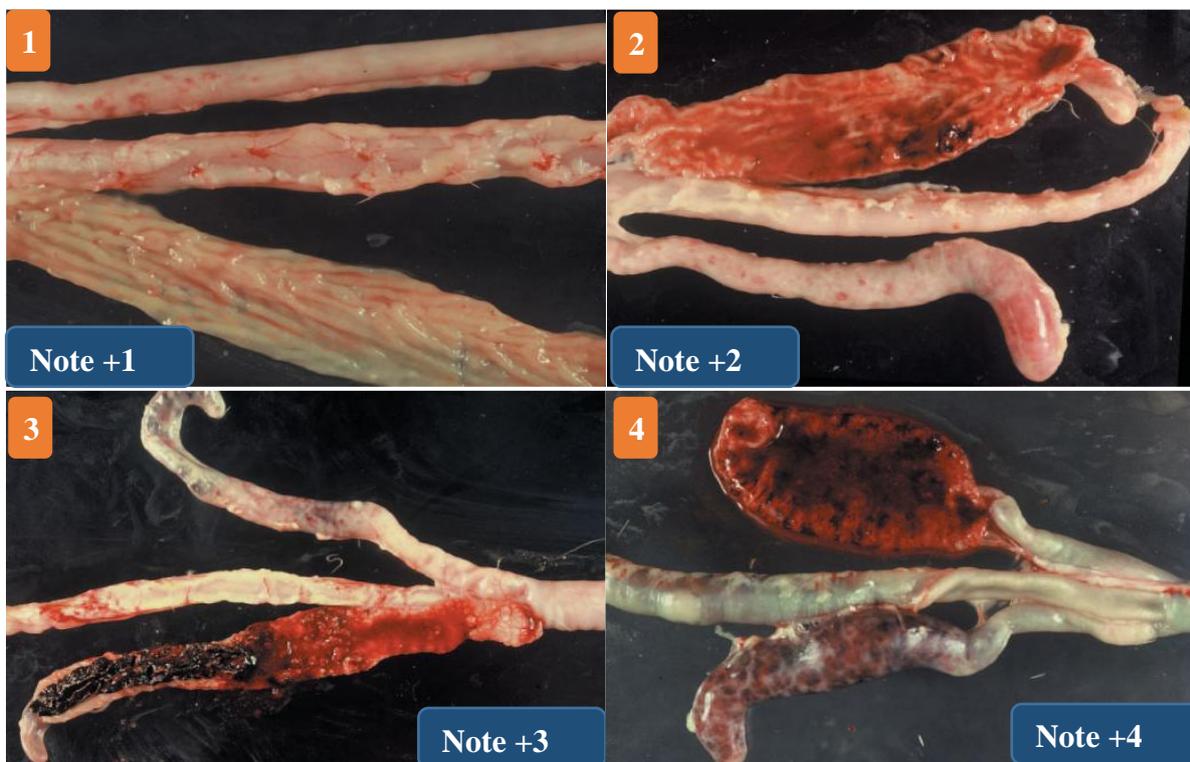


Figure 7 : Scores lésionnels d'*Eimeria tenella* (Conway et McKenzie, 2007).

1.7. Prophylaxie

En production avicole, il n'est pas possible d'éliminer radicalement la coccidiose des élevages. On peut tout simplement essayer d'en réduire les conséquences, afin qu'elle n'affecte pas la production et diminuer les pertes économiques qu'elle engendre.

1.7.1. Prophylaxie sanitaire

Il faudra éviter l'accumulation des déjections et limiter le contact entre les volailles et les fientes. Lorsque l'élevage se fait sur sol, il faudra que la litière soit d'une épaisseur convenable, ainsi les fientes s'enfuissent facilement. La litière entassée favorise la sporulation ; il est donc déconseillé de la brasser en cours d'élevage, car cela rend accessible les oocystes sporulés infectants (Meklati, 2003 ; Baltazart, 2010).

Le bâtiment d'élevage doit être conçu selon les normes, favorisant une bonne ventilation et d'éviter l'ensoleillement. Il faudra aussi éviter les terrains humides et choisir un endroit abrité des vents et d'accès facile (Mekalti, 2003). Les abreuvoirs et les mangeoires ne doivent pas être souillés (Van Eekeren, 2006).

La densité des animaux est un point à maîtriser ; car non seulement une forte densité diminue la résistance des animaux ; mais en plus favorise rapidement l'augmentation de la concentration en oocystes (Magdelaine et Chesnel, 2002).

Enfin, le suivi sanitaire des oiseaux est important afin d'accroître leur résistance. Ces derniers doivent être nourris avec une alimentation de bonne qualité enrichie en vitamines A et D. Limiter les contaminations extérieures est aussi un point clé pour la maîtrise et le contrôle de la coccidiose ; l'utilisation des bottes ou des surbottes spécifiques à chaque bâtiment limite l'apport de coccidies depuis le milieu extérieur. Le pédiluve a un effet mécanique pour le nettoyage du bas des chaussures ; mais il faut veiller à son bon entretien, car il peut très vite se transformer en un réservoir de pathogènes.

Il faut éviter toute contamination par les véhicules pendant la livraison et la distribution d'aliment, le ramassage des animaux...etc. L'accès des bâtiments doit être limité au strict nécessaire (Boka, 2006 ; Van Eekeren, 2006).

Le vide sanitaire et la désinfection complète du milieu entre deux bandes est indispensable. Tout matériel d'élevage doit être démonté, sorti du bâtiment et désinfectés (Baltazart, 2010). La litière doit être complètement enlevée et renouvelée (Mirabito, 2004). Le lavage des murs et du sol avec une bonne évacuation des eaux usées permet d'éliminer la plupart des oocystes, les coccidies sont aussi sensibles à la dessiccation (Williams et *al.*, 2003).

1.7.2. Prophylaxie médicale

Les anticoccidiens capables d'inhiber le développement du parasite ou de le détruire sont aujourd'hui la principale méthode de lutte ; ils sont administrés aux animaux incorporés dans l'aliment pendant toute la durée de l'élevage à l'exception de la période de retrait légale avant l'abattage des poulets, qui est de 4 jours au moins.

La chimio-prévention et la vaccination sont des mesures de prévention qui n'empêchent pas toujours l'apparition, le développement et la propagation de la maladie dans les élevages intensifs ; Il faut donc envisager d'autres moyens efficaces.

Les traitements par médicaments curatifs doivent être mis en œuvre dès l'apparition des premiers signes cliniques de coccidiose. Ces derniers doivent agir sur les schizontes II, ou les gamétocytes qui sont les formes pathogènes des coccidies. Les médicaments doivent être administrés dans l'eau de boisson, car la consommation d'eau devient accrue pendant l'infestation par *E. necatrix*, *E. maxima* et *E. brunetti*, contrairement à l'appétit qui chute considérablement. Certains anticoccidiens utilisés peuvent avoir un effet purement coccidiostatique, inhibant la croissance des coccidies intracellulaire et d'autres peuvent avoir un effet purement coccidiocide, détruisant les coccidies pendant leur développement.

Plusieurs anticoccidiens n'ont pas la même action sur tous les stades de développement du parasite; certains sont initialement coccidiostatique sur la première génération de schizontes et un effet coccidiocide sur la deuxième génération de schizontes, la deuxième génération de mérozoïtes et aussi sur les gamétocytes (Fowler, 1995), par exemple le Diclarzuril agit sur la première schizogonie chez *Eimeria tenella* mais sur la dernière schizogonie chez *Eimeria acervulina* et sur les macrogamètes en maturité chez *Eimeria maxima* (Dakpogan et al., 2012).. D'autres anticoccidiens peuvent avoir les deux effets sur les mêmes stades évolutifs selon leurs posologies.

De nos jours dans la plupart des productions des volailles, c'est les coccidiocides qui sont largement utilisés. Les produits utilisés qui sont mis en vente pour lutter contre la coccidiose et la contrôler appartiennent à deux grandes catégories (Naciri et al., 2011). Ces dernières sont représentées par des molécules ionophores et des agents synthétiques (également connus sous le nom des produits chimiques) (De Gussem, 2007). Chaque anticoccidien a un mode d'action sur la phase endogène du cycle de vie du parasite (Chartier et Paraud, 2012) :

- Les ionophores sont interférés avec le passage des ions à travers la membrane cellulaire comme les sporozoïtes (une étape de vie présente dans la lumière intestinale, avant qu'ils pénètrent dans une cellule hôte) qui provoquent la mort du parasite.

○ Les produits synthétiques ont une action complètement différente ; ils inhibent une variété de voies biochimiques et détruisent les stades intracellulaires une fois que le parasite a envahi les cellules hôtes (Chapman, 2007).

A titre curatif en cas de coccidiose déclarée, le traitement se fait avec les anticoccidiens classiques spécifiques ou non spécifiques ; la plupart de ces produits peuvent aussi être utilisés à titre préventif en fonction de la dose.

L'incorporation des médicaments anticoccidiens dans les aliments pour les oiseaux était le procédé le plus pratique pour contrôler la maladie (Remmal et *al.*, 2011), cependant l'utilisation continue d'un même produit peut conduire à l'acquisition de la résistance au parasite, ce qui se traduira par une perte d'efficacité de ce dernier (Ruff, 1999 ; Chapman, 2007 ; Remmal et *al.*, 2011 ;). Aussi des résidus de médicaments peuvent être présent dans les carcasses des volailles ceux-ci sont toxiques pour la consommation humaine (Price et Barta, 2010), les anticoccidiens doivent être retirés habituellement de 5 à 7 jours avant l'abattage des oiseaux (Taylor et *al.*, 2007 ; McDougald et Steve, 2008). Les principaux anticoccidiens utilisés chez la volaille sont rapportés dans le tableau 1.

Tableau 1. Anticoccidiens pour la volaille (Chapman, 2007 ; McDougald et Steve, 2008 ; Dakpogan et *al.*, 2012).

Espèce ciblée	Famille	Principe actif	Nom commercial	Période de retrait avant abattage	
Poulet de chair	Ionophore	Glycosid monovalent	Semduramycine	Aviax®	0 jours
			Maduramycine	Cygro®	5 Jours
		Monovalent	Salinomycine	Biocox® Salinomax® SacoX®	0 Jours
			Monensin	Coban® Elancoban	0 Jours
			Narasin	Monteban®	0 Jours
		Bivalent	Lasalocide	Avatec®	3 Jours
Poulet de chair	Synthétique	Robenidine	Robenz® Cycostat®	5 Jours	
		Décoquinate	Deccox®	0 Jours	
		Dinitolmide	Zoamix ®	0 Jours	
		Amprolium	Amprol®	0 Jours	
		Clopidol	Coyden®	0-5 Jours	
		Diclazuril	Clinacox®	0 Jours	
		Toltrazuril	Baycox®	10-12 jours	
		Halofuginone	Stenorol®	5 Jours	
Nicarbazine	Nicarb®	4 Jours			

L'utilisation prolongée de ces médicaments conduit inévitablement à l'apparition de souches d'*Eimeria* résistantes aux médicaments (Jeurissen *et al.*, 1996 ; Tierney *et al.*, 2004). Des programmes sont installés pour éviter la perte de l'effet des anticoccidiens, tel que le programme de " shuttle " (différents médicaments dans la durée de vie, c'est à dire, un produit synthétique dans la nourriture de démarrage, un ionophore dans l'alimentation de croissance et pas de médicaments dans l'alimentation de finition) ou un programme de " rotation " entre les médicaments à différents moments de l'année (par exemple la Nicarbazine au cours de l'automne et l'hiver, un autre médicament au printemps et en été), cette programmation aide à retarder, ou même dans certains cas, d'éviter l'émergence de la résistance (Ruff, 1999).

Des tests de sensibilité des coccidies aux anticoccidiens ou anticoccidiogrammes s'avèrent utiles afin de pouvoir proposer l'utilisation d'un ou la synergie de plusieurs anticoccidiens dans le but d'optimiser leurs efficacités et réduire leurs toxicités (Naciri *et al.*, 2011).

1.7.3. Vaccination

Il est indispensable de conserver le maximum d'efficacité des produits anticoccidiens actuels (Hachimi *et al.*, 2008), mais l'apparition de résistances a stimulé la recherche d'autres méthodes alternatives préventives comme la vaccination (Naciri et Brossier, 2009). La vaccination est composée de souches sélectionnées de chacune des espèces pathogènes de coccidies qui affectent la volaille ; ces souches présentent un développement rapide *in vivo* avec un minimum de dommages à l'intestin, mais stimulent une immunité efficace (Taylor *et al.*, 2007).

Il existe différents types de vaccins :

- **Vaccins inactivés injectables** : vaccination de géniteurs avec le transfert des anticorps maternels à la descendance.
- **Vaccins vivants virulents** : Contre les coccidioses du poulet et du dindon, ne sont pas disponibles en Europe (Marien et De Guessem, 2007) car ils sont composés de souches virulentes et leur utilisation risque d'introduire une pathologie, pourtant il y a Coccivac aux Etats-Unis et Immucox au Canada.
- **Vaccins vivants atténués** : Paracox®-8 et Paracox®-5 ; Livacox®. Le Paracox®-8 (8 souches d'*Eimeria*) cible les volailles à vie longue (reproducteurs, poules pondeuses, poulets labels) tandis que le Paracox®-5 mis sur le marché vise le poulet de chair. Plus facilement disponible, moins onéreux que le Paracox-8 mais encore d'un coût nettement supérieur à la chimio prévention, il représente une alternative intéressante pour une production de poulet de chair sans anticoccidiens, sans changement d'aliments (période de retrait) et sans problèmes de résistance, en attendant le vaccin idéal : le vaccin recombinant (Naciri, 2001).

CHAPITRE 2

LES ALTERNATIVES BIOLOGIQUES AUX ANTIBIOTIQUES

Suite au retrait pratiquement international de l'utilisation des antibiotiques facteurs de croissance ajoutés dans les aliments et le retrait graduel de ceux utilisés à titre préventif, de nombreuses alternatives ont été développées (Patel et Goyal, 2012 ; Regassa et *al.*, 2018). Selon l'Union Européenne, les additifs pouvant potentiellement remplacer les antibiotiques doivent obéir aux conditions de la réglementation (U.E., 2003), qui a pour but de garantir l'innocuité des produits vis-à-vis de la santé humaine et animale. Ces additifs sont définis comme des substances, microorganismes ou préparations, autres que la nourriture elle-même, qui sont additionnés intentionnellement à l'eau ou aux aliments.

Cette situation a amené la recherche à développer des nouvelles stratégies pour trouver des alternatives ; parmi lesquelles les plus utilisées pour améliorer la santé gastro-intestinale sont les probiotiques, les prébiotiques, les enzymes, les acides organiques, les huiles essentielles, les additifs alimentaires phyto-gènes et les immunostimulants (Adil et *al.*, 2011 ; Medhi et *al.*, 2018).

2.1. Prébiotiques

Par définition les prébiotiques sont des composants des aliments indigestibles, qui ont un effet bénéfique sur l'animal par le biais d'une stimulation de la croissance et/ou de l'activité d'un nombre restreint d'espèces bactériennes déjà résidente dans la flore digestive de l'animal ce qui peut contribuer à l'amélioration de la santé de l'animal (Schrezenmeir et De Vreseal, 2001 ; Rastall et Gibson, 2004 ; Cummings et Kong, 2004).

Les prébiotiques sont généralement des fibres fermentescibles qui ont des effets bénéfiques pour la santé stimulant la croissance et l'activité du microbiote intestinal de façon généralement favorable (Teng et Kim, 2018). Les fibres solubles sont davantage fermentescibles et sont donc davantage utilisées comme prébiotiques (Carlson et *al.*, 2018). Les fibres se caractérisent par différentes propriétés physiques telle la solubilité, la viscosité et la fermentescibilité qui sont responsables de leurs effets physiologiques. Les fibres solubles visqueuses ralentissent la vidange gastrique et prolongent le transit de l'intestin grêle. Les fibres solubles, qui ont des effets hypocholestérolémiant, réduisent la glycémie et l'insulinémie postprandiales. La production d'acides gras à chaîne courte lors de la fermentation exerce plusieurs effets bénéfiques sur la santé. Par exemple, les prébiotiques contribuent à rendre le microbiome intestinal plus sain, car ils stimulent la production de bifidobactéries et de lactobacilles et inhibent la croissance des populations de bactéries

pathogènes en réduisant le pH fécal par la production d'acides gras à chaîne courte (Slavin, 2013 ; Voreades et *al.*, 2014 ; Carlson et *al.*, 2018) et favorisent également la maturation du système immunitaire et renforcent la fonction de la barrière intestinale (Carlson et *al.*, 2018).

Les prébiotiques peuvent être synthétisés chimiquement ou se retrouver naturellement dans les céréales. Les oligo-saccharides constituent la catégorie la plus importante des prébiotiques, les principaux étant les fructo-oligosaccharides (FOS), les gluco-oligosaccharides (GOS), les mannan-oligosaccharides (MOS) et les galacto-oligosaccharides (GAS).

Les principaux prébiotiques utilisés en alimentation animale sont les mannan oligosaccharides, les β -glucanes et les fructanes.

2.1.1. Mannan-oligosaccharides (MOS) sont dérivés des parois cellulaires de levure (*Saccharomyces cerevisiae*) et sont riches en mannoprotéines (12,5%), mannane (30%) et glucane (30%) (Baurhoo et *al.*, 2009). Ils sont connus pour leur capacité à se lier aux bactéries pathogènes, comme les *E. coli* et *Salmonella* (Spring et *al.*, 2000). Des études ont indiqué qu'une supplémentation en MOS de 0,08 à 0,5% pourrait modifier la composition de la flore microbienne en augmentant le total des bactéries anaérobiques tel que, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, et en diminuant les bactéries pathogènes tels que *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* et *Campylobacter* (Spring et *al.*, 2000 ; Baurhoo et *al.*, 2009). Baurhoo et *al.* (2007) ont démontré que l'apport de MOS (0,2 %) chez des poulets entraîne une augmentation, dans leur contenu caecal, de la concentration en Lactobacilles de 0,8 logs (UFC/mL) et en Bifidobactéries de 0,6 logs, comparativement à un régime contrôle avec AFC (virginiamycine). Il est intéressant de noter que la MOS a augmenté les *Bacteroidetes* caecaux chez des poulets de chair âgés de 7 et 35 jours (Lee et *al.*, 2016) qui sont connus pour leur forte activité métabolique. Ils peuvent fermenter efficacement les polysaccharides non digestibles en AGV et, par conséquent, améliorent l'absorption des nutriments et protègent l'hôte d'une infection pathogène (Wexler, 2007).

2.1.2. β -glucane est un prébiotique dérivé de la levure ou des parois cellulaires des céréales, des bactéries et des champignons. Ce dernier peut réguler le système immunitaire en induisant la prolifération des cellules immunitaires pour attaquer les cellules infectées par des agents pathogènes ; de plus, l'exposition au β -glucane déclenche également la prolifération des macrophages et améliore la capacité phagocytaire des macrophages (Guo et *al.*, 2003 ; Cox et *al.*, 2010 ; Swiatkiewicz et *al.*, 2014 ; Teng et Kim., 2018).

2.1.3. Fructanes sont des extraits de différentes plantes, hydrolysés à partir de polysaccharides, ou produits par des micro-organismes, ont été administrés récemment dans les régimes de poulets de chair. Les fructanes sont classés en trois types distincts : le groupe

inuline, le groupe levan, et le groupe ramifié (Zhao et *al.*, 2013). C'est la liaison β -glycosidique en fructanes qui résistent à leur dégradation par les enzymes digestives chez les volailles et améliore la population de bactéries bénéfiques, comme les bifidobactéries et les lactobacilles, et élimine les niveaux de bactéries pathogènes, telles que *Clostridium perfringens* et *E. coli*, dans l'intestin des poulets de chair (Kim et *al.*, 2011 ; Ricke, 2015).

2.2. Probiotiques

Selon la définition de Fuller (1989), un probiotique est un additif de la ration contenant des microorganismes vivants, qui a un effet favorable sur l'animal hôte par le biais d'une amélioration de l'équilibre de la microflore intestinale. Selon Fuller (1989) l'avis de la commission de Schwann de 1969 pour réduire l'utilisation d'antibiotiques dans les aliments pour animaux a fortement stimulé le développement de produits de substitution tels que les probiotiques.

Afin que les probiotiques aient un impact positif sur l'animal, plusieurs points doivent être contrôlés :

- Les microorganismes doivent avoir un taux de croissance élevé dans l'environnement digestif ;
- Les microorganismes doivent produire des métabolites ayant un effet suppresseur sur les pathogènes ;
- Les microorganismes doivent être capables de survivre dans l'alimentation des animaux.

L'utilisation des probiotiques a débuté dans les années 1900. Il s'agit de préparations microbiennes vivantes utilisées comme additifs alimentaires. Les principaux modes d'action sont la stimulation du système immunitaire par l'exclusion compétitive des agents pathogènes, la production d'anticorps, la diminution de l'apoptose cellulaire et l'amélioration de la fonction barrière de l'intestin grâce à la fortification des bactéries bénéfiques de la microflore intestinale (Patterson et Burkholder, 2003 ; Hassanein et Soliman, 2010 ; Bai et *al.*, 2013 ; Pan et Yu, 2014 ; Li et *al.*, 2016 Khan et *al.*, 2016).

Les probiotiques les plus utilisés dans les produits développés pour l'alimentation animale sont les *Lactobacillus acidophilus*, *Enterococcus faecium*, les espèces de *Bacillus*, *Bifidobacterium bifidum* et la levure *Saccharomyces cerevisiae* (Jacela et *al.*, 2010). Dans le même cadre, la supplémentation par d'autres types de probiotiques (tel que *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Enterococcus faecium*) améliore aussi la croissance, l'efficacité alimentaire et la santé intestinale (Samli et *al.*, 2007 ; Giannenas et *al.*, 2012 ; Ghasemi et *al.*, 2014). Cette amélioration est obtenue par une

réduction du pH intestinal, un changement de la composition bactérienne intestinale et une meilleure activité digestive.

L'administration d'*Enterococcus faecium* dans l'alimentation du poulet a eu un effet antibactérien sur la microflore bactérienne dans l'intestin grêle (Levkut et al., 2012). Des résultats similaires ont été rapportés avec *Streptomyces sp.* (Latha et al., 2016) et *Bacillus subtilis* (Zhang et al., 2013). D'autres travaux de recherche ont montré que l'incorporation de levures entraîne une augmentation dans les digestibilités du calcium et du phosphore ainsi que dans les digestibilités de la protéine brute, de l'énergie brute et de certains acides aminés chez les poulets pendant la période de démarrage (Bai et al., 2013).

Les probiotiques augmentent le ratio longueur des villosités sur profondeur des cryptes dans l'iléon (Afsharmanesh et Sadagh 2013 ; Chen et al., 2015). Les probiotiques peuvent aussi jouer un rôle anticoccidien, Giannenas et al. (2012) suggèrent que le traitement avec des probiotiques a atténué l'impact de coccidiose sur les poulets par un effet coccidiostatiques sur *Eimeria tenella* minimisant le risque et la propagation de la coccidiose.

2.3. Symbiotiques

Une approche intéressante pour la modulation de la microflore intestinale est l'utilisation de symbiotique. Un symbiotique est tout simplement une combinaison d'un probiotique et d'un prébiotique (Schrezenmeir et De Vrese, 2001 ; Suskovic, 2001 ; Grajek et al, 2005 ; Rastall et Gibson, 2004). L'objectif est d'augmenter la durée de survie du micro-organisme probiotique en lui fournissant un substrat pour sa fermentation. A nouveau cette fermentation permet une production importante d'AGV. Certaines combinaisons symbiotiques ont été bien étudiées, tels que les FOS (les fructooligosaccharides) et les bifidobactéries, (Fooks et Gibson, 2002) et le lactitol et les lactobacilles. Chez la volaille il a été déjà testé la combinaison de FOS avec une flore de compétition et on a vu que les poussins traités avec cette combinaison étaient mieux protégés contre les salmonelles que ceux traités avec les composantes simples (Van immerseel, 2003). Hofacre et al (2001) ont utilisé avec succès un symbiotique, c'est-à-dire un mélange de prébiotiques (mannane-oligosaccharides) et de probiotiques, pour contrôler l'entérite nécrotique associée aux *Clostridium perfringens* au cours d'un essai portant sur 960 poussins.

2.4. Acides organiques

Les acides organiques sont des composés ayant un rôle de correction d'acidité utilisés dans l'alimentation des poulets depuis très longtemps, ce sont des agents de conservation utilisés pour protéger contre la prolifération microbienne et fongique (Kum et al., 2010). Les acides organiques et leurs sels, regroupés sous le nom d'acidifiants, possèdent des avantages

zootechniques et sanitaires substantiels : un excellent pouvoir bactéricide, une régulation de la flore digestive, une forte appétence et un pouvoir d'activation des enzymes digestives. Ainsi, les performances de croissance progressent et parallèlement, les troubles digestifs régressent. L'apport d'acidifiants dans l'alimentation aide à maintenir un pH bas dans l'estomac et l'intestin, favorisant ainsi l'activation des enzymes protéolytiques et augmentant le temps de rétention gastrique (Partanen et Mroz, 1999). Ils favorisent également la flore acidophile. L'emploi d'acide butyrique à 0,4 % dans l'alimentation de poulets a permis une amélioration de la conversion alimentaire de 8 % (Leeson et *al.*, 2005). Manzanilla et *al.* (2006) ont démontré que le butyrate de sodium permet d'atteindre les mêmes performances de croissance que celles observées avec l'avilamycine. Les acides organiques seraient ainsi efficaces contre *E. coli* et *Campylobacter* (M'Sadeq et *al.*, 2015). Les acides propionique, lactique et sorbique ont notamment été rapportés pour diminuer la colonisation de bactéries pathogènes et la production de métabolites toxiques pour améliorer la digestibilité des protéines et des minéraux (Ca, P, Mg, Zn) (Richards et *al.*, 2005). Les acides organiques réduisent la production de composés toxiques bactériens qui viennent altérer la morphologie de l'intestin par la réduction de la colonisation de l'épithélium intestinale par des pathogènes (Sultan et *al.*, 2015). L'activité antibactérienne des acides organiques sur le *Campylobacter spp.*, *E. coli*, *Salmonella* et *Listeria monocytogenes* a été rapportée (Chaveerach et *al.*, 2004 ; Skrivanova et *al.*, 2006 ; Over et *al.*, 2009).

Dans l'alimentation des volailles, des acides organiques à chaîne courte tels que l'acide formique (C1), l'acide acétique (C2), l'acide propionique (C3) et l'acide butyrique (C4) ont été particulièrement étudiés. D'autres acides carboxyliques à chaîne courte utilisés comprennent les acides citrique, lactique, fumarique et malique (Dibner et Buttin, 2002). Des études ont montré que l'addition d'acides organiques aux aliments pour poulets de chair favorise la croissance, le taux de conversion des aliments (Hassan et *al.*, 2010). Ainsi, Mohammadagheri et *al.* (2016) ont montré qu'une supplémentation en acide citrique (2%) peut améliorer la prolifération épithéliale de cellules et la hauteur des villosités.

Parmi les acides organiques, le butyrate augmente la production de protéines de jonction dans les entérocytes, ce qui réduit la perméabilité de l'épithélium intestinal à l'invasion par des agents pathogènes (Adil et *al.*, 2010 ; Andreopoulou et *al.*, 2014). L'administration de l'acide butyrique a également changé la morphologie des villosités chez les poulets (Hu et Guo, 2007). Le butyrate est une source d'énergie préférée pour les entérocytes ; Leeson et *al.* (2005) ont trouvé des villosités plus longues dans le duodénum des poulets recevant de l'acide

butyrique dans l'alimentation que les poulets témoins. Le butyrate, est particulièrement bénéfique, en raison de ses propriétés anti-inflammatoires et anti-oxydantes (Slavin, 2013).

2.5. Enzymes

Les enzymes sont des protéines qui aident à améliorer la digestion. L'objectif de l'ajout de l'enzyme consiste à améliorer la digestion des polysaccharides non amylacés (sucre ne contenant pas d'amidon). Les polysaccharides non amylacés contribuent à augmenter la viscosité du contenu digestif et par conséquent à réduire la digestibilité de l'aliment (Zhang et al., 2000 ; Gunal et al., 2004). Depuis quelques années, l'utilisation d'enzymes sous forme d'additifs, ajoutés aux aliments, principalement chez les volailles, permet d'améliorer la digestibilité et la biodisponibilité de certains nutriments dans les aliments composés et également, en modifiant les caractéristiques physiques ou chimiques des excréments, de diminuer certaines cas les nuisances qui y sont associées dans les élevages industriels. Ces enzymes sont produites industriellement à partir de champignons ou de bactéries (Grajek et al., 2005). Incorporés dans les aliments secs en farines ou en granulés, elles n'ont pas d'action sur les matières de l'aliment avant son ingestion. Elles agissent donc dans le tube digestif ou leur action s'ajoute à celle des enzymes sécrétées par l'animal lui-même. Une condition indispensable de leur efficacité est leur persistance dans les aliments auxquels elles sont incorporées et ultérieurement dans le tube digestif. Cette composante de leur efficacité doit être validée avec un maximum de rigueur, étant donné que ces substances sont inactivées par la chaleur par des pH extrêmes et peuvent aussi à priori être dégradées par les enzymes protéolytiques du tube digestif. On distingue plusieurs enzymes utilisées en alimentation des volailles :

2.5.1. Phytases

Les Phytases fongiques hydrolysent l'acide phytique qui est la forme principale du phosphore dans les grains. Le phosphore phytique est très peu assimilable par les monogastriques du fait de la quasi absence de phytases bactériennes dans le contenu digestif. L'intérêt de l'utilisation des phytases est principalement écologique. Il permet, en augmentant l'utilisation du phosphore des céréales, de diminuer l'incorporation de phosphate minéral dans les aliments et ainsi de réduire les rejets de phosphore dans les lisiers et les fientes (Thomke et Elwinger, 1998).

2.5.2. β glucanases, xylanases, cellulases

Enzymes dégradant les polymères des parois végétales. Tous les grains en particulier le blé et l'orge, renferment une forte proportion (5.7 à 8.9%) de pentosanes ramifiés du type arabinoxylanes. Ces hémicelluloses limitent la digestibilité des céréales précitées chez les

volailles. De plus, leur aptitude à retenir de l'eau et former des gels, provoque chez les volailles, la formation des fientes collantes, et augmentent la teneur en eau des litières, avec, secondairement, une augmentation de la production d'œufs sales, ou, chez le poulet de chair, l'augmentation des affections des pattes ou des lésions du bréchet dépréciant la qualité des carcasses. L'utilisation conjointe, dans la même préparation, de β -glucanases et de xylanases d'origines fongique (*Trichoderma longibrachiatum*, *Trichoderma koningii*, *Aspergillus niger*) permet d'améliorer de 2 à 4 % la digestibilité et l'énergie métabolisable des régimes à base d'orge et de blé et de neutraliser les inconvénients hygiéniques qu'ils présentent quant à leurs effets sur les fientes chez les volailles. Ces enzymes permettent donc de valoriser l'orge et le blé au même titre que le maïs qui ne présente pas ces inconvénients. Des cellulases (endo 1-4- β glucanases) sont produites également à partir de *Trichoderma longibrachiatum*, *T. koningii*, *T. reesei*, d'*Aspergillus niger*. Elles permettent d'augmenter la digestibilité des céréales et des tourteaux riches en glucides pariétaux et ont un effet complémentaire des enzymes précédentes. Les xylanases et cellulases résistent bien aux enzymes protéolytiques dans l'intestin grêle (Grajek et al, 2005).

2.6. Vitamines

Les vitamines jouent un rôle important dans le développement du système immunitaire du poulet et lui permettent ainsi de lutter contre divers stress (Khan et al., 2010 ; Ajakaiye et al., 2011). Les nutriments essentiels tels que les vitamines peuvent affecter les réponses immunitaires humorales et à médiation cellulaire.

La vitamine A différencie les cellules épithéliales, ce qui est essentiel pour maintenir l'intégrité de la surface muqueuse de l'intestin (Chew et Park, 2004). La carence en vitamine A augmente les risques de maladies entériques comme la coccidiose et altère également les défenses immunitaires locales dans les tissus lymphoïdes intestinaux des poulets de chair (Dalloul et al., 2002). En raison de cet effet, il y a eu une réduction significative des sous-populations de lymphocytes intraépithéliaux, principalement des cellules T CD4+. L'altération de la sous-population lymphocytaire intraépithéliale entraîne une diminution de la capacité de résistance contre *E. acervulina*. De plus, il a été rapporté (Dalloul et al., 2002) que la carence en vitamine A affecte également le système immunitaire systémique en réduisant la capacité des lymphocytes T spléniques à répondre à la stimulation mitogène in vitro, ce qui a entraîné une diminution de la sécrétion d'interferon gamma. En fait, les niveaux alimentaires de vitamine A peuvent affecter l'immunité intestinale des poulets, et sa carence peut entraîner une immunosuppression sur les sites qui rendent les oiseaux plus sensibles à la coccidiose.

2.7. Champignons

Les champignons contiennent des propriétés antibactériennes et antioxydantes, ayant ainsi les avantages pour la santé. Willis et al. (2007) ont mené une expérience pour déterminer la santé et la croissance du poulet en utilisant la combinaison de probiotiques (PrimaLac) et d'extrait de champignon Shiitake (*Lentinus edodes*). Les résultats ont indiqué que cette combinaison n'était pas efficace pour le gain de poids mais a montré un effet positif sur l'amélioration de la santé. De plus, Guo et al. (2004b, 2005) ont exploré les effets immunoprotecteurs d'extraits polysaccharidiques de deux champignons, *Tremella fuciformis* et *Lentinus edodes*, avec une plante herbacée *Astragalus membranaceus* chez des poulets infectés par *E. tenella*.

Les groupes nourris avec *Lentinus edodes* et *Astragalus membranaceus* ont montré une production d'oocystes caecaux plus faible. De même, il a été rapporté (Dalloul et al., 2006) qu'une lectine de champignon (FFrL) extraite de *Fomitella fraxinea* a un effet immunopotentialisant sur l'immunité à médiation cellulaire et une protection ultérieure contre la coccidiose.

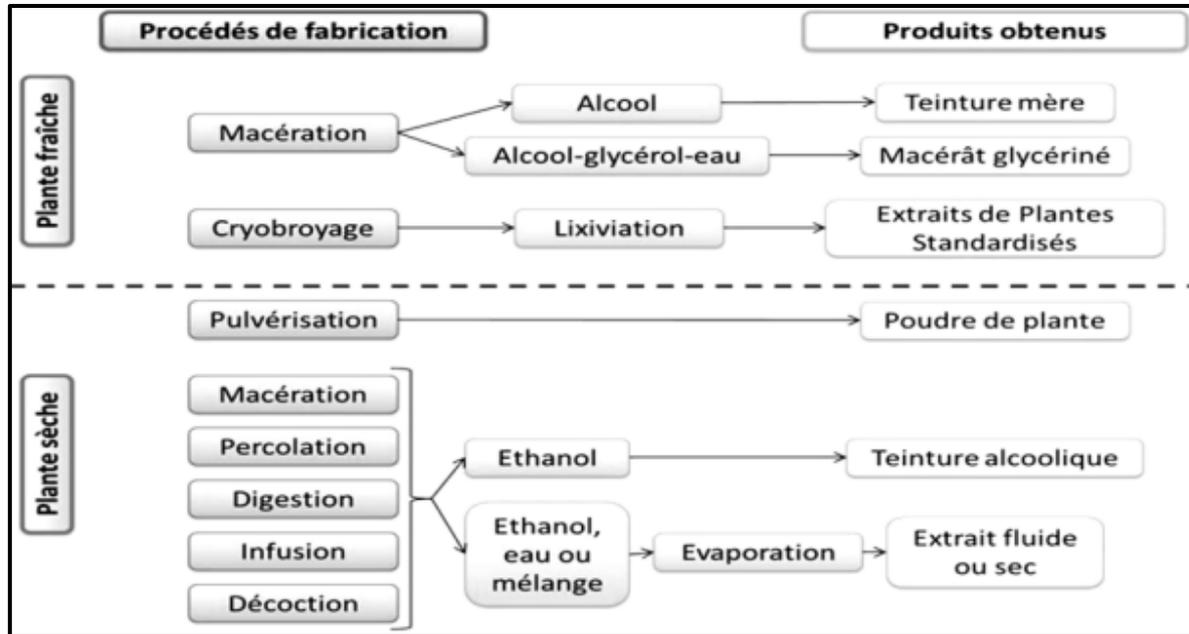
2.8. Plantes et extraits de plantes.

Les plantes contiennent un très grand nombre de molécules pouvant avoir des modes d'action pharmacologiques variés voire synergiques vis-à-vis des microorganismes infectants ou de l'animal infecté, en prévention ou en traitement des maladies. Les propriétés des plantes peuvent être anti-inflammatoires, immunomodulatrices ou physiologiques et avoir une action sur l'équilibre microbien et parasitaire du tube digestif chez les volailles et enfin en réduisant les signes cliniques de la pathologie tout en aidant aux processus de guérison (Filliat et Souvestre, 2016).

De nombreux produits d'origine végétale sont déjà utilisés dans l'alimentation animale. Il s'agit principalement de plantes ou d'extraits de plantes, d'épices et d'huiles essentielles dont les principes actifs sont bénéfiques pour les animaux, mais aussi de produits analogues de synthèse.

Les plantes médicinales sont utilisées sous diverses formes galéniques qui ont pour but de faciliter l'administration de l'ensemble des principes actifs de ces dernières. En fonction de l'effet thérapeutique recherché, l'usage traditionnel puis la recherche, ont mis au point des procédés de traitement des plantes qui permettent de ne garder que les molécules intéressantes. Les produits phytothérapeutiques sont élaborés à partir de plantes fraîches, de plantes sèches, ou d'extraits de plantes. Les extraits de plantes sont obtenus après macération des plantes médicinales dans une solution aqueuse et alcoolique permettant d'en extraire les molécules hydrophiles et lipophiles (Figure 8).

La nature du solvant est choisie en fonction des propriétés physicochimiques de la plante et des composés à extraire. Par opposition aux tisanes, les extraits de plantes offrent une reproductibilité bien plus importante, et permettent d'obtenir une concentration en principes actifs adaptée et standardisée (Fougère et Wynn, 2007).



Figures 8 : Procédés de transformation des plantes médicinales (Gibellin, 2003)

Guo et al. (2004a) ont testé l'efficacité d'extraits de *Lentinus edodes*, de *Tremella fuciformis* et d'*Astragalus membranaceus Radix*, deux champignons et une légumineuse, sur des poulets infectés à *Mycoplasma gallisepticum*. Bien que moins efficaces que l'antibiotique testé (apramycine), ces extraits ont néanmoins permis une amélioration des performances de croissance des animaux comparativement à celles des animaux nourris avec un aliment contrôle (sans antibiotique). De plus, ils ont stimulé le développement des lactobacilles et des bifidobactéries et inhibé les bactéries pathogènes telles qu'*E.coli* alors que l'antibiotique n'avait pas d'action, voire même une influence inverse, sur l'ensemble de ces groupes bactériens.

Parmi tous les produits d'origine végétale, les huiles essentielles semblent être les plus utilisées. Elles stimulent d'une part l'appétit grâce à leur odeur typique, et d'autre part les sécrétions digestives. Elles ont aussi, selon les différentes huiles, des propriétés antimicrobiennes et antiseptiques (Piva et Rossi, 1999), certainement dues à un changement de la solubilité des lipides membranaires bactériens (Stein et Kil, 2006). Il a également été démontré in vitro que les constituants hydrophobes des huiles essentielles sont capables de désintégrer les membranes d'*E.coli* ou de *S.typhimurium* (Lambert et al., 2001). L'addition

d'extrait d'origan à l'alimentation de poulets a entraîné une réduction de la sévérité des coccidioses (Giannenas *et al.*, 2003), et dans le cas de porcelets, a amélioré les performances de croissance des animaux et a permis l'activation du système immunitaire non spécifique (Walter et Bilkei, 2004). Il a également été démontré *in vitro* qu'un apport simultané de plusieurs huiles essentielles ou extraits d'huiles essentielles entraînait une réponse antimicrobienne plus importante que si une seule huile était utilisée (Piccaglia *et al.*, 1993).

L'ail, la moutarde, l'origan, le thym, par exemple sont des épices et extraits de plantes reconnus pour leurs activité bactéricides. Ils contribuent à améliorer l'appétence des ingrédients ; ils jouent un rôle dans le contrôle des maladies intestinales. Leurs inconvénients majeurs sont le coût et leur manque de stabilité qui limite leur emploi (Mallet *et al.*, 2003).

2.8.1. Huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des huiles volatiles extraites des plantes obtenues par la distillation à la vapeur d'eau ou par l'extraction à l'aide d'un solvant organique (Basmacioğlu-Malayoğlu *et al.*, 2016). Les huiles essentielles peuvent être soit naturelles soit synthétiques (Mehdi *et al.*, 2018).

Les plus utilisés sont le thymol, le trans-cinnamaldéhyde, le carvacrol et l'eugénol. Leur mode d'action réside dans leur interférence avec le système enzymatique des bactéries et la modulation des réponses immunitaires et de l'inflammation (Miguel, 2010).

La littérature sur l'utilisation des huiles essentielles dans l'alimentation est riche. En revanche, il est difficile de tirer des conclusions générales compte tenu de la complexité des mélanges de molécules dans les produits. Des taux d'incorporation élevés sont à risques d'induire des interactions avec d'autres composés de la ration (M'Sadeq *et al.*, 2015).

Bien que ces composés soient reconnus comme ayant des propriétés antimicrobiennes, les modes d'action ne sont pas encore bien définis. Le principal mode d'action reconnu est leur interférence avec le système enzymatique de la bactérie et la modulation des réponses immunitaires et inflammatoires (Mehdi *et al.*, 2018).

Plusieurs études ont montré que la supplémentation de l'aliment avec des huiles essentielles améliore les performances de croissance. En comparaison avec l'aliment témoin, de nombreuses études ont montré que les aliments supplémentés à différents niveaux d'huile essentielle montraient soit des performances améliorées ou équivalentes à l'aliment témoin en termes de gain de poids et d'indice de consommation. (Ghazanfari *et al.*, 2015 ; Peng *et al.*, 2016 ; Basmacioğlu-Malayoğlu *et al.*, 2016). De plus, les huiles essentielles peuvent jouer un rôle préventif et curatif dans le traitement de l'entérite nécrotique chez les poulets de chair (Jerzsele *et al.*, 2012). Saini *et al.* (2003a et 2003b) ont montré des lésions relatives à

l'entérite nécrotique (Saini et al., 2003a) et à la coccidiose (Saini et al., 2003b) avec l'ajout d'huile essentielle d'origan dans l'aliment des poulets de chair non significativement différentes de celles engendrées dans les rations contenant un antibiotique. Tiihonen et al. (2010) ont quantifié la bactérie de *Clostridium perfringens*, la bactérie associée à l'entérite nécrotique et il n'y avait cependant aucune différence significative entre le traitement témoin et celui avec des huiles essentielles. Ces résultats concernant la quantification de *C. perfringens* de cette dernière étude sont différents de ceux obtenus par Mitsch et al. (2004) qui ont constaté que des mélanges avec des huiles essentielles peuvent contrôler la colonisation intestinale et la prolifération de *Clostridium perfringens*, et peuvent ainsi aider à prévenir l'entérite nécrotique chez les poulets de chair. Un autre effet très intéressant des huiles essentielles est qu'elles entraînent un changement morphologique bénéfique de l'intestin chez les poulets.

En effet, les oiseaux qui ont reçu un supplément alimentaire à base d'huiles essentielles avaient des villosités plus longues que les oiseaux témoins ce qui peut être due à des meilleures capacités d'absorption (Alaeldein et Alyemni, 2013). L'huile essentielle de thym (thymol) peut être utilisée dans l'alimentation des poulets de chair, particulièrement pendant la phase de croissance, car elle améliore la morphologie intestinale et augmente l'activité enzymatique digestive de l'intestin. La supplémentation avec le thymol entraîne une profondeur de crypte plus importante que le traitement témoin dans l'iléon, une augmentation de la taille des villosités et de la couche musculaire du duodénum et augmente le ratio longueur des villosités sur profondeur des cryptes dans le jéjunum, ce qui améliore la digestibilité et l'efficacité d'absorption (Xin et al., 2018).

L'utilisation des antioxydants comme supplément alimentaire tels que les tocophérols (8 ppm) retrouvés dans les huiles végétales, le blé, le maïs, les graines de soja et certaines composées médicinales (curcumine, 0,05%) apparaît efficace contre la coccidiose due à *E. acervulina* et *E. maxima* (Allen et al., 1998). L'artémisine, extraite d'*Artemisia annua* qui détient une propriété antipaludique (endoperoxide), est aussi efficace sur les coccidioses dues à *E. acervulina* et *E. tenella* par la réduction de la production d'oocystes (Allen et al., 1997). L'incorporation de la poudre des feuilles séchées d'*Andrographis paniculata* à 10%, 20%, 30% et 40% dans l'aliment a eu un effet positif sur la mortalité dont 0% et 42,85% pour le groupe alimenté avec 40% d'*Andrographis* et le groupe témoin respectivement (Sujikara, 2000). Des quinze plantes médicinales asiatiques telles que : *Gleditsia japonica*, *Melia azedarach*, *Torilis japonica*, *Artemisia annua*, *Artemisia asiatica*, *Quisqualis indica*, *Bupleurum chinese*, *Inula helenium*, *Sophora flavescens*, *Sophora japonica*, *Torreya nucifera*,

Ulmus macrocarpa, *Sinomenium acutum*, *P. Koreana*, *P. aviculare*, testées contre la coccidiose due à *E. tenella*, seule *Sophora flavescens* a été la plus efficace sur la réduction de la diarrhée sanguinolente, le score de lésion, la production d’oocystes et l’amélioration du gain de poids (Youn et Noh, 2001).

Les extraits d’*Allium sativum*, *Salvia officinalis*, *Echinacea purpurea*, *Thymus vulgaris* et *Origanum vulgare* testés sur les coccidioses dues à *E. tenella*, *E. acervulina*, *E. maxima* et *E. necatrix*, ont donné des résultats similaires à ceux du coccidiostatique conventionnel utilisé sur le lot témoin infecté et traité en termes de gain de poids vif corporel et de production d’oocystes (Arczewska et Swiatkiewicz, 2010).

CHAPITRE 3

Etude d'*Artémisia absinthium*

La "phytothérapie" est une thérapeutique qui concerne aussi bien la médecine humaine que la médecine vétérinaire, on y a recours principalement pour des raisons de coût et de disponibilité des médicaments ; elle utilise les plantes ou formes galéniques dérivées de plantes. Ainsi de nombreuses formes galéniques peuvent être utilisées comme tisanes (infusées, décoctées, macérées), extraits, teintures, ou des huiles essentielles (Catier et Roux-Stitruk, 2007). Sont considérés comme plantes médicinales toutes plantes contenant une ou plusieurs substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de drogues utiles (Sofowora, 2010). Toutes les données concernant les plantes médicinales sont regroupées dans un ouvrage officiel appelé pharmacopée dans lequel sont décrit le mode de préparation, la composition, l'action des médicaments (Marie-Josèphe, 2011).

3.1. Famille des Astéracées

La famille des Astéracées représente l'un des taxons les plus importants du règne végétal. Ce sont des plantes angiospermes dicotylédones appartenant aux sous classes des gamopétales ou astérides (*Asteridae*) et à l'ordre des *Asterales*. La famille des astéracées compte près de 1500 genres et pas loin de 26000 espèces. Elle est présente dans toutes les régions du monde principalement dans les régions tempérées à l'exception des pôles. Les astéracées peuvent être annuelles, bisannuelles ou vivaces. On y trouve surtout des plantes vivaces et à feuilles alternes. Dans la grande majorité des cas, les astéracées sont des plantes herbacées mais elles sont également représentées par des arbres, des arbustes ou des lianes, certaines sont également succulentes (Barkely et *al.*, 2006).

Les plantes du genre *Artemisia* (*Asteraceae*) sont une riche source de sesquiterpène bioactif lactones et ont une longue histoire de lutte contre plusieurs pathologies chez les humains et, plus récemment, chez les animaux (Ferraira et *al.*, 2011).

3.2. Principales espèces du genre *Artemisia*

Artemisia abaensis, *Artemisia absinthium* L. , *Artemisia adamsii*, *Artemisia alba turra*, *Artemisia annua* L., *Artemisia arborescens* L., *Artemisia atrata lam.*, *Artemisia biennis willd.*, *Artemisia caerulea* L., *Artemisia campestris* L., *Artemisia capillaris thunb.*, *Artemisia chamaemelifolia vill.*, *Artemisia cina* , *Artemisia dracunculus* L., *Artemisia eriantha ten.*, *Artemisia genipi weber*, *Artemisia lacialis* L. , *Artemisia herba-alba asso*, *Artemisia insipida vill.* , *Artemisia ludoviciana nutt.*, *Artemisia maritima* L., *Artemisia molinieri* , *Artemisia*

pontica L., *Artemisia tridentate*, *Artemisia umbelliformis* lam. , *Artemisia vallesiaca* all., *Artemisia verlotiorum* lamotte, *Artemisia vulgaris* L.

Un grand nombre des plantes du genre *Artemisia* ont été employées dans la médecine classique dans différentes régions du monde dont :

- L'Afrique du Nord : *Artemisia herba alba* Asso en est une plante caractéristique utilisée en médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies. Au Maroc, elle est représentée par 19 espèces dont les plus importantes sont : *Artemisia alba* subsp. *Chitachensis*, *A. atlantica* var. *marocaana*, *A. flachauti*, *A. mesatlantica*, *A. negrie*, *A. ifranensis*, *A. herba-alba*, *A. arborens* et *A. absinthium* (Zaim et al., 2012). *A. herba-alba* Asso ou absinthe du désert (connu en arabe comme shih,) (Seggal et al., 1987), a été utilisé dans la médecine traditionnelle par de nombreuses cultures depuis les temps anciens.

Il a été enregistré neuf espèces d'*Artemisia* en Algérie : *Artemisia herba alba* Asso ; *Artemisia absinthium* L. ; *Artemisia arborens* L. ; *Artemisia judaica* L. ; *Artemisia atlantica* ; *Artemisia alba* ; *Artemisia campestris* L. ; *Artemisia verlotiorum* ; *Artemisia vulgaris* L. ; *Artemisia judaica* L (Boudjelal et al., 2012 ; Boudjelal, 2013)

3.3. *Artemisia absinthium*

Le nom " *Artemisia* " est dérivé de la déesse Artémis qui avait découvert les effets de la plante (Yildiz et al., 2011). Selon Gilly (2005), « *absinthium* » signifie : douceur et avec le préfixe « a » privatif « *absinthium* » signifie : sans douceur. La plante fut déclarée toxique à cause de la présence des thuyones. Ce n'est qu'en 1999 qu'il est à nouveau permis de cultiver, de distiller et de consommer la plante.

3.3.1. Classification

Selon Ozenda (1983), l'absinthe appartient aux :

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Tracheobionta*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe : *Arteridae*

Ordre : *Asterales*

Famille : *Astraceae*

Genre : *Artemisia*

Espèce : *Artemisia absinthium* L

L'*Artemisia Absinthium* est connu sous le nom verniculaire de Chajret mariem ; Chiba ; Chaibet, el Adjouz ou Degnatech Cheik, en arabe (Ait Youssef, 2006 ; Delille, 2007) et en Kabyle par Thamemmayth (Ghemour, 2004).

Artemisia absinthium L. possède plusieurs autres appellations à travers l'Europe telles que : la grande absinthe ou l'armoise amère herbe sainte, herbe des vierges, herbe aux vers, ou encore absinthe officinale Alvine, Aluine ; Absinthe Suisse ; Wormwood ; Wermut ; encens ; et assenzo (Tutin et *al.*, 1976 ; Boullard, 2001 ; Wichtl et Anton, 2003 ; Gilly, 2005 ; Schauenberg et Paris, 2006 ; Delille, 2007 ; Rezaeinodehi et *al.*, 2008).

3.3.2. Origine et distribution géographique

Artemisia absinthium, plante herbacée très aromatique, est originaire du sud de la Sibérie et du Cachemire. L'espèce est cultivée dans les pays Balkans, en Angleterre, en France, Afrique du nord au Maghreb, particulièrement au Maroc et en Algérie, et elle est également présente dans l'est de l'Amérique du nord au Canada et en Turquie (Bruneton, 1999 ; Ariño et *al.*, 1999 ; Swerdlow, 2000 ; Iserin, 2001 ; Teuscher et *al.*, 2005 ; Aslan et *al.*, 2005 ; Ait Youssef, 2006 ; Kordali et *al.*, 2006 ; Sharopov et *al.*, 2012). On la trouve dans les régions arides, au bord des chemins ou sur les rocailles ; peu exigeante en matière de sol, elle pousse dans les plaines, montagnes, pentes, régions sèches et arides, terrains rocheux et le bord des routes, sur des sols acides et sols argileux calcaires. Cette plante est disséminée également dans les régions incultes elle préfère néanmoins les substrats calcaires et riches en azote. Elle est même indiquée pour mettre en valeur les terrains pauvres et inaptes aux autres cultures (Ait Youssef, 2006 ; Schauenberg et Paris, 2006).

3.3.3. Culture

La plantation d'*Artemisia absinthium* exige des endroits bien ensoleillés. Elle peut pousser dans les régions à faible pluviosité et sa culture est possible également dans des zones sèches. *Artemisia absinthium* peut être assez facilement cultivée à partir de semences. La taille se fait à l'automne, à l'exception de celle du sud qui est réduit au printemps ou en été. Les plantes ont besoin du plein soleil et de sols secs et bien drainés (Gilly, 2005)

3.3.4. Description de la plante

C'est une plante vivace pouvant atteindre 1m de haut, son odeur est très forte, sa saveur est fortement amère due à l'absinthine et aromatique (Delille, 2007). Les tiges sont ligneuses, dressées et rameuses. Les fragments de tige sont rigides, gris argentés, à l'extérieur sont anguleux et possèdent une moelle interne (Wichtl et Anton, 2003). L'*Artemisia absinthium* possède des grosses touffes de feuilles recouvertes d'un fin duvet gris pâle, avec des folioles profondément découpées dont les feuilles alternes portent une pubescence dense sur les deux

faces. Elles sont vertes et grisâtres à la face supérieure ; tandis qu'à la face inférieure, elles sont blanchâtres, couvertes de poils fins et soyeux (Reynaud, 2002 ; Wichtl et Anton, 2003 ; Ait Youssef, 2006 ; Delille, 2007)(Figure 09). Les inflorescences sont des petits capitules floraux jaunes, globuleux et disposés en grappes composées ramifiées (Wichtl et Anton, 2003). La floraison a lieu durant la période allant de juillet à septembre (Delille, 2007). L'essence d'*Artemisia absinthium* L. s'accumule dans les nombreuses glandes oléifères sécrétrices de la plante (en particulier au niveau de la feuille). Les fruits d'*Artemisia absinthium* L. sont des akènes ovoïdes comprimés (typiques des astéridées) relativement petits, lisses, sans aigrettes et glabres (Boullard, 2001 ; Wichtl et Anton, 2003).

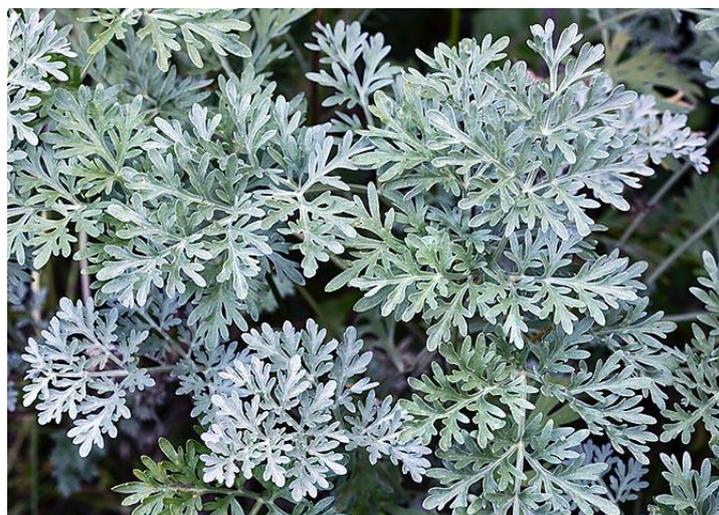


Figure 9 : Aspect d'*Artemisia absinthium* (droits d'auteur : Dr Guiseppa MAZZA)

<https://www.monaconatureencyclopedia.com/artemisia-absinthium/?lang=fr>

3.3.5. Composition chimique d'*Artemisia absinthium*

Par opposition aux métabolites primaires (protéines, lipides et glucides) ; les métabolites secondaires végétaux peuvent être définis comme des molécules indirectement essentielles à la vie des plantes,

Ces métabolites secondaires interviennent dans la structure des plantes (lignines et tannins) mais également, elles exercent une action déterminante sur l'adaptation des plantes à leur environnement (Mansour, 2009) ; ainsi qu'à la régulation des symbioses et d'autres interactions plantes-animaux, la défense contre les prédateurs et les pathogènes, comme agents allélopathiques ou pour attirer les agents chargés de la pollinisation ou de la dissémination des fruits (Judd et *al.*, 2002 ; Yarnell, 2007)

Les métabolites secondaires sont produits en très faible quantité, dont plus de 200.000 molécules ont été identifiées. Classés selon leur appartenance chimique en composés phénoliques, alcaloïdes et terpénoïdes. Ces molécules marquent de manière originale, une

espèce, une famille ou un genre de plante et permettent parfois d'établir une taxonomie chimique.

Parmi ces métabolites secondaires que renferme *Artemisia absinthium* figurent les composés phénoliques notamment : les acides phénoliques dérivés de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique (Shahidi et Naczki, 2004). On trouve également dans la composition d'*Artemisia absinthium* du québrachitol, des acides succiniques, des résines, des acides maliques, des flavonoïdes, des stilbènes, des saponines, des phytostérols ou bien phytostanols ; des tanins et des lignanes de type sésamine ; cependant les plus importants sont : les acides phénols, les flavonoïdes et les tanins (Wichtl et Anton, 2003 ; Ait Youssef, 2006),

Selon Wichtl et Anton (2003) et Heinrich et al. (2004) ; parmi les constituants chimiques d'*Artemisia absinthium* :

- Les substances amères (0,15-0,4 %) le taux de principes amers dans une feuille fraîche d'*Artemisia absinthium* augmente au cours de l'année jusqu'à être multiplié par six à la floraison (Gilly, 2005).
- Et les huiles essentielles (HE) (0,2-1,5%) selon Gilly (2005), l'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* possède une saveur amère et brûlante, sa densité varie entre 0,925 et 0,950. Cette huile contient beaucoup de composants mono et sesquiterpènes qui ont été identifiés dans cette huile (Wichtl et Anton, 2003). La plante fraîche contient de 0,2 à 0,6 % d'HE. La teneur et la composition chimique de cette huile comme pour toutes les plantes aromatiques, diffèrent selon l'origine de la plante et la saison de récolte et selon le mode d'obtention (Ait Youssef, 2006).

L'espèce *Artemisia absinthium* a fait l'objet de plusieurs investigations chimiques, signalant la présence de nombreux types de métabolites secondaires tels que l'huile essentielle extraite des feuilles et des fleurs est connue pour contenir des thuyones : α et β -thuyones. Il existe aussi de nombreux chémotypes : chémotype à Z-époxy- α -ocimène (26-47%), à acétate de sabinyle ou à acétate de chrysanthémyle. On note aussi la présence de polyines (Bruneton, 2009).

D'autre part, certaines études rapportent qu'en plus de l'artémisinine le genre *Artemisia* et particulièrement *Artemisia absinthium* est une riche source de coumarines, et de lactones sesquiterpéniques en quantité notable (absinthine, artabsine, et matricine) (Aberham et al., 2010 ; Squiera et al., 2011).

Des études phytochimique réalisées sur l'extrait d'*Artemisia Absinthium* ont révélé la présence de α -thujène, α -pinène, camphène, p-cymène, le 1,8-cinéole, heptenone méthyle, β

phelandrene, caryophylleneoxide, α -terpinéol, thujyl alcool, le géraniol, thujyl l'acétate, le caryophyllène, α -himachalène, α -cadinene et elemol (Lopes et *al.*, 2008).

En outre, les travaux de Fiamegos et *al.*, (2011), ont démontré que les extraits aqueux d'*Artemisia. absinthium* sont riches en caféoyl et dicaféoylquinique. Les terpénoïdes, les stéroïdes et les alcaloïdes sont des exemples de métabolites secondaires ; ils ont de nombreuses applications pharmaceutiques (Hartmann, 2007).

3.3.6. Propriétés thérapeutiques d'*Artemisia. absinthium*

a. En médecine humaine

L'espèce *Atemisia absinthium* a été utilisée depuis des siècles comme efficace dans diverses affections gastro-intestinales et dans le traitement des helminthiases. Les études pharmacologiques contemporaines se sont concentrées sur la confirmation et la détermination des mécanismes de ces directions d'activité traditionnelles. Ils ont également démontré de nouvelles possibilités jusqu'alors inconnues en applications thérapeutiques comme les effets antéprotozoaires,, antiulcéreux prouvés, hépato protecteur, anti-inflammatoire, immunomodulateur, cytotoxique, analgésique, neuroprotecteur, effets antidépresseurs, procognitifs, neurotrophiques, stabilisants de la membrane cellulaire et antioxydants (Hussain et *al.*, 2017 ; Javed et *al.*, 2019)

La médecine populaire attribue à la plante des propriétés apéritives (Chiasson et *al.*, 2001 ; Tariku et *al.*, 2011). *Artemisia absinthium* est utilisée depuis l'antiquité pour le traitement des troubles digestifs. Les parties actives de la plante sont toutes très amères ; on les emploie en traitement interne soit pures, soit en mélanges, pour stimuler l'appétit, la sécrétion du suc digestif et de la bile, contre les coliques intestinales ainsi que contre les parasites intestinaux (Iserin, 2001 ; Padosch et *al.*, 2006). Elle peut être utilisée notamment pour traiter l'hypertension artérielle, l'insuffisance cardiaque, certains œdèmes, l'hypertension portale ou l'hypokaliémie. En plus *Artemisia absinthium* possède plusieurs propriétés (Iserin, 2001) :

- Vermifuge : Permet d'éradiquer les parasites intestinaux ou vers.
- Stomachique : Facilite la digestion des aliments au niveau de l'estomac.
- Emménagogue : Stimulent le flux sanguin dans la région pelvienne et l'utérus.
- Cholagogue : Facilite l'évacuation de la bile.
- Fébrifuge : Fait baisser la fièvre.
- Antiseptique : Tue ou prévient la croissance de bactéries et des virus sur les surfaces externes du corps.
- Diurétique : Entraîne une augmentation de la sécrétion urinaire.

De plus, d'autres travaux ont souligné ses activités, Antitumorale, Contraceptive et hépatoprotectrice (Khattak et *al.*, 1985 ; Rao et *al.*, 1988).

De même, cette plante est connue pour ses effets antimalariques et insecticides (Kaul et *al.*, 1976 ; Kaul et *al.*, 1978 ; Hernández et *al.*, 1990).

En outre les extraits aqueux d'*Artemisia. absinthium* sont riches en acides caféoyl et dicaféoylquinique, qui sont connus pour inhiber l'intégrase du VIH-1 à partir de l'intégration de l'ADN viral réversible transcrit en cellule hôte ADN (Reinke et *al.*, 2002). En effet, ces composants sont hépatoprotecteurs, anti-histaminiques, hypocholestérolémiques, anti-spasmodiques (Hishamoto et *al.*, 2003).

Les extraits aqueux d'*Artemisia absinthium* démontrent également une activité antioxydante élevée en raison de leurs groupes oquinone. Les acides caféoylquiniques pourraient inhiber les dommages oxydatifs à la fois à lipoprotéines de basse densité (Azuma et *al.*, 1999) et l'acide linoléique en piégeant les espèces réactives de l'oxygène en lien avec le cancer et les maladies cardiovasculaires.

Au Maroc, les feuilles écrasées et mélangée avec l'huiles d'olive chaude sont utilisées en goutte à l'intérieure de l'oreille contre l'otite (Sijelmassi, 1993). En Algérie, elle est employée en usage interne comme remède digestif (Khebri, 2011).

b. En médecine vétérinaire

Ce n'est que récemment qu'*Artemisia absinthium* a été utilisée comme anthelminthique à usage vétérinaire (Tariq et *al.*, 2008).

L'artémisinine n'est pas le seul composé médicamenteux dans les espèces d'*Artemisia*. Le genre est une riche source d'autres lactones sesquiterpéniques et flavonoïdes qui pourraient également avoir une activité anthelminthique avec un faible risque de toxicité pour les mammifères (Kerboeuf et *al.*, 2008). Certains extraits de quelques espèces d'*Artemisia* ont montré une activité contre *Haemonchus. contortus* chez les chèvres (Idris et *al.*, 1982).

Des extraits aqueux et éthanoliques de tiges et feuilles d'*Artemisia. absinthium* ont également montré une activité contre les nématodes gastro-intestinaux chez les ovins (Wichtl et Anton, 2003 ; Tariq et *al.*, 2008).

Cependant, les extraits d'*Artemisia. absinthium* et d'*Artemisia vulgaris* ont réduit le nombre des larves de *Trichinella spiralis* dans le muscle de rat (Canèr et *al.*, 2008).

Dans une étude canadienne, 28 végétaux sont cités pour leur utilisation comme antiparasitaire intestinal ; dont *Artemisia absinthium*, et *Artemisia vulgaris* sont mélangées à de l'huile d'olive (28g pour 500 mL) et administrés à la dose d'environ 60 mL pour 15kg en une prise chez les animaux de compagnie (Lans et *al.*, 2007).

De même, en Serbie centrale, sur 83 espèces végétales ayant des propriétés médicinales, 10 espèces sont utilisées en médecine vétérinaire avec des végétaux spécifiquement utilisés comme antiparasitaires particulièrement efficaces dont *Artemisia absinthum* qui contient de l'absinthine et de la thujone, (Snezana et al., 2007).

Artemisia absinthium L., est indiquée également pour les troubles digestifs et est active contre les endoparasites et ectoparasites chez les bovins (Lans et al., 2007 ; Mayer et al., 2014).

En aviculture de nombreux travaux ont rapportés l'effet anticoccidien de l'administration des extraits d'HE d'*Artemisia absinthium* dans l'alimentation ainsi que des extraits aqueux de cette dernière dans l'eau de boisson. Ces mêmes études ont relevé l'impact positif de cette plante sur les performances zootechniques des sujets et la réduction très importante de l'excrétion oocystale ; des diarrhées sanguinolentes et de la mortalité engendrés par la coccidiose (Kostadinović et al., 2012 ; Habibi et al., 2016). Aussi des études in vitro ont démontré la destruction des oocytes coccidiens en contact avec des extraits aqueux et HE d'*Artemisia absinthium* (Remmal et al., 2011 ; Zaman et al., 2015)

c. Usage agronomique

Les résultats de l'étude réalisée en Algérie par Bouchenak et al., (2018) sur l'évaluation in vitro du potentiel antifongique de l'huile essentielle et des extraits méthanoliques d'*Artemisia absinthium L* présentent un intérêt pour des applications phytosanitaires comme des procédés de lutte biologique basés sur des substances naturelles afin d'éradiquer les infections d'origine fongique et en vue d'une utilisation dans le cadre d'une agriculture biologique.

PARTIE EXPERIMENTALE

L'Algérie se doit également de recourir aux alternatives biologiques dans le souci de préserver aussi bien la santé de l'animal que celle du consommateur ; c'est pourquoi pour répondre à notre problématique et à l'objectif ciblé de la présente étude : la maîtrise du risque coccidien en élevages avicoles par prophylaxie biologique nous nous sommes proposés de réaliser la présente étude qui s'articule en trois volets :

- Une enquête sur le terrain portant sur l'évaluation du statut de la coccidiose dans les élevages et le recours aux alternatives biologiques pour son traitement.
- Une Revue bibliographique et Méta-analyse dont l'objectif pour mettre en exergue l'efficacité anticoccidienne d'*Artemesia absinthium* chez le poulet de chair.
- Des essais in vitro afin d'évaluer l'effet d'*Artémisia absinthium* sur *Eimeria spp* ainsi que certaines bactéries.

PREMIER VOLET : ENQUETE SUR LE TERRAIN

En première partie de la présente étude nous nous sommes proposés de réaliser une enquête par questionnaire sur terrain auprès des éleveurs et des vétérinaires ; pour faire un constat et une évaluation du statut de la coccidiose dans les élevages de poulets de chair dans la wilaya de Blida d'une part ; et d'apprécier leur recours aux alternatives biologiques pour son traitement d'autre part.

Lieu et période de l'enquête

La période de notre étude s'est étalée de septembre 2019 à septembre 2020. L'enquête a été réalisée par des rencontres directes avec les éleveurs au niveau de la Coopérative Agricole de Services et d'Approvisionnements (CASAP) de la Wilaya de Blida ; et des déplacements aux cabinets des vétérinaires praticiens.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Matériel

Nous avons réalisé deux questionnaires comportant un total de 26 et 17 questions destinés (Cf. annexes 1 et 2), le premier aux éleveurs et le second aux vétérinaires. Les questions portaient sur les cinq thématiques suivantes :

- Paramètres zootechniques ;
- Conditions Hygiéniques et sanitaire ;
- Tableau pathologique général et traitements ;
- Statut coccidiose ;
- Alternatives biologiques aux traitements standards.

1.2. Méthodes

Nous avons récolté les réponses des éleveurs à notre questionnaire au niveau de la CASAP de la Wilaya de Blida lieu où ils se rendent pour acquérir divers produits et matériels ; le déplacement aux élevages a été écarté car la majeure partie de ces derniers est de type informel et ne sont pas enregistré au niveau de la direction de la santé vétérinaire (DSA). Quant aux vétérinaires praticiens nous nous sommes rapprochés d'eux personnellement à leurs cabinets pour avoir des réponses à notre questionnaire.

Les données recueillies ont été traitées par Microsoft Excel (2010) et le logiciel SYSTAT (version 10).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Durant la période de notre étude ; nous n'avons pu questionner que 50 éleveurs et 34 vétérinaires praticiens à cause de la situation sanitaire qui sévissait au niveau de la wilaya de Blida (la pandémie de COVID-19) qui a sévèrement restreint nos déplacements et nos contacts.

Le traitement des réponses récoltées auprès des éleveurs et des vétérinaires sont rapportés dans les tableaux suivants par thématique.

2.1.Paramètres zootechniques

Les réponses relatives aux paramètres zootechniques sont rapportées dans le tableau 1.

Tableau 2 : Réponses relatives aux paramètres zootechniques.

Facteurs	Variables	Eleveurs (n)	% (IC à 95%)	Vétérinaires (n)	% (IC à 95%)
Type de bâtiment	Serre agricole aménagée	18	36% (24,14-49,86)	06	18% (8,35-33,51)
	Bâtiment en dur	32	64% (50,14-75,86)	28	82% (66,49-91,65)
Luminosité	Suffisante	50	100% (92,87-100)	29	85% (69,87-93,55)
	Insuffisante	00	0% (00-7,13)	5	15% (6,45-30,13)
Aération	Absence d'odeur	47	94% (83,78-97,94)	24	71% (53,83-83,17)
	Présence d'odeur	03	6% (2,06-16,22)	10	29% (16,83-46,17)
Hygrométrie	Litière sèche	34	68% (54,19-79,24)	26	76% (60,00-87,56)
	Litière humide	16	32% (20,76-45,81)	08	24% (12,44-40,00)
Respect du nombre de sujets/m ² (10)	Oui	28	56% (42,31-68,84)	21	62% (45,04-76,10)
	Non	22	44% (31,16-57,69)	13	38% (23,90-54,96)
Nombre de bande/année	< 4	9	18% (09,77-30,80)	06	18% (8,35-33,51)
	≥4	41	82% (69,20-90,23)	28	82% (66,49-91,65)

D'après les informations collectées relatives aux paramètres zootechniques il en ressort ; pour le paramètre bâtiment, les réponses concordent entre éleveurs et vétérinaires qui déclarent avoir recours aux bâtiments en dur à respectivement 64% et 82%. Les réponses obtenues sont confortées par les travaux de Kaci et Kheffache (2016) réalisés à Médéa qui ont rapportés que 91 % des bâtiments d'élevage étudiés sont de type bâtiments en dur

Aussi bien les éleveurs que les vétérinaires ont déclaré ; une luminosité suffisante, une bonne aération par absence d'odeur, et une assez bonne hygrométrie reflétée par l'état de la litière sèche ; dans les bâtiments. Alors que Kaci et Kheffache (2016) ont révélé que 50% des élevages ne respectaient pas les conditions d'ambiance. D'après ces mêmes auteurs les aviculteurs investissent faiblement dans leur outil de production (rénovation des bâtiments, installation d'équipements nécessaires au statut sanitaire, etc.), car ils trouvent le coût de ces investissements élevé (Kaci et Kheffache, 2016). Selon Le Menec, (1988), toutes les

composantes de l'ambiance ainsi que les caractéristiques des bâtiments d'élevage peuvent retentir sur l'état de santé et les performances zootechniques des animaux, soit directement ou indirectement.

Le paramètre densité au mètre carré appliquée par les éleveurs semble conforme aux normes pour 56% d'entre eux qui assurent ne pas dépasser les 10 sujets /m², ce qui a été affirmé par les vétérinaires à 62% des réponses. Selon l'étude de Mahmoudi et *al.* (2015) réalisée dans de la wilaya de M'sila, la densité au m² était de 8,2 sujets/m² celle-ci était faible même par rapport à la moyenne nationale (08 à 12 sujets/m²) selon les saisons (Ferrah, 2001). En effet selon Ain Baaziz et al., (2010), la réduction de la densité des animaux est une solution pratique visant à réduire la mortalité des poulets face au coup de chaleur, notamment en présence de bâtiments d'élevage clairs a ventilation statique, et aux fortes températures qui dépassent les 40°C en été.

Quant au nombre de bande d'élevage réalisé par an dans les bâtiments, les éleveurs exploitent leurs bâtiments avec plus de 04 bandes par an dans la majorité des cas. Ceci révèle d'excellentes potentialités de production des élevages avicoles. Contrairement aux travaux de Mahmoudi et *al.* (2015) réalisés à M'sila qui ont rapporté des potentiels qui paraissent sous-exploités par les éleveurs (2,8 bandes de poulets par an en moyenne). Selon Kirouani (2020) dans les élevages avicoles à Béjaia 04 bandes de poulet de chair uniquement sont mises en place durant l'année, ce constat est dû au fait que la majorité des aviculteurs évitent de s'aventurer dans cette activité pendant les périodes de forte chaleur (juillet et août).

2.2. Conditions hygiéniques et sanitaires

Les réponses relatives aux conditions hygiéniques et sanitaires sont rapportées dans le tableau 2.

Tableau 3 : Réponses relatives aux conditions hygiéniques et sanitaires.

Facteurs	Variables	Eleveurs (n)	% (IC à 95%)	Vétérinaires (n)	% (IC à 95%)
Pédiluve à l'entrée	Présence	22	44% (31,16-57,69)	06	18% (8,35-33,51)
	Absence	28	56% (42,31-68,84)	28	82% (66,49-91,65)
Type de litière utilisée	Copeaux de bois	23	46% (32,97-59,60)	///	///
	Paille	05	10% (4,35-21,36)	///	///
	Paille + copeaux de bois	22	44% (31,16-57,69)	///	///
Pratique du vide sanitaire	Oui	50	100% (92,87-100)	///	///
	Non	00	0% (00-7,13)	///	///
Vide+désinfection+fermeture ≥ 15j	Oui	47	94% (83,78-97,94)	24	71% (53,83-83,17)

	Non	03	6% (2,06-16,22)	10	29% (16,83-46,17)
Désinfection avant la mise en place	Oui	03	6% (2,06-16,22)	///	///
	Non	47	94% (83,78-97,94)	///	///
Protocole vaccinal	Standard (New Castel, Gumboro, Bronchite infectieuse)	50	100% ((92,87-100)	///	///
	Autres vaccins	00	0% (00-7,13)	///	///
Elevage mitoyens	Oui	32	64% (50,14-75,86)	///	///
	Non	18	36% (24,14-49,86)	///	///

Le traitement des informations collectées concernant les conditions d'hygiéniques et sanitaires a montré pour la présence de pédiluve à l'entrée du bâtiment ; les réponses concordaient entre éleveurs et vétérinaires qui ont déclarés son utilisation respectivement à 44% 82%. Selon les travaux de Alloui et al., (2003) ; ont observé lors de leur enquête dans des élevages des secteurs privés et publics ; l'absence de pédiluve dans la majorité des élevages privés contrairement aux poulaillers du secteur public où l'hygiène est plus maîtrisée. Ceci s'explique par la présence d'une équipe chargée de la prévention sanitaire dans ce secteur. Elle est en générale constituée d'un vétérinaire, d'un technicien en santé animale et d'un chef d'élevage.

Pour ce qui est du type de litière utilisée ; les éleveurs avaient recours aux copeaux de bois 46%, en effet la littérature rapporte que celle-ci est utilisée avec succès dans de nombreux élevages ; 44% d'entre eux utilisaient la paille en plus des copeaux de bois un mélange en proportion égale car plus absorbante et 10% n'utilisaient que de la paille. La qualité de la litière affecte directement la santé, le bien-être et les performances des oiseaux ; elle doit être disposée en quantité suffisante sur un sol sec et être maintenue sèche. Une litière médiocre, à forte concentration en humidité, peut favoriser à l'intérieur du bâtiment d'élevage des taux d'ammoniac élevés. Ces derniers peuvent renforcer le stress respiratoire et augmenter les lésions au niveau des carcasses (OIE, 2014). Les auteurs Carré, et al., (1995) et Cardinale et al., (1998) estiment d'après leurs travaux que les systèmes de productions avicoles requièrent un contrôle soigneux de la qualité des litières d'élevage.

Le vide sanitaire est respecté par l'ensemble des éleveurs ; 94% d'entre eux avaient recours à la désinfection des locaux et du matériel d'élevage durant la période du vide sanitaire et le bâtiment était maintenu obligatoirement fermé. Ce vide sanitaire offre le temps nécessaire aux désinfectants pour qu'ils agissent, favorise l'assèchement du bâtiment et réduit au maximum le niveau microbien et de parasitisme. Quant à la désinfection avant la mise en place des poussins n'était pratiquée que par une minorité.

Le protocole de vaccination suivi par les éleveurs était à 100% de type standard.

Quant à la présence d'élevages mitoyens aux leurs 64% des éleveurs ont répondu par l'affirmatif ; en effet ces derniers peuvent être source de contamination des élevages avicoles. C'est pourquoi il est recommandé d'implanter l'exploitation le plus loin possible des autres fermes d'élevage pour éviter la propagation des agents pathogènes.

Pour réussir la filière avicole, il est nécessaire d'opérer des changements dans la méthode d'élever les volailles. Les bonnes pratiques d'élevages et la décontamination des locaux doit être systématique car les poulaillers représentent un milieu propice à la survie et à la multiplication des agents pathogènes, qui pourraient se transmettre aux bandes suivantes. La biosécurité et la vaccination sont toutes deux indissociables d'une bonne gestion de la santé ; la biosécurité empêche l'introduction de maladies et les programmes de vaccination appropriés s'attaquent aux maladies endémiques.

2.3. Tableau pathologique général et traitements

Les réponses relatives au tableau pathologique général et traitements sont rapportées dans le tableau 3.

Tableau 4 : Réponses relatives au tableau pathologique général et traitements.

Facteurs	Variables	Eleveurs (n)	% (IC à 95%)	Vétérinaires (n)	% (IC à 95%)
Pathologies courantes	Fientes rouges (Coccidiose)	20	40% (27,61-53,82)	24	71% (53,83-83,17)
	Diarrhée blanche (Colibacillose)	08	16% (8,34-28,51)	25	74% (56,88-85,40)
	Problèmes respiratoires (MRC)	26	52% (38,51-65,20)	20	59% (42,22-73,63)
Mortalité	Après 3jours	01	2% (0,35-10,50)	///	///
	Croissance	12	24% (14,30-37,41)	///	///
	Finition	28	56% (42,31-68,84)	///	///
Traitements préventifs	Antistress à la mise en place	33	66% (52,15-77,56)	18	53% (36,74-68,55)
	Traitement anticoccidien dans l'aliment	50	100% (92,87-100)	24	71% (53,83-83,17)
	Aussi usage d'un traitement anticoccidien dans l'eau de boisson.	16	32% (20,76-45,81)	10	29% (16,83-46,17)
	Autres	18	36% (24,14-49,86)	02	6% (1,63-19,09)

L'enquête a montré que les pathologies les plus fréquentes dans les élevages selon les aviculteurs étaient les maladies respiratoires chroniques suivies par les coccidioses et à moindre fréquence les colibacilloses ; le présent constat est différent de celui observé par les praticiens vétérinaires où les pathologies les plus courantes notées sont les colibacilloses

suivies de près par la coccidiose. Selon Sid et *al.* (2014) à Bordj Bou Ariredj la coccidiose ; l'entérite nécrotique ; les colibacillooses et enfin les maladies virales sont les principales maladies rencontrées. L'infestation élevée des volailles par les oocystes de coccidies s'expliquerait par une gestion inappropriée de la litière et du vide sanitaire ; aussi l'infection des oiseaux par les pathologies bactériennes pourrait avoir pour origine les mauvaises pratiques d'hygiène ; par ailleurs, l'infection élevée des volailles par les virus serait due aux faibles niveaux de biosécurité dans les exploitations avicoles principalement par une absence de prophylaxie sanitaire efficace (Dakpogan et *al.*, 2012).

Une mortalité lors de la phase de finition est rapportée par les éleveurs. Selon Kirouani (2020) dans les élevages à Béjaia l'éleveur enregistre une perte sèche de 08% à 10% de l'effectif de son élevage en phase de finition. Aussi Mahmoudi et *al.*, (2015) dans les élevages de la Wilaya de M'sila ont rapporté un taux de mortalité de 13,8% ; Amghrous et Kheffache, (2007) ont révélé que les taux de mortalité caractérisant les élevages avicoles algériens sont régulièrement supérieurs à 10 %. Ce constat est conséquent aux sous-équipements des bâtiments, des mauvaises conditions d'élevage, le non-respect des règles d'hygiène et le manque de maîtrise des conduites d'élevage par certains aviculteurs.

Quant aux traitements utilisés en élevages avicoles, les vétérinaires et les éleveurs ont répondu de manière identique en déclarant que les traitements préventifs auxquels ils avaient recours c'étaient les antistress à la mise en place à 66% et 53% respectivement. L'ensemble des éleveurs et la majorité des vétérinaires ont rapportés que l'aliment renfermait un anticoccidien en traitement préventif ; cependant 32% et 29% d'entre eux utilisaient ou prescrivaient un anticoccidien à ajouter dans l'eau et ceci pour pallier un éventuel défaut de l'anticoccidien préventif dans l'aliment. Aussi le recours aux antibiotiques en cas de pathologies était évident.

L'apparition de maladies dans un élevage se traduit par une augmentation de la morbidité suivie ou non de mortalité. La prophylaxie entre autres anticoccidienne dans la production de poulet de chair, est focalisée sur la chimio-prévention, basée surtout sur l'addition des coccidiostatiques dans l'aliment, notamment, les antibiotiques ionophores ou certaines molécules de synthèses et sur la prescription du vétérinaire traitant d'un schéma prophylactique anticoccidien au cours de la bande, souvent dans l'eau de boisson, par l'utilisation différentes molécules (sulfamides, amprolium, toltrazuril, etc).

2.4. Statut coccidiose

Les réponses relatives au statut coccidiose sont rapportées dans le tableau 4.

Tableau 5 : Réponses du statut coccidiose.

Facteurs	Variables	Éleveurs (n)	% (IC à 95%)	Vétérinaires (n)	% (IC à 95%)
Présence de la coccidiose	Oui	32	64% (50,14-75,86)	34	100% (89,85-100)
	Non	18	36% (24,14-49,86)	00	0% (00,00-10,15)
Signes d'identification	Fientes rouges	32	64% (50,14-75,86)	///	///
	Mortalité	10	16% (08,34-28,51)	///	///
Age des sujets à l'apparition	Etat du plumage et Prostration	08	20% (11,24-33,04)	///	///
	Entre 2-3 semaines	09	18% (9,77-30,80)	///	///
	Entre 3-5 semaines	25	50% (36,64-63,36)	///	///
Nombre d'épisodes au cours d'une bande	Plus de 5 semaines	16	32% (20,76-45,81)	///	///
	01 fois	27	54% (40,40-67,03)	18	53% (36,74-68,55)
	02 fois	20	40% (27,61-53,82)	16	47% (31,45-63,26)
Fréquence	03 fois	03	06% (2,06-16,22)	00	0% (00,00-10,15)
	Hiver	21	42% (29,38-55,77)	///	///
	Printemps	10	20% (11,24-33,04)	///	///
	Été	08	16% (8,34-28,51)	///	///
Automédication	Automne	11	22% (12,75-35,24)	///	///
	Oui	27	54% (40,40-67,03)	///	///
Produits utilisés	Non	23	46% (32,97-59,60)	///	///
	Baycox	08	16% (08,34-28,51)	08	24% (12,44-40,00)
	Algicox	15	30% (19,10-43,75)	08	24% (12,44-40,00)
	Diclazuril	27	54% (40,40-67,03)	18	53% (36,74-68,55)
L'éleveur demande les mêmes produits	Autres (association médicamenteuse)	22	44% (31,16-57,69)	19	56% (39,45-71,12)
	Oui	///	///	23	68% (50,84-80,87)
Efficacité des traitements préventifs	Non	///	///	11	32% (19,13-49,16)
	Oui	22	44% (31,16-57,69)	///	///
Résistance aux anticoccidiens	Non	28	56% (42,31-68,84)	///	///
	Oui	///	///	06	18% (08,35-33,51)
	Non	///	///	28	82% (66,49-91,65)

Le traitement des réponses collectées relatives au statut de la coccidiose, fait ressortir que la maladie est présente dans les élevages avicoles pour les 2/3 des éleveurs ; et la totalité des vétérinaires praticiens, en effet l'investigation menée par Triki et Pacha (2010) menée dans la même wilaya ont révélé un taux d'infestation important. Ce constat est rapporté par de nombreux auteurs sur le territoire national et plusieurs études à travers le monde. Debbou-Iouknane et *al.*, (2016) ont révélé une importante présence de la coccidiose dans les fermes avicoles à Bejaia. Des résultats conformes aux nôtres sur la présence élevée de la coccidiose chez le poulet de chair ont été signalés par plusieurs études (Kumar et *al.*, 2015 ; Adang et

Isah, 2016). Cette situation peut s'expliquer par les mauvaises pratiques de gestion dans les élevages de poulets de chair telles que les fuites d'eau, les fientes accumulées, une mauvaise hygiène, une faible ventilation, une forte densité de population et une litière épaisse qui fournissent un milieu favorable à la prolifération des coccidies (Crevieu-Gabriel et Naciri, 2001 ; Guinebert et Penaud, 2005).

Les fientes rouges sont les signes les plus fréquemment observés en relation avec la présence de la coccidiose dans l'élevage pour la presque totalité des éleveurs ; la mortalité à 20% suivi de l'état hérissé du plumage et prostration à 16%. Messaï (2011) dans une étude réalisée à Constantine a rapporté que les diarrhées sanglantes engendrent de graves lésions chez les poulets infectés menant à leur mort.

Les éleveurs interrogés ont affirmé que la maladie apparaissait entre la troisième et la cinquième semaine d'âge des oiseaux ; nos résultats sont confortés par les travaux de Conway et McKenzie, (2007) qui ont rapporté que la période d'apparition de la coccidiose était entre la troisième et cinquième semaine ; aussi Muazu et *al.* (2008) ont déclaré dans leur étude au Nigéria avoir retrouvé l'infection coccidienne chez les sujets âgés de trois à quatre semaines dans 52,9 % des cas.

La maladie était rencontrée pour la majeure partie des vétérinaires et des éleveurs une fois à deux fois par bande cependant une minorité 06% ont déclarés l'observer une troisième à la fin de la bande.

Les éleveurs interrogés sur la saison durant laquelle la coccidiose est la plus observée ont rapporté que celle-ci était présente surtout en hiver ; en effet Khan et *al.* (2006) ont également rapporté la présence de la maladie au cours de cette saison. Cependant, Awais et *al.* (2012) ont signalé une présence plus élevée de cette dernière en automne au Pakistan.

Plus de la moitié des éleveurs ont reconnu avoir recours à l'automédication pour traiter la maladie. En effet l'étude menée par Berghiche et *al.* (2018) a révélé que l'automédication dans les élevages de volailles est assez fréquente dans la région nord-est de l'Algérie. En Côte d'Ivoire, Sinaly (2014) a déclaré que 79% des éleveurs pratiquent l'automédication.

L'ensemble des vétérinaires interrogés ont affirmé l'utilisation du Diclazuril en traitement curatif. L'efficacité du Diclazuril a été également mise en évidence dans une étude menée dans la wilaya de Jijel par Djemai et *al.* (2016).

Quant à l'utilisation d'association médicamenteuse, la majorité des vétérinaires ont affirmé y recourir de même que près de la moitié les éleveurs Chapman et Jeffers, (2014) ont rapportés dans leur étude que les associations de certains produits de synthèses et certains produits ionophores sont très utilisées dans de nombreux pays.

La majorité des vétérinaires ont déclaré que les éleveurs demandaient eux-mêmes différents produits contre la coccidiose. Les éleveurs ont rapporté à 56% ne pas être satisfait de l'efficacité des traitements. Les anticoccidiens (traitement étiologique) sont encore aujourd'hui la principale méthode de lutte contre les coccidioses (Naciri et Brossier, 2009).

Les vétérinaires praticiens ont affirmé avoir remarqué une résistance anticoccidienne envers les produits utilisés ; en effet des études ont révélé que *Eimeria acervulina*, *Eimeria tenella* et *Eimeria maxima*, ont développé une résistance à l'Amprolium (Bichet et al., 2003). Djemai et al (2016) à Jijel ont rapporté dans leur étude qu'on ne procède, généralement pas, dans nos élevages, à la réalisation des programmes d'alternances (entre les anticoccidiens ionophores/ de synthèses/vaccins anticoccidiens) permettant d'éviter ou de ralentir les phénomènes de chimiorésistance. La résistance croisée entre le monensin, le narasin, le lasalocide et la salinomycine a été rapportée par Witcombe et Smith (2014). Selon Abbas et al., (2011), tous les anticoccidiens connus actuellement induisent plus ou moins rapidement des phénomènes de résistance, ou au moins de baisse d'efficacité.

2.5. Alternatives aux traitements standards

Les réponses relatives aux alternatives aux traitements standards sont rapportées dans le tableau 5.

Tableau 6 : Réponses des alternatives aux traitements standards préventifs.

Facteurs	Variables	Éleveurs (n)	% (IC à 95%)	Vétérinaires (n)	% (IC à 95%)
Connaissance des produits biologiques	Oui	32	64% (50,14-75,86)	30	88% (73,38-95,33)
	Non	18	36% (24,14-49,8)	04	12% (04,67-26,62)
L'éleveur est-il prêt à utiliser les produits biologiques	Oui	30	60% (46,18-72,39)	22	65% (47,91-78,51)
	Non	20	40% (27,61-53,82)	12	35% (21,49-52,09)
Utilisation/prescription des produits biologiques	Oui	30	60% (46,18-72,39)	18	53% (36,74-68,55)
	Non	20	40% (27,61-53,82)	16	47% (31,45-63,26)
Si oui ; lesquels ?	Origostim	15	50% (33,15-66,85)	18	100% (82,41-100)
	Ail	04	13% (5,31-29,68)	///	///
	Vinaigre	11	37% (21,87-54,49)	///	///

Les réponses collectées, relatives aux alternatives aux traitements standards, font ressortir qu'aussi bien des éleveurs que des vétérinaires questionnés ont déclaré connaître les alternatives biologiques utilisées contre la coccidiose.

Les vétérinaires et les éleveurs ont déclaré être d'accord pour changer la stratégie de lutte contre la coccidiose en utilisant des produits biologiques à la place des anticoccidiens.

Respectivement les éleveurs et les vétérinaires à 60% et 53% ont déclarés avoir utilisé et prescrits des produits biologiques ; pour tous les vétérinaires c'était l'origostim, de même pour les éleveurs. Beaucoup d'études ont été réalisées dans cette optique de lutte anticoccidienne par des produits biologiques ; l'utilisation des probiotiques a été rapporté par divers travaux (Daloul et *al.*,2005 ; Lee et *al.*,2007 ; Djeddar et *al.*,2014), ainsi que celle des extraits et les huiles essentielles de plantes aromatiques (Messai, 2015 ; Iouknane-Debbou, 2021).

DEUXIEME VOLET

EFFET D'*Artemisia absinthium* SUR LA COCCIDIOSE DU POULET DE CHAIR SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE ET METANALYSE.

L'objectif de la deuxième partie de notre travail est d'évaluer l'effet d'*Artemisia absinthium* sur la coccidiose du poulet de chair par une revue systématique et une méta-analyse.

La plante choisie en plus d'être locale répandue a de nombreuses vertus. *Artemisia absinthium* contient de l'absinthine et de la thujone est particulièrement efficace comme antiparasitaires. Les extraits aqueux d'*Artemisia absinthium* démontrent également une activité antioxydante élevée.

A notre connaissance, il s'agit de la première revue systématique et méta-analyse réalisée en Algérie sur les effets d'*Artemisia absinthium* sur la coccidiose du poulet de chair.

Rappels sur la méta-analyse

La revue de littérature systématique est une analyse qui permet de donner une réponse satisfaisante des travaux précédents, cependant la quantification reste difficile avec ce type d'analyse (Sauvant et *al.*, 2005). Alors que la méta-analyse est une forme de revue bibliographique qui se veut objective ; elle est définie comme « une analyse globale faisant la synthèse des résultats de différentes études, au moyen de méthodes statistiques appropriées » (Khlat et *al.*, 1998). La méta-analyse se positionne donc comme un outil pertinent pour compiler les résultats de différentes études. En effet la méta-analyse permet d'analyser et comprendre des phénomènes en prenant en compte plusieurs études et de synthétiser les données de manière objective dans un cadre quantitatif. Les données extraites des publications permettent généralement de couvrir un ensemble très large de conditions expérimentales différentes, améliorant ainsi la qualité de la prédiction et la précision des modèles. Elle apporte ainsi une valeur ajoutée par rapport à des synthèses qualitatives sur un sujet donné (Sauvant et *al.*, 2008).

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Revue systématique

Cette revue systématique a été menée dans les bases de données des moteurs de recherche : PubMed, Science Direct, Google Scholar, Google et Academia.edu. La sélection des articles

comprenait une recherche d'articles, datant de l'année 2000 à février de l'année 2021 (période s'étalant sur 20 ans) sans tenir compte du pays ou région géographique.

Les études ont été identifiées à l'aide d'une combinaison de mots-clés : genre *Artemisia*, *Artemisia absinthium*, coccidiose, Poulet de chair, performances zootechniques, *Eimeria* spp et Excrétion oocystale.

Dans le but d'assurer une rigueur et une transparence rapports, les directives PRISMA (Preferred Reporting of Systematic Reviews and Meta-Analysis) (Liberati A et al., 2009 ; Moher D et al., 2009) ont été appliqués (Figure 10).

Dans un premier temps, nous avons vérifié les listes de titres et de résumés identifiés par cette recherche pour déterminer les pertinences des articles.

Les articles sélectionnés ont été lus dans leur intégralité pour confirmer leur éligibilité. Par la suite, des données ont été extraites et saisies dans un fichier Microsoft Excel (version 2013).

Pour les études in vivo les paramètres retenus ont concerné les animaux étudiés (poulet de chair), excrétion oocystale, diarrhée sanguinolente, taux mortalité, gain de poids, indice conversion, score lésionnel (moyenne de 5 sujets). Ceux des études in vitro ont été, le dénombrement des oocystes, LC50 (concentration létale), taux (%) de sporulation, taux (%) inhibition sporulation.

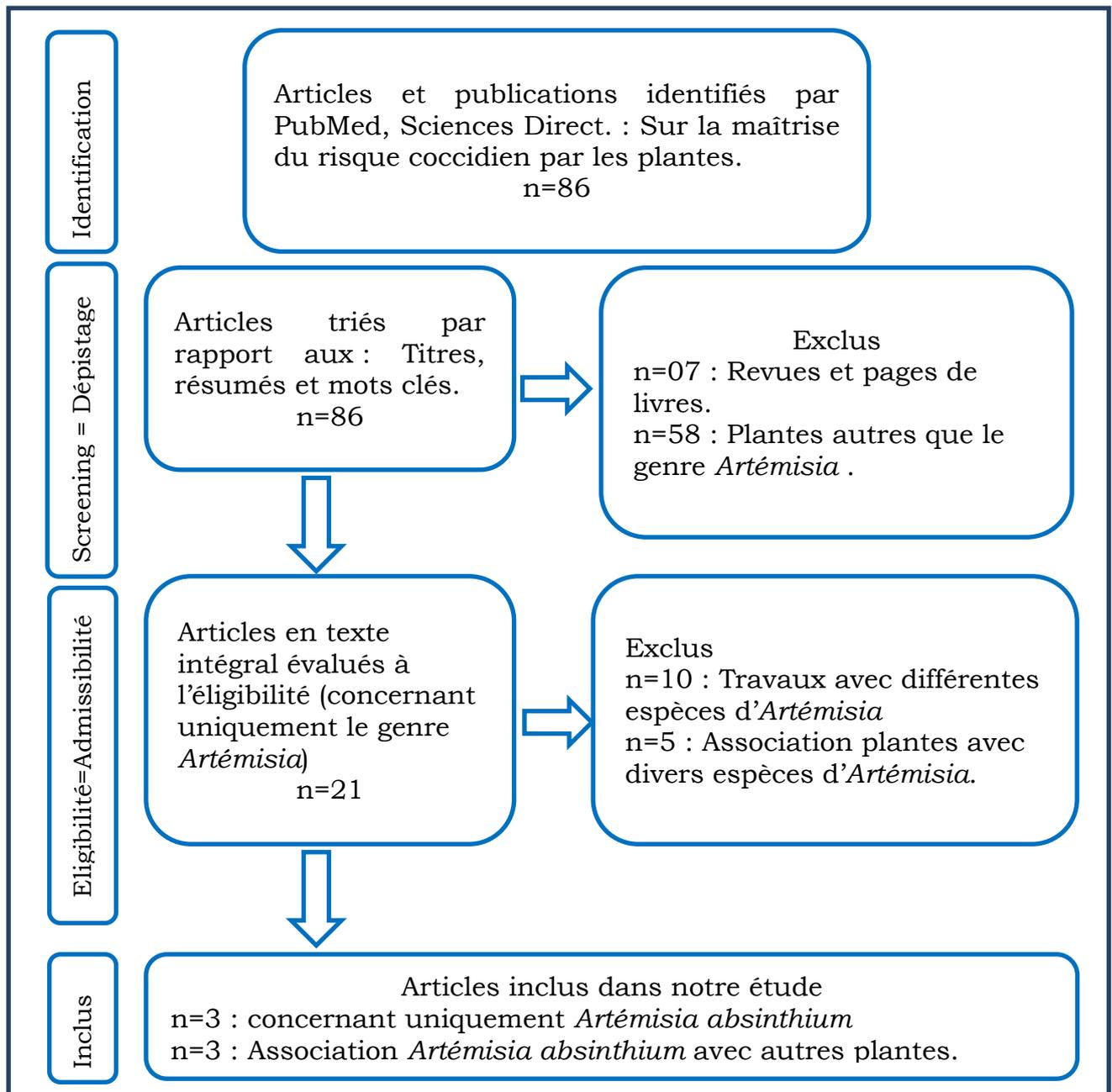


Figure 10 : Diagramme de flux des éléments de rapport préférés pour les examens systématiques et les méta-analyses (PRISMA). A gauche se trouvent différentes étapes de l'organigramme PRISMA ; à droite se trouvent les résultats obtenus après chacune de ces étapes.

1.2. Méta-analyse

La méta-analyse est une technique statistique qui combine les résultats d'études indépendantes (Macaskill et al., 2010). Une méta-analyse a été réalisée sur la base des données disponibles des études visant l'efficacité anticoccidienne d'*Artemisia absinthium* dans les élevages de poulet de chair.

La méta-analyse a été réalisée à l'aide du package metafor (Viechtbauer, 2010) de R via RStudio (Version 1.1.383 ; Rstudio, Inc.). Avant de commencer la méta-analyse, les tailles d'effet ont été calculées pour chaque étude sous forme de différences moyennes standardisées (DMS), en utilisant la fonction escalc du package metafor. Les données SMD sont présentées en unités d'écart type et les valeurs SMD inférieures à 0,4, comprises entre 0,4 et 0,7 ou supérieures à 0,7 ont été considérées comme des effets faibles, modérés ou importants, respectivement (Schünemann et al., 2008). Pour simplifier l'interprétation des résultats, la taille de l'effet a également été représentée à l'aide de la différence moyenne (DM), qui mesure la différence absolue entre les scores moyens des groupes de traitement et de contrôle. L'hétérogénéité a été vérifiée à l'aide du test d'hétérogénéité du chi carré (χ^2) et de la statistique I². Une valeur I² supérieure à 50 % indique une hétérogénéité considérable (Rabiee et al., 2010).

2. RESULTATS

2.1. Revue systématique

Six articles décrivant des expériences remplissant les critères d'inclusion ont été identifiés. Trois utilisant *Artemisia absinthium* seule dans des expérimentations in vivo ; ces dernières ont été réalisées respectivement en 2012, 2014, et en 2016 par le même auteur et dans le même pays. Aussi un travail réalisé en 2016 a été scindé en deux parties et que nous avons considérés comme deux études distinctes l'une in vivo et l'autre in vitro. Dans l'étude in vivo l'utilisation d'*Artemisia absinthium* est associée à d'autres espèces végétales en parallèle pour tester leur effet anticoccidien individuellement et faire une évaluation comparative de cet effet ; ce qui donne un total de quatre études in vivo.

Les études in vitro pour évaluer l'efficacité d'*Artemisia absinthium* sur les oocystes coccidiens sont au nombre de trois réalisées en 2011, 2015 et 2016, la troisième fait partie du travail qui a été scindé en deux ; dans ces trois travaux *Artemisia absinthium* est testée individuellement et comparée à d'autres espèces végétales.

Description des études

- ***In vivo***

- L'étude de Kostadinovic et al., (2012), visait l'effet anticoccidiens d'*Artemisia absinthium* chez le poulet de chair. L'expérience a été menée sur 150 poulets de lignée acres Arbor des deux sexes. À 21 jours les poulets ont été divisés en cinq groupes composés de 30 poussins chacun. Les quatre premiers groupes (A à D) ont été infectés par les oocystes *Eimeria tenella* sporulés à une dose de 20 000 oocystes par poulet. Le groupe E représente le témoin négatif

(ni infecté ni traité). Le groupe A représente le témoin positif (infecté non traité). Les groupes B, C, D ont été traités avec des extraits d'*A. absinthium* à la dose de 1, 2 et 3 mg/kg par jour respectivement. Les résultats ont montré que l'extrait d'*Artemisia absinthium* a réduit la sévérité de l'infection coccidienne induite par *Eimeria tenella* ainsi que la diminution significative de l'excrétion d'oocystes par gramme de fèces

- L'étude de Kostadinović et al., (2014) a concerné l'effet antioxydant de l'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* sur l'activité enzymatique hépatique du poulet de chair ainsi que son effet anticoccidien. Pour les besoins de notre étude nous nous sommes intéressés qu'à ce dernier. L'expérience a été menée sur 120 poulets de chair de la lignée acres Arbor des deux sexes infectés par un mélange d'oocystes d'*Eimeria tenella*, *Eimeria mitis* et *Eimeria necatrix* à 21 jours. Les poulets ont été répartis en quatre groupes. Le groupe A était non infecté et non traité, le groupe B a été infecté et non traité, le groupe C a été infecté et préventivement traité à la salinomycine (coccidiostatique) à raison de 60 mg/kg, le groupe D a été infecté et a reçu dans l'aliment l'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* en quantité de 3 g/kg. Les résultats ont montré que l'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* ajoutée dans les aliments pour poulets de chair a empêché le développement d'oocystes de coccidies et peut donc être utilisée comme additif alimentaire prophylactique.

- Dans l'étude de Kostadinović et al. (2016), les auteurs ont reproduit le même travail réalisé en 2014 sus cité en mettant plus en valeurs l'effet anticoccidien. L'étude a concerné l'effet antioxydant de l'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* sur l'activité enzymatique hépatique du poulet de chair ainsi que son effet anticoccidien. Pour les besoins de notre étude nous nous sommes intéressés qu'à ce dernier. L'expérience a été menée sur 240 poulets de chair de la lignée acres Arbor des deux sexes infectés par un mélange d'oocystes d'*Eimeria tenella*, *Eimeria mitis* et *Eimeria necatrix* à 21 jours.

Les poulets ont été répartis en quatre groupes. Le groupe A était non infecté et non traité, le groupe B a été infecté et non traité, le groupe C a été infecté et préventivement traité à la salinomycine (coccidiostatique) à raison de 60 mg/kg, le groupe D a été infecté et a reçu dans l'aliment l'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* en quantité de 3 g/kg.

Après six jours d'infection une diarrhée sanglante intense a été observée dans les groupes non traités ainsi qu'une excrétion significative d'oocystes. L'excrétion d'oocystes et le taux de mortalité étaient significativement plus faibles ($P < 0,05$) dans le groupe D par rapport au contrôle positif B. Le Groupe C a montré une réduction des oocystes dans leurs fèces. Les résultats obtenus ont montré que l'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* était efficace pour

réduire l'intensité de la diarrhée sanglante, et de l'excrétion oocystale et peut donc être utilisé comme additif alimentaire prophylactique.

○ L'étude de Habibi et al. (2016) a porté sur l'évaluation de l'effet anticoccidien des extraits de 6 différentes plantes *N. tripedale*, *D. aucheri*, *A. absinthium*, *B. bovei*, *P. ferulaceae*, *C. intybus*. 180 poulets de chair âgés d'un jour ont été divisés en neuf groupes égaux recevant chacun un extrait de plante différente, un groupe recevant diclazuril, un groupe témoin infecté et un groupe contrôle non infecté. Les poussins de tous les groupes sauf groupe témoin non infecté ont été inoculés par voie orale avec des oocystes sporulés (3×10^3 oocystes d'*Eimeria tenella*) à 22 jours d'âge. L'administration d'extraits de plantes et supplémentation en diclazuril a commencé 2 jours avant l'infection et a duré toute la durée de l'expérience. Les critères étudiés étaient : poids corporel, taux de conversion alimentaire, sang dans les fèces, taux de survie, score lésionnel, nombre d'oocystes par gramme fèces et changements histopathologiques. Les résultats ont montré que *N. tripedale* et le Diclazuril ont donné de meilleurs résultats en termes de performance de croissance, de score lésionnel, de présence de diarrhée sanglante et nombre d'oocystes par rapport aux autres extraits de plantes. L'augmentation de la sévérité des lésions a été observée dans les groupes de *D. aucheri*, *A. absinthium*, *B. bovei*, *P. ferulaceae*, *C. intybus*, diclazuril et *N. tripedale*, respectivement. En conclusion, la présente étude a montré que les extraits de plantes étaient efficaces dans le contrôle de la coccidiose causée par l'infection à *E. tenella*.

• **In vitro**

○ L'étude de Remmal et al. (2011) a évalué la capacité des huiles essentielles (HE) de *Oreganum compactum*, *Artémisia absinthium*, *Rosemarinus officinalis*, *Syzygium aromaticum*, *melaleuca alternifolia*, *Citrus sinensis*, *Thymus vulgaris*, *Mentha piperita*, *Listea cubeba*, *Cinnamomum zeylanicum* à détruire les oocystes d'*Eimeria* in vitro en utilisant un comptage microscopique et une libération de matériau absorbant à 273 nm. La capacité des huiles essentielles à détruire les oocystes d'*Eimeria* a été réalisée en milieu liquide. Parmi ces dix, les HE *Artémisia absinthium*, *melaleuca alternifolia* (arbre à thé), de *Thymus vulgaris* (thym) et *Syzygium aromaticum* (clou de girofle) ont été identifiées comme étant les plus efficaces. Le traitement des oocystes d'*Eimeria* avec ces HE conduit à sa lyse. Ces résultats ont été obtenus après environ trois heures de contact à faible concentration.

○ L'étude de Zaman et al. (2015) avait pour objectif évaluation de l'effet des feuilles de *Curcuma longa*, des graines d'*Artemisia absinthium* et des racines de *Saussurea lappa* sur sporulation d'*Eimeria tenella* dans des conditions de laboratoire. Les oocystes utilisés dans cette étude ont été obtenus en infectant des poulets de chair âgés de 14 jours avec 75 000

oocystes sporulés d'*E. tenella*. Les oocystes récoltés ont été exposés à diverses doses de ces extraits de plantes aqueux-méthanoliques à 70 % (0,244-500 µg mL⁻¹). Les oocystes ont été incubés à une température de 27,5 C avec 60 à 80% humidité et aération continue. L'inhibition de la sporulation était le critère d'évaluation de l'efficacité. Les extraits de plantes présentaient un effet inhibiteur graduel sur la sporulation d'*E. tenella* comme en témoignent leurs valeurs de concentration létale (LC50). Valeurs LC50 de *C. longa*, *A. absinthium* et *S. lappa* étaient de 173,4, 221,3 et 960,6 µg mL⁻¹, respectivement. *C. longa* a démontré les effets inhibiteurs les plus élevés sur la sporulation des oocystes d'*E. tenella*.

o La partie in vitro de l'étude de Habibi et al., (2016) pour l'évaluation de l'effet anticoccidien des extraits de 6 différentes plantes *N. tripedale* *D. aucheri*, *A. absinthium*, *B. bovei*, *P. ferulaceae*, *C. intybus* a également porté sur l'effet de ces mêmes plantes sur sporulation d'*Eimeria tenella* dans des conditions de laboratoire. Les oocystes ont été obtenu à partir des fèces d'oiseaux infectés expérimentalement. 100 oocystes ont été mis en contact avec les extraits de plantes dans des boites à température ambiante. Le témoin positif été représenté par dichromate de potassium et le témoin négatif été représenté par de Diclazuril. La lecture et dénombrement ont été réalisés à 12, 24, 48 et 72 heures afin de déterminer le temps de sporulation. Les résultats ont révélé des taux d'inhibition de la sporulation après 72 heures de 29,69% pour *Prangos ferulaceae* et 8,51% pour *Cichorium intybus*. Quant à *Artemisia absinthium* son taux d'inhibition a été de 22,5%. La conclusion été faite dans le cadre de l'étude dans sa globalité citée ultérieurement.

2.2. Méta-analyse

La méta-analyse a été mené pour connaître l'effet d'*Artemisia absinthium* sur l'excrétion oocystale ; les différents paramètres pris en compte à partir des études in vivo retenues à savoir ; la diarrhée sanguinolente ; le taux mortalité ; le gain de poids ; l'indice conversion ; et le score lésionnel ont dû être exclus car ils présentaient une hétérogénéité entre les études ; de même que la nature de l'extrait utilisé sous forme d'huile essentielle ou d'extrait méthanolique et son mode d'administration dans l'alimentation ou l'eau de boisson (Cf. tableau 07).

Le seul paramètre ayant présenté une homogénéité entre les études est l'excrétion oocystale car exprimé en nombre d'oocystes.

Concernant les études in vitro ; ces dernières n'ont pas été retenues par cette méta-analyse car les paramètres évalués présentaient également une hétérogénéité.

La présente méta-analyse a traité de la réduction de l'excrétion oocystale en comparant l'effet d'*Artemisia* vs contrôle et *Artemisia* vs antibiotique.

Tableau 07: Synthèse sur l'effet anticoccidien d'*Artémisia absinthium* en élevages de poulet de chair.

Références	Description expérimentale			Paramètres d'évaluation			
	<i>A.Absinthium</i>		ATB	Lots Experimentaux	Excrétion oocystale	Diarrhée sanguinolente	Taux mortalité (%)
	F	M. A.					
Kostadinović et al 2016 (Serbie)	Huile Essentielle	Alimentation	Salinomycine	Lot 1	J21 =21025,4 ± 838 J30 =39485,0 ± 364	J24 = 1 ; J27 =3 ; J30 =1	12
				Lot 2	J21 =10538,0 ±1220 J30 =0	J24 =1	5
				Lot 3	J21 =17031,0 ± 1050 J30 =106,8 ± 12	J24 = 1 ; J27 =2.	7
Kostadinović et al 2014	Huile Essentielle	Alimentation	Salinomycine	Lot 1	J21 =2,3x10 ⁶ ± 0,3 J30 =0,4x10 ⁶ ± 0,1	J24 =1 ; J27 =3 J30 =1	12
				Lot 2	J21 =1.0*10 ⁶ ± 0.1 J30 =0	J24 =1 J27 =1	5
				Lot 3	J21 =1,7x10 ⁶ ± 0.2 J30 =0,08x10 ⁶ ± 0.01	J24 =1 J27 =2	7
Habibi et al 2016 (Iran)	Extrait éthanolique	Eau de boisson	Amprolium	Lot 1	28,9x10 ³	J26 =1 ; J27 =3 J28 =4 ; J29 =2 ; J30 =1	30
				Lot 2	135,9x10 ³	J26 =1 ; J27 =1 ; J28 =2 J29 =1 ; J30 =0	0
				Lot 3	148,5x10 ³	J26 =1 ; J27 =2 ; J28 =3 J29 =2 ; J30 =1	20
Kostadinović et al 2012	Huile Essentielle	Alimentation	Pas d'antibiotique	Lot 1	J21 =9455 J30 =2636	J24 =1 ; J27 =3 J30 =1	12
				Lot 2	-	-	-
				Lot 3 (1)	J21 =9090 J30 =2073	J24 =1 ; J27 =2 J30 =1	06
				Lot 3 (2)	J21 =9820 J30 =1090	J24 =1 ; J27 =2 J30 =0	05
				Lot 3 (3)	J21 =5091 J30 =16	J24 =1 ; J27 =1 J30 =0	05

F : Forme de la plante ; M.A. : mode d'administration ; ATB : antibiotique, Lot 1 : animaux infectés non traités (témoin négatif) ; Lot 2 : animaux infectés traités avec antibiotique ; Lot 3 : animaux infectés traités avec *A. absinthium* ; les lots 3(1), 3(2) 3(3) sont par rapport à la dose de la plante utilisée (1mg/g/j, 2mg/kg/j, 3mg/g/j respectivement). La diarrhée sanglante est un score de sang dans les selles totales : 0 = état normal ; 1 = 33 %, 2 = 33-66 %, 3 = 66 - 99 % 4 = + 100 %

Extrait d'*Artemisia absinthium* vs Témoin

L'hétérogénéité de l'ensemble de données était faible ($I^2 = 93,04\%$; χ^2 (dl) = 47,59 (3) ; $P < 0,0001$). La DMS totale regroupée obtenue avec le modèle à effets aléatoires était élevée (-1,64 ; IC à 95 % : -2,72 - -0,55 ; $P < 0,0001$ (Figure 11) ce qui équivalait à une DM de $-19,55 \cdot 10^3$ (IC à 95 % : $-35,57 \cdot 10^3$ - $-3,542 \cdot 10^3$).

Extrait d'*Artemisia absinthium* vs antibiotique L'hétérogénéité du jeu de données était élevée ($I^2 = 44,22$; χ^2 (df)= 3,62 (2) ; $P=0,162$). La DMS totale regroupée obtenue avec le modèle à effets aléatoires était modérée mais significative (0,57 ; IC à 95 % : -0,19-0,95 ; $P = 0,0032$ (Figure 12), ce qui équivalait à une DM de $5,19 \cdot 10^3$ (IC à 95 % : $2,91 \cdot 10^3$ - $7,47 \cdot 10^3$).

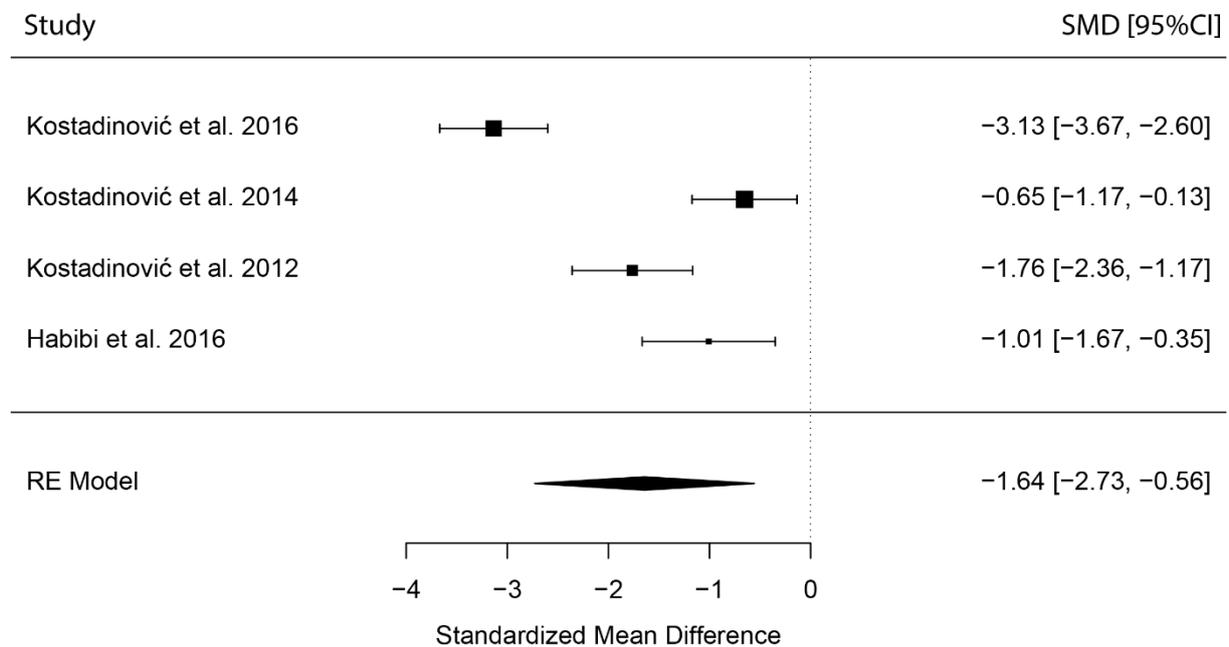


Figure 11 : Parcelle forestière globale (de la différence moyenne standardisée des effets aléatoires (DMS) (et de leur IC à 95 % et des poids pour les essais individuels) pour les effets anticoccidiens des extraits d'*Artemisia absinthium* chez les poulets de chair (*Artemisia* vs contrôle).

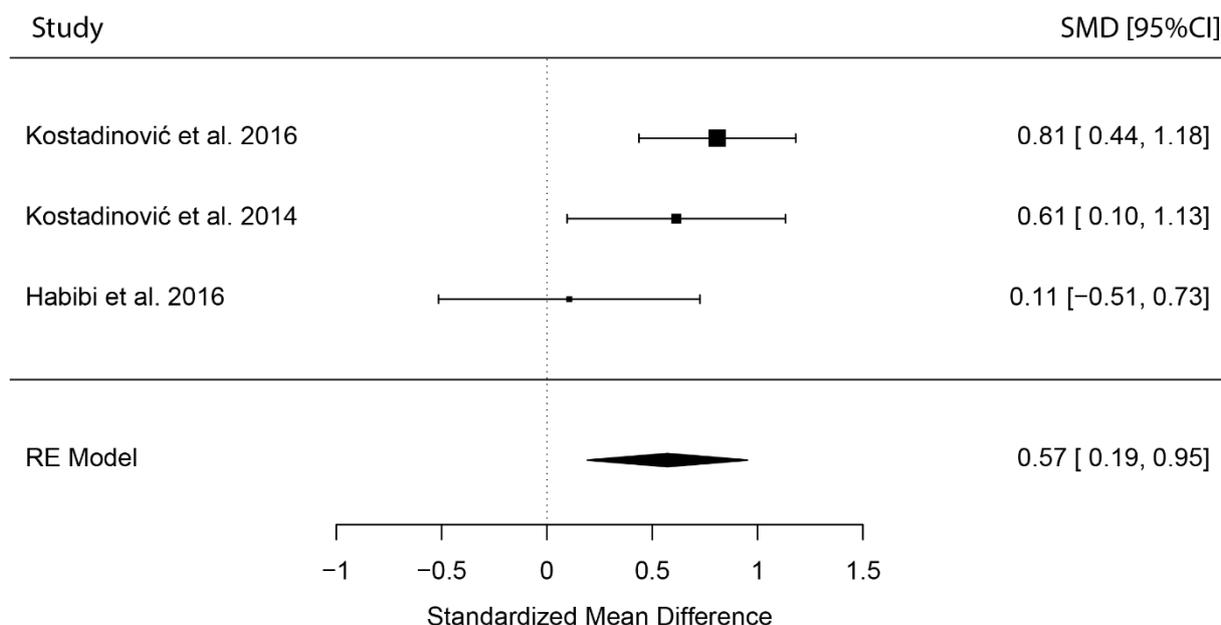


Figure 12 : Parcelle forestière globale (de la différence moyenne standardisée des effets aléatoires (DMS) (et de leur IC à 95 % et des pondérations pour les essais individuels) pour les effets anticoccidiens des extraits d'*Artemisia absinthium* chez les poulets (*Artemisia* vs antibiotique).

La méta-analyse des quatre études retenues a montré que l'ajout de l'extrait d'*Artemisia absinthium* a réduit considérablement l'excrétion des oocystes (SMD = -1,64, 95% CI -2,72 - -0,55) dans le modèle d'effet aléatoire SMD regroupé. Une hétérogénéité élevée mais significative a été observée (Q-statistique : $P < 0,0001$; I^2 -statistique = 93,04%, DM = $-19,55 \cdot 10^3$ (IC à 95% $-35,57 \cdot 10^3$ - $-3,542 \cdot 10^3$) (Figure 11).

La méta-analyse des trois études a montré un abaissement de l'excrétion des oocystes dans le groupe antibiotique par rapport le groupe supplémenté avec l'extrait d'*Artemisia absinthium* (SMD = 0,57, 95% CI -0,19 - 0,95) dans le modèle d'effet aléatoire SMD regroupé. Une hétérogénéité significative a été remarquée (Q-statistique : $P < 0,162$; I^2 -statistique = 44,22 %, DM = $5,19 \cdot 10^3$ (IC à 95% $2,91 \cdot 10^3$ - $7,47 \cdot 10^3$) (Figure 12).

3. DISCUSSION

Les systèmes de production de volailles fermières sont confrontés à de nouveaux défis avec la promotion du concept de production animale « propre, verte et éthique » (Bickell et *al.*, 2010 ; Puvača et *al.*, 2019). Pour répondre à la demande des consommateurs en produits alimentaires sains le développement d'alternatives naturelles pour le contrôle des coccidies dans l'aviculture est impératif.

L'une des alternatives potentielles aux drogues synthétiques est l'utilisation de suppléments de plantes médicinales ou de leurs huiles essentielles (Si et *al.*, 2006 ; Puvača et *al.*, 2013 ; Aćimović et *al.*, 2019). Certaines espèces du genre *Artemisia* comme *Artemisia annua* et *Artemisia absinthium* possèdent une forte activité anticoccidienne (Kostadinović et Lević, 2018). *A. absinthium* est originaire des régions tempérées d'Eurasie et d'Afrique du Nord. La composition de l'huile essentielle d'*Artémisia absinthium* a montré que ses substances actives comprennent la silice, deux substances amères (l'absinthine et l'anabsinthine), thuyone, tannin, substances résineuses, acide malique et acide succinique (Habibi et *al.*, 2016). Elle est utilisée en médecine contre les indigestions et les douleurs gastriques ; elle possède un effet antiparasitaire (Fiamegos et *al.* 2011).

3.1. Revue systématique

Les quatre études retenues pour l'expérimentation *in vivo* n'ont pas toutes tenu compte des paramètres tels que les conditions d'élevages, race utilisée, sexe, dose infectante, jour d'infestation expérimentale, les espèces d'*Eimeria* et mode d'administration de la plante et sa dose ; contrairement à d'autres ayant utilisées d'autres espèces du genre *Artémisia* (Wiedosari et Wardhana, 2017 ; Brisibe et *al.*, 2008). Alors que d'autres utilisent des conditions d'expérimentation surtout quand l'étude est réalisée au sein des institutions universitaires et centres de recherche où l'infestation est provoquée (Almeida et *al.*, 2012).

Pour le sexe et la race du poulet de chair, les trois études du même auteur (Kostadinović et *al.* 2012, 2014 et 2016) ont utilisées la race acre Arbor des deux sexes, alors que la race Cobb des deux sexes a été employée pour dernière étude (Habibi et *al.*, 2016). Les auteurs n'ont montré aucune relation entre ces paramètres et l'effet de la plante. Cependant, Almeida et *al.* (2012), ont montré que le traitement par *Artémisia annua* de poulet de chair infecté par des oocystes d'*Eimeria Spp* avait un effet sexe sur l'excrétion des oocystes et aucun effet race n'a été observé ce qui a été déjà rapporté par d'autres études (Arab et *al.*, 2006 ; Dragan et *al.*, 2010). Le jour de l'infection expérimentale été généralement au tour du 21 jours d'âge, correspondant à la période d'infection naturelle.

La dose infectante était de 3×10^3 à 2×10^4 avec l'espèce *Eimeria tenella* (Kostadinović et *al.* 2012 ; Habibi et *al.*, 2016) ou un mélange d'*Eimeria* (*E. tenella*, *E. metis*, *E. necatrix*) (Kostadinović et *al.*, 2014 ; Kostadinović et *al.*, 2016). L'efficacité d'*Artemisia* a été mise en évidence sur les différentes espèces d'*Eimeria* utilisées. Selon Allen et *al.* (1997) l'artémisinine pure obtenue d'*Artemesia annua* est efficace contre toutes les espèces d'*Eimeria*.

La forme de la plante, sa dose et son mode d'administration différent d'une étude à une autre. Les études de Kostadinović et *al.* (2012 ; 2014 ; 2016) ont expérimenté l'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* dans l'alimentation avec des doses différentes où l'effet dose a été montré. Alors que l'étude Habibi et *al.*, (2016) a utilisé l'extrait éthanolique de la plante dans l'eau de boisson. Alors que certaines études, ont permis de mettre en évidence l'efficacité d'un extrait, de sa dose et de son mode d'administration par rapport à un autre (Brisibe et *al.*, 2008) ce qui n'a pas été le cas dans les études retenues.

Paramètres d'inclusions

Quant aux paramètres d'inclusions, les animaux étudiés étaient uniquement du poulet de chair

- **Performances zootechniques (gain de poids et indice de conversion)**

L'effet d'*Artemisia absinthium* sur le gain de poids et indice de conversion dans l'étude réalisée par Habibi et *al.* (2016) ne s'est pas révélé très efficace. Cependant, les autres espèces d'*Artemisia* incorporé à l'alimentation ou l'eau de boisson a amélioré le gain de poids et l'efficacité alimentaire (Oh et *al.*, 1995 ; Youssef et *al.*, 2013 ; Hady et Zaki, 2012 ; Gholamrezaie et *al.*, 2013 ; Almeida et *al.*, 2012)

- **Score lésionnel**

Parmi les études retenues, une seule a tenu compte de ce paramètre (Habibi et *al.*, 2016), où l'effet d'*Artemisia absinthium* était classé en deuxième position sur les 6 plantes utilisées pour la sévérité des lésions observées. D'autres travaux avec d'autres espèces d'*Artemisia* ont rapporté un effet contraire lié à la présence d'artémisinine sur le score lésionnel (Del Cacho et *al.*, 2010 ; Drăgan et *al.*, 2010 ; Youssef et *al.*, 2013 ; Thøfner et *al.* 2013 ; Wiedosari et Wardhana, 2017).

- **Diarrhée sanguinolente et excrétion oocystale**

Kostadinović et *al.* (2012, 2014 et 2016), ont montré que l'ajout d'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* à l'alimentation des poulets de chair infectés par des oocystes d'*Eimeria* a un effet positif sur la diminution de l'intensité de la diarrhée sanglante et une importante réduction du nombre d'oocystes liés à l'effet de l'artémisinine. Ce composé répandu dans les différentes espèces *Artemisia* qui modifie le processus de formation de la paroi des oocystes et leur mort (Del Cacho et *al.*, 2010 ; Akrouf et *al.*, 2010). Selon Kheirabadi et *al.* (2014), l'artémisinine est relativement lente à absorber ce qui prolonger l'interaction du composé actif avec les parasites en réduisant la contamination des litières et limitant l'excrétion oocystale ce qui avantage le traitement de la coccidiose.

L'effet des autres espèces d'*Artemisia*, sur la réduction du nombre d'oocystes d'*Eimeria* et de diarrhée sanglante ont été rapportés par différentes études (Arab et *al.*, 2006 ; Dragan et *al.*

(2014 ; Dragan et *al.* 2010 ; Dragan et *al.* 2013 ; Messai et *al.*, 2014 ; Youssef et *al.*, 2013 ; Wiedosari et Wardhana, 2017).

- **Taux mortalité.**

Les études retenues ont montré que le traitement avec Huile essentielle *d'Artemisia absinthium* a donné un effet efficace sur la mortalité. Ce constat a été rapporté par d'autres études qui ont utilisé d'autres espèces *d'Artemisia* (Drăgan et *al.*, 2010).

Etudes in vitro

Les critères retenus pour ces études sont obtenus par la mise en contact des oocystes avec les extraits de plantes sous forme d'huiles essentielles et extraits méthanoliques. Les oocystes utilisés sont issus de fiente de poulet infecté naturellement ou expérimentalement, de lésions caecales ou fournis par les laboratoires de références. Ces essais in vitro précèdent parfois les études in vivo.

- L'inhibition de la sporulation est un critère commun pour évaluer les propriétés anticoccidiennes (Molan et *al.*, 2009). L'effet inhibiteur *d'Artemisia absinthium* (huile essentielle, extrait méthanolique et extrait éthanolique respectivement) sur la sporulation des oocystes *d'Eimeria* a été rapporté par les études retenues (Remmal et *al.*, 2011 ; Zaman et *al.*, 2015 ; Habibi et *al.*, 2016) en plus d'un effet de lyse (Remmal et *al.*, 2011) ; de même qu'une LD50 a été défini par Zaman et *al.* (2015).

Pour les autres espèces *d'Artemisia*, Fatemi et *al.* (2015) ont comparé le taux de sporulation d'oocystes mixtes *d'Eimeria acervulina*, *Eimeria necatrix* et *Eimeria tenella* en présence de différentes concentrations et de différents extraits d'*A. annua* et ont montré que tous les types d'extraits *d'A. annua* n'avaient pas nécessairement des propriétés inhibitrices similaires.

3.2. Méta-analyse

Pour l'effet *d'Artemisia* vs contrôle et *Artemisia* vs antibiotique sur l'excrétion oocystale ; la présente méta-analyse a montré que l'ajout *d'Artemisia absinthium* a montré une efficacité significative par rapport au contrôle (animaux non traités) ; cependant son efficacité par rapport à l'effet de l'antibiotique reste modérée mais significative.

Bien que le nombre d'études de l'effet antiparasitaire *d'Artemisia absinthium* sur *Eimeria spp* soit restreint, son effet sur d'autres parasites a été démontré dans d'autres travaux (Wichtl et Anton, 2003 ; Tariq et *al.*, 2008 ; Canèr et *al.*, 2008).

Aussi le genre *Artemisia* est reconnu pour le même effet sur les différentes espèces *d'Eimeria* (Wiedosari et Wardhana, 2017 ; Messai et *al.*, 2014).

TROISIEME VOLET

ETUDE IN VITRO

L'étude in vitro a pour objectifs :

- Evaluation de l'effet d'*Artémisia absinthium* sur *Eimeria spp*
- Evaluation de l'effet d'*Artémisia absinthium* sur certaines bactéries.

Pour répondre à ces objectifs, notre expérimentation s'est déroulée durant la période de septembre 2021 à juin 2023 au niveau du laboratoire de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université Blida 1.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Matériel

- Matériel de laboratoire (Cf. annexe 3)
- Produits chimiques :
 - Bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇)
 - Anticoccidien (Amprolium)
 - Chloramphénicol
- Matériel biologique
 - Oocystes d'*Eimeria spp*
 - Solution aqueuse d'*Artémisia absinthium*
 - Bactéries de références : *Escherichia coli* ATCC8739, *Staphylococcus aureus* ATCC25923.
 - Bactérie non référenciée *Salmonella spp*

1.2. Méthodes

1.2.1. Effet d'*Artémisia absinthium* sur *Eimeria spp*

La plante séchée utilisée nous a été procurée par Docteur Yahia Mahmoudi médecin phytothérapeute à Blida. Ce dernier nous a confirmé la provenance de la plante de la région de Cherchel wilaya de Tipasa et dont la récolte et le séchage ont été au mois de mai 2021.

• *Préparation de l'extrait aqueux*

- Les feuilles et les tiges ont été broyées en poudre fine et tamisées.
- Peser 100g de poudre et mettre dans un bécher.
- Ajouter 1000 ml d'eau chaude, couvrir.
- Laisser infuser 3 heures.
- Filtrer une première fois à travers une passoire ensuite à travers un filtre en papier.

- La solution obtenue est concentrée à 10% c'est la solution mère conservée à 4°C pour utilisation ultérieure.

Préparation des différentes dilutions

- Diluer au un demi pour obtenir les dilutions suivantes (5%, 2,5%, 1,25%, 0,62%, 0,31%, 0,15%, 0,07%).



Figure 13 : Infusions de différentes concentrations (Photo originale)

• **Préparation des témoins**

- Bichromate de potassium ((K₂Cr₂O₇) à 2,5% : prendre 2,5g de bichromate de potassium dans 100 ml d'eau distillée. Ce milieu est le milieu de sporulation (témoin positif).
- Anticoccidien, Amprolium (Nocox), molécule active Amprolium HCl dosé à 250mg/ml. La dose de traitement prescrite est de 200 ml/200 litres. Le dosage a été respecté. Ce milieu est le milieu de non sporulation (témoin négatif).

• **Préparation de l'inoculum**

- Les oocystes d'*Eimeria spp* ont été obtenus à partir de fientes de poulet de chair.
- Prendre 10 g à 20 g de fientes (selon que les fientes proviennent d'élevages sain ou malade)
- Mettre dans un bécher et ajouter 100 ml de solution salée saturée et bien homogénéiser.
- Filtrer la suspension à travers un tamis ou passoire
- Laisser sédimenter 30 minutes
- Compter les oocystes à partir de la surface avec une cellule de Mac Master
- Mettre les oocystes dans un tube et y ajouter de l'eau distillée
- Laver deux fois et centrifuger à 4600 tr/mn pendant 5minutes.
- Récupérer le culot, ajouter du bichromate (1ml).
- Conserver au réfrigérateur à 4-6°C jusqu'à utilisation.



Figure 14 : Préparation de l'inoculum (Photos originales)

- **Expérimentation**

- Laver le culot conservé avec de l'eau distillée et centrifuger.
- Recompter les oocystes sur une lame hématimètre.
- Les mettre dans les puits d'une plaque de culture cellulaire (Costar®).
- Rajouter 1 ml de chaque concentration d'infusion à tester.
- Préparer un puits témoin positif (Bichromate) et un puits témoin négatif (Amprolium).
- Incuber à 27-28°C pendant 24, 48, 72 et 96h.
- Faire lecture et comptage toutes les 24h.



Figure 15 : La mise en puits des oocystes

Le nombre des oocystes de départ représente les oocystes normaux (intactes) déposés à 0h pris dans la réserve d'oocystes stockés au réfrigérateur dans du bichromate de potassium qui ont été lavés et recomptés. Le nombre moyen (n_0) était de 631 ± 26 oocystes.

- Le taux de réduction a été calculé à 24, 48, 72 et 96h par rapport au n_0 de départ selon la formule de calcul citée ci-dessous. Les oocystes ayant une paroi abîmée et déformée ont été considérés comme endommagés et donc perdus.

Le taux de réduction a été calculé selon la formule suivante

T% de réduction = $(n_0 - n_1/n_0) \times 100$.

n0 : nombre des oocystes de départ

n1 : nombre des oocystes comptés

- La sporulation a été observée à 96h temps maximal requis pour cette dernière ; son taux a été calculé selon la formule citée ci-dessus. Les oocystes ont été considérés comme sporulés en présence de sporocystes, indépendamment de leur forme, de leur taille ainsi que du nombre des sporocystes.

Le taux de sporulation (Gong et *al.*, 2021).

Taux de sporulation % = $(\text{nbre d'oocystes sporulés} / \text{nombre total d'oocystes}) \times 100$.

- L'inhibition relative a été calculée par rapport au témoin positif de sporulation (Bichromate de potassium) selon la formule ci-dessus à 96h. Le nombre moyen des oocyste utilisés dans du bichromate (nT) était de 615 ± 27 oocystes.

Le taux de l'inhibition relative de la sporulation a été calculé selon la formule suivante (Abbasi et *al.*, 2020).

Inhibition relative de la sporulation = $[\text{sporulation contrôle positif} - \text{sporulation oocystes traités} / \text{sporulation contrôle positif}] \times 100$.

1.2.2. Effet d'*Artémisia absinthium* sur les bactéries

La méthode réalisée a été par diffusion des disques.

- Couler la gélose Mueller Hinton en boîtes de Pétri sur une épaisseur de 4 mm
- Préparer les inocula à partir des cultures pures de 24 h dans de l'eau physiologique stérile à 0,9%.
- Bien homogénéiser la suspension bactérienne, son opacité doit être équivalente à 0,5 Mc Farland.
- Tremper un écouvillon stérile dans l'inoculum et l'essorer en le pressant fermement.
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée, sèche, de haut en bas, en stries serrées.
- Appliquer les disques imbibés dans les infusions de différentes concentrations (laissés pendant 15 minutes) ainsi qu'un disque témoin positif (chloramphénicol 30 μ g) et un disque témoin négatif imbibé d'eau distillée.

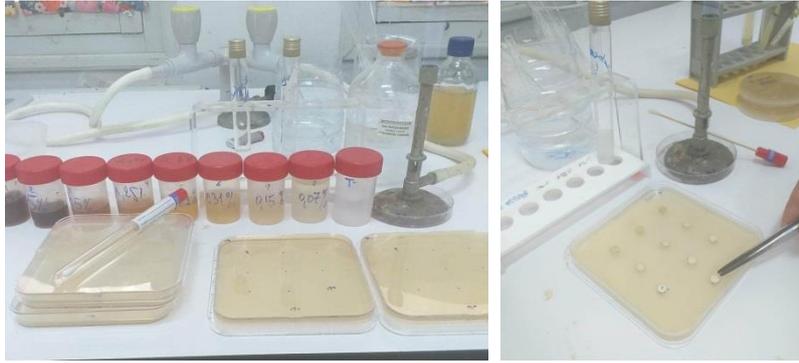


Figure 16 : Préparation de l'essai et dépôt des disques des infusions de différentes concentrations

- Incuber à 37°C pendant 24 h.
- Lecture et interprétation ont été faites par rapport à la zone d'inhibition du chloramphénicol.

L'opération a été répétée deux fois pour chaque souche.

1.2.3. Etude statistique

Les résultats sont présentés sous la forme de moyenne \pm écart type, et pourcentage (%).

L'analyse statistique a été effectuée au moyen du logiciel R (version 4.2.2.3). L'effet des différentes concentrations de l'infusion d'*Artemisia absinthium* sur le taux de réduction (%) d'oocystes d'*Eimeria spp* a été évalué en utilisant le test de la somme des rangs de Friedman. Le test de la somme des rangs Wilcoxon a été utilisé pour étudier l'effet des différentes concentrations d'infusion d'*Artemisia absinthium* et bichromate de potassium sur le taux de sporulation d'oocystes d'*Eimeria spp*. Les différences entre les moyennes et taux ont été jugées significatives avec $p \leq 0,05$.

2. RESULTATS

2.1. Effet d'*Artemisia absinthium* sur *Eimeria* spp

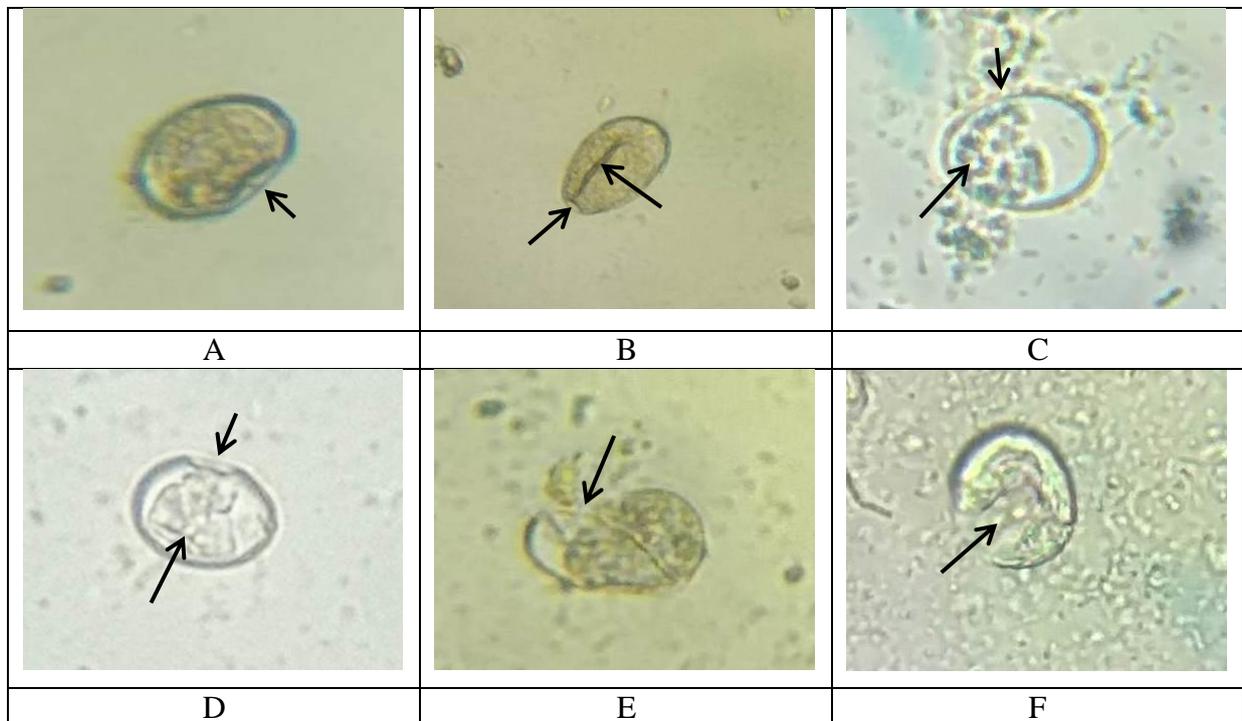
Les résultats de l'observation microscopique avant traitement et dans le témoin positif (Bichromate de potassium) ont montré des oocystes intacts dans leur structure et à l'état non sporulé et sporulé d'*Eimeria* spp (Cf. Figure 17).



A : Oocyste non sporulé ; B : Oocyste sporulé à 4 sporocystes ; C : Oocyste sporulé à 3 sporocystes.

Figure 17 : Oocystes d'*Eimeria* spp intacts (Observation au microscope optique x40) (Photos originales)

Après traitement par l'infusion d'*Artemisia absinthium* aux concentrations 10%, 5% et 2,5% l'observation microscopique a montré une destruction totale des oocystes d'où la diminution du nombre ou une déformation des structures externes ou internes des oocystes qui ont été aussi considéré comme perdu (Cf. Figure 18).



A et B : Oocystes avec paroi abîmée ; C et D : Oocystes avec destruction partielle ; E et F : Oocystes détruits complètement.

Figure 18 : Différents déformations Oocystales (Observation au microscope optique x40) (Photos originales)

Les résultats de l'effet de l'infusion *d'Artemisia absinthium* à différentes concentrations sur le nombre et la sporulation des oocystes sont rapportés dans le tableau 08

Tableau 08 : Effet d'*Artemisia absinthium* sur le nombre, le taux de réduction et sporulation des oocystes d'*Eimeria spp.*

Concentrations	Oocystes traités par infusion d' <i>Artemisia absinthium</i>											Oocystes traités par Bichromate de Potassium (T+)		IR			
	Intervalle de temps (heure)												nT		Oocystes à 96h		%
	0h	24h		48h		72h		96h				0h			n Sp.	% Sp.	
n0	n1	% Réd.	n2	% Réd.	n3	% Réd.	n4	% Réd.	n Sp.	% Sp.	nT	n Sp.	% Sp.	%			
10%	621	128	79,38	86	86,15	47	92,43	40	93,55	0	0	640	505	78,90	100		
5%	623	487	21,82	339	45,58	204	67,25	190	69,50	0	0	593	475	80,10	100		
2,5%	593	476	19,73	335	43,50	250	57,84	235	60,37	0	0	620	490	79,03	100		
1,25%	611	505	17,34	413	32,40	290	52,53	280	54,17	0	0	596	470	78,85	100		
0,62%	670	629	06,11	611	08,80	582	13,13	554	17,31	22	03,28	630	492	78,09	95,52		
0,31%	639	621	02,81	598	06,41	561	12,20	558	12,67	26	04,06	581	460	79,17	94,34		
0,15%	624	609	02,40	598	04,16	581	06,89	560	10,25	39	06,25	600	445	74,16	91,23		
0,07%	665	655	01,50	638	04,06	620	06,76	600	9,77	43	06,46	660	520	78,78	91,73		

n0 : Nombre d'oocystes initial ; n1, n2, n3 et n4 : nombre d'oocyste compté à 24 h, 48 h, 72 h et 96h après exposition aux différentes concentrations d'*Artemisia absinthium*; % Réd. : Taux de réduction, n SP : Nombre des oocystes sporulés ; % SP : taux de sporulation ; nT : Nombre d'oocystes du témoin positif ; % IR : Taux d'inhibition relative.

- D'après les résultats, nous constatons une **réduction** importante du nombre d'oocystes à 96h qui varie entre 93,55 et 54,17% pour les concentrations 10%, 5%, 2,5% et 1,25%. Alors que pour les autres concentrations (0,62% à 0,07%) la réduction varie entre 17,31 et 9,77%. Les résultats du test de Friedman ont indiqué une augmentation significative du taux de réduction d'oocystes au cours des intervalles de temps [24h-48h-72h-96h] (chi carré = 24, df = 3, p<0,0001). De plus, le test par paires de Wilcoxon (test post-hoc) a montré qu'il existe des différences significatives (p<0,0001) entre les intervalles de temps en termes de taux de réduction d'oocystes (proportions d'oocystes). La figure 19 montre les variations potentielles des proportions d'oocystes (% de réduction) d'*Eimeria spp* à quatre intervalles de temps distincts [24h, 48h, 72h et 96h] en fonction du temps et des différentes concentrations d'infusion d'*Artemisia absinthium*.

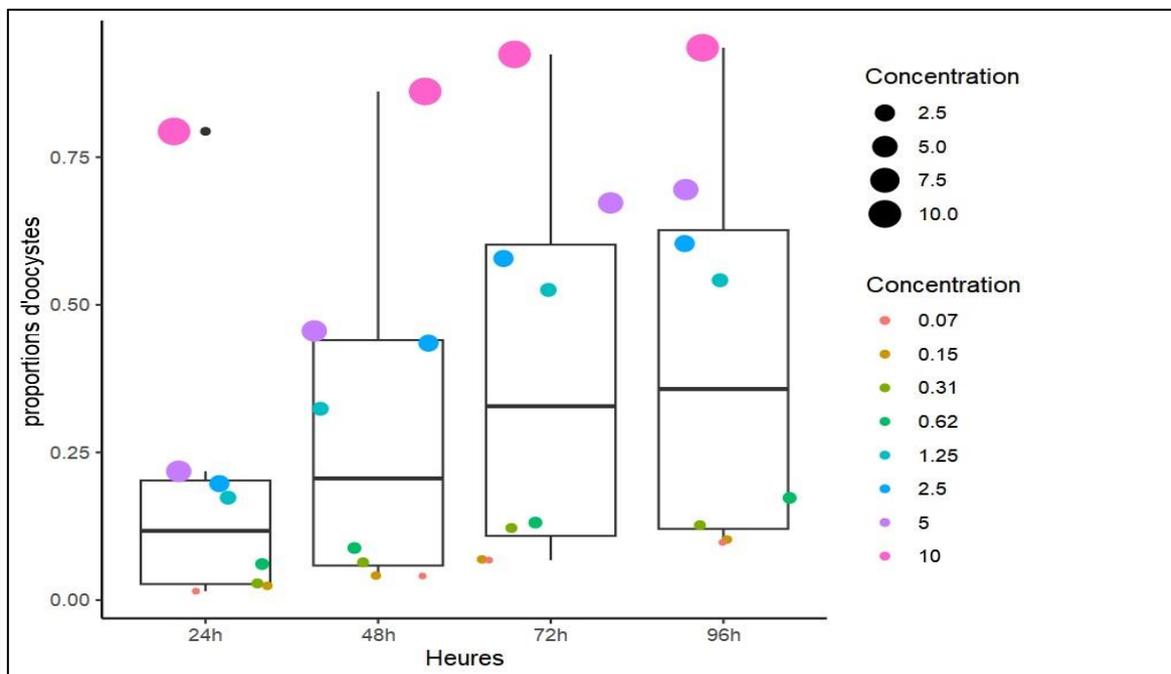


Figure 19 : Variations du taux de réduction d'oocystes (proportion) en fonction du temps et les différentes concentrations d'infusion d'*Artemisia absinthium*.

- Le taux de **sporulation** pour les concentrations 10%, 5%, 2,5% et 1,25% est nul à 72 et 96h et par conséquent l'inhibition relative à 96h est à 100%. Alors que pour les concentrations 0,62%, 0,31%, 0,15% et 0,07%, le taux de sporulation à 96h varie entre 3,28 à 6,46% et l'inhibition relative varie entre 95,52 à 91,73%.

Nos résultats montrent que comparativement aux taux de sporulation d'oocystes observés à 96h lors d'utilisation de Bichromate de Potassium sont significativement plus élevés que ceux obtenus après traitements par les différentes concentrations d'infusion d'*Artemisia absinthium*

($p = 0,0008599$). Il a été noté que le traitement par des concentrations élevées d'infusion (10%, 5%, 2,5% et 1,25%) entraîne une diminution hautement significative du taux de sporulation ($p= 0,00071$) par rapport aux faibles concentrations d'infusion et différentes concentrations de Bichromate de Potassium. La figure 20 montre l'effet des traitements par les différentes concentrations d'infusion d'*Artemisia absinthium* et Bichromate de Potassium sur le taux de sporulation d'oocystes d'*Eimeria spp.*

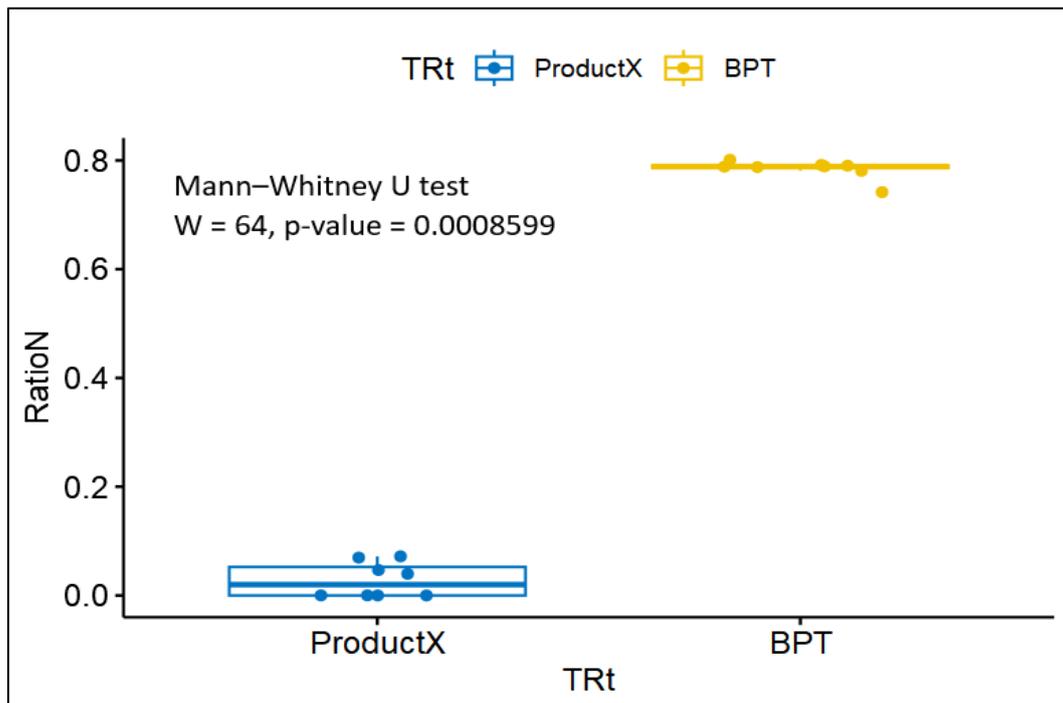


Figure 20 : Effet des traitements par différentes concentrations d'infusion d'*Artemisia absinthium* et Bichromate de Potassium sur le taux de sporulation des oocystes d'*Eimeria spp.* L'effet d'inhibition définitive de la sporulation après utilisation d'infusion d'*Artemisia absinthium* a été confirmé à la suite d'un deuxième essai consistant à laver et incuber à 28°C pendant 96h dans du bichromate de potassium les oocystes traités auparavant par les différentes concentrations d'infusion (de 10% à 0,07%).

2.2. Effet d'*Artémisia absinthium* sur les bactéries

Les résultats de l'effet antibactérien d'*Artémisia absinthium* sous sa forme d'infusion (solution aqueuse) sur les bactéries : *Escherichia coli* (ATCC8739), *Staphylococcus aureus* (ATCC25923) et *Salmonella spp* n'ont montré aucune zone d'inhibition par rapport au chloramphénicol (témoin positif) (Cf. figure 21).

Donc l'effet antibactérien sur les souches testées s'est révélé négatif dans la présente étude.



Figure 21 : Absence des zones d'inhibition pour les différentes concentrations et sa présence pour le témoin positif (Photos originales)

3. DISCUSSION

3.1. Effet d'*Artemisia absinthium* sur *Eimeria spp*

La présente étude s'inscrit dans l'optique de la recherche d'alternative biologique contre la coccidiose qui pourrait fournir une solution de remplacement pour la traiter et la maîtriser. L'effet anticoccidien de l'extrait aqueux (infusion) d'*Artemisia absinthium* a été évalué in vitro. Les oocystes collectés d'*Eimeria spp* ont été exposés à huit concentrations différentes d'*Artemisia absinthium* tandis que l'Amprolium et la solution de bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) ont servi de témoins.

Les essais in vitro précèdent les études in vivo ; en effet la sporulation des oocystes est l'un des facteurs les plus importants affectant l'épidémiologie de la coccidiose parce que la volaille ne peut être infectée que lorsque l'oocyste sporulé est ingéré.

Dans la présente étude en plus de l'effet d'inhibition de la sporulation des oocystes d'*Eimeria* recherché, il a été constaté une déformation ainsi qu'une lyse de ces derniers d'où l'effet de réduction apporté.

La réduction du nombre d'oocystes à 96h était importante pour les concentrations 10%, 5%, 2,5% et 1,25% et variait entre 93,55 et 60,37%. Alors que pour les autres concentrations de 0,62% à 0,07% la réduction variait entre 17,31 et 9,77%.

Cet effet de réduction a été rapporté par l'étude de Remmal et *al.* (2011) qui ont évalué la capacité des huiles essentielles (HE) de certaine plante dont *Artémisia absinthium*, à détruire les oocystes d'*Eimeria* in vitro. Les résultats obtenus ont révélé une lyse des oocystes après environ trois heures de contact à faible concentration. D'autres études ont rapporté ce même effet réducteur d'*Artemisia absinthium* sur *Eimeria* chez d'autres espèces animales. L'étude réalisée par Tanghort (2013), articulée en deux parties in vitro et in vivo sur l'effet oocysticide de certaines huiles essentielles dont d'*Artemisia absinthium* sur *Eimeria sp* spécifiques à la dinde ; a révélé pour l'essai in vitro que toutes les HE testées sont capables de détruire les oocystes d'*Eimeria sp* (DL₅₀ < 1 mg/ml) (62 % de réduction après 24 heures). Dans la partie in vivo (produit administré dans l'eau de boisson) les résultats ont montré une réduction importante des oocystes dans les fèces fraîches des dindons infectés expérimentalement.

Cet effet traduit par une diminution de l'excrétion oocystale a été rapporté surtout dans les études in vivo où la plante a été utilisée sous différente forme (huile essentielle, extrait éthanolique et méthanolique) et administrée soit dans l'alimentation ou eau de boisson (Kostadinović et al., 2012 ; Kostadinović et al., 2014 ; Kostadinović et al., 2016 ; Habibi et al., 2016). D'autres études ont rapporté l'effet réducteur d'*Artemisia absinthium* sur les

oocystes d'*Eimeria spp* chez d'autres espèces animales (chèvre et lapin) Iqbal et al. 2013 ; Popović et al. 2017). Les autres espèces du même genre tel qu'*Artemisia herba alba* et *Artemisia afra* ont montré aussi le même effet sur la réduction d'*Eimeria tenella* (Naidoo et al., 2008 ; Chabna, 2012 ; Messai, 2015 ;)

Pour l'inhibition de la sporulation, les résultats ont montré que pour les concentrations 10%, 5%, 2,5% et 1,25% le taux de sporulation est nul à 72 et 96h. Alors que pour les concentrations 0,62%, 0,31%, 0,15% et 0,07%, le taux de sporulation à 72h varie de 2,06 à 3,22% et à 96h il varie entre 3,78 à 7,40%. Concernant l'inhibition relative à 96h, elle varie entre 95,52 à 91,73%. L'inhibition de la sporulation est un critère principal pour évaluer les propriétés anticoccidiennes d'un produit testé (Molan et al., 2009).

Nos résultats ont été confortés par différentes études. Selon Zaman et al. (2015), les oocystes d'*Eimeria tenella* ont été exposés à diverses doses de l'extrait aqueux-méthanoliques d'*Artemisia absinthium*. Les résultats ont montré un effet inhibiteur graduel sur la sporulation d'*E. tenella*. L'étude de Habibi et al., (2016) a rapporté l'effet anticoccidien de 6 extraits différents de plantes dont *A. absinthium* sur sporulation d'*Eimeria tenella* dans des conditions de laboratoire. Les résultats ont révélé un taux d'inhibition de la sporulation de 22,5% après 72 heures pour *Artemisia absinthium*.

D'autres espèces du genre *Artemisia* (*A. annua*) ont montré le même effet inhibiteur sur la sporulation d'*Eimeria spp* (Fatemi et al., 2015)

3.2. Effet d'*Artemisia absinthium* sur les bactéries

Les résultats de la partie relative à l'effet d'*Artemisia absinthium* sous sa forme d'infusion (solution aqueuse) sur les bactéries : *Escherichia coli* (ATCC8739), *Staphylococcus aureus* (ATCC25923) et *Salmonella spp* n'ont aucun effet antibactérien ; nos résultats sont confortés par les travaux de différents auteurs. Selon Kordiali et al. (2005) dans une étude réalisée en Turquie aucune activité antibactérienne de l'huile essentielle d'*A. absinthium* L. n'a été montrée contre *S. enteritidis* ATCC 13076, *S. aureus* ATCC 29213 et *E. coli*. De même que Joshi et al. (2013) en Inde aucune activité antibactérienne n'a été prouvée contre *S. aureus* et *E. coli*. Aussi Jouteau et al. (2003) n'ont montré aucun effet antibactérien de l'huile essentielle d'*A. absinthium* L. contre *S. aureus* (CIP 53154) et *E. coli* (CIP54127). Pour Valdes et al.(2008) l'activité antibactérienne de l'extrait éthanolique d'*Artemisia absinthium* n'a montré aucune activité antibactérienne.

Cependant d'autres auteurs ont trouvé des résultats différents par rapport aux nôtres ; en effet dans une étude nationale Benchohra et al. (2023) visant à valoriser l'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* de la région de Sidi Bel Abbes en étudiant la composition chimique de

l'espèce et son activité antibactérienne ; ont montré son effet antibactérien contre les bactéries Gram-positives (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et *Bacillus* ATCC 11778) ainsi que les bactéries Gram-négatives (*Escherichia coli* ATCC 25922 et *Pseudomonas aeruginosa*). De même pour Sultan et al. (2020) ont démontré l'activité antibactérienne contre les bactéries *E. coli* et *S. aureus* par un extrait méthanolique de feuille d'*A. absinthium* L. Baykan Erel et al. (2012) ont démontré l'effet modéré de l'extrait méthanolique d'*Artemisia. absinthium* L. sur *E. coli* ATCC29998 et sur *E. coli* ATCC11230 respectivement.

Certaines études ont révélé des résultats variables selon les souches. Fiamegos et al. (2011) ont démontré que des extraits chloroformiques de feuilles d'*Artemisia. absinthium* L, testés sur des bactéries pathogènes, n'ont eu aucune activité antibactérienne contre *E. coli* mais inhibe *S. aureus*. Sengul et al. (2011) ont également signalé une activité antibactérienne pour deux types d'extraits : aqueux et méthanolique, des parties aériennes d'*A. absinthium* L sur *S. aureus* ATCC29213 ; et un effet modéré sur *E coli* 1328. Bordean et al. (2023) dans un travail comparant les effets antioxydants et antibactériens des extraits éthanoliques des espèces *Artemisia. absinthium* L et *Artemisia. annua* L ; ont rapporté que l'effet antibactérien sur *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, et *Listeria monocytogenes* ATCC 19114 par l'extrait éthanolique d'*Artemisia. annua* L était plus intense que celui d'*Artemisia. absinthium* L

Cette différence dans l'activité antibactérienne d'*Artemisia. absinthium* pourrait s'expliquer par la forme de la plante utilisée (infusion, huile essentielle, extrait éthanolique ou méthanolique, etc.). La composition chimique d'*A. absinthium* L. diffère selon la zone géographique, la partie physiologique de la plante, la température et le degré de sénescence (Lommen et al.,2006 ; Riahiet al.,2013 ; Msaada et al.,2015 ; Nguyen et al.,2018). Aussi l'activité antibactérienne peut varier selon les composants constituant les huiles essentielles de la même espèce et ceci pourrait être due à plusieurs facteurs, tels que le climat, le sol, les variations saisonnières et la méthode utilisée pour l'extraction (Semiz et al., 2022)

CONCLUSION

Au terme de ce travail, nous concluons ce qui suit :

Dans la première partie, les résultats de l'enquête obtenus ont révélé que malgré les pratiques d'élevage acceptables ; et le respect satisfaisant des paramètres zootechniques et des conditions hygiéniques et sanitaires la coccidiose demeure présente dans les élevages avicoles. La prophylaxie contre cette pathologie est axée sur la chimio-prévention, basée surtout sur l'addition des coccidiostatiques dans l'aliment (antibiotiques ionophores et certaines molécules de synthèses) et sur la prescription en plus d'un anticoccidien à ajouter dans l'eau de boisson. L'utilisation des alternatives biologiques sous différentes formes comme les extraits de plantes, d'acides organiques et autres ont été pratiqués par certains éleveurs et prescrit par les vétérinaires praticiens dans les élevages de poulets de chair. Cette utilisation est appelée à prendre plus d'importance vu que Les vétérinaires et les éleveurs ont déclaré être d'accord pour changer la stratégie de lutte.

Dans la deuxième partie, les résultats de la revue systématique et de la méta-analyse pour l'évaluation de l'effet d'*Artemisia absinthium* sur la coccidiose du poulet de chair ont montré que les suppléments à base de cette dernière peuvent être utilisés dans l'alimentation et l'eau de boisson des poulets de chair comme alternatives pour le contrôle des coccidies. En effet la revue a montré l'efficacité, et les différents aspects d'application des suppléments botaniques d'*Artemisia absinthium* en tant qu'additif alimentaire pour le traitement et la planification des stratégies de contrôle de la coccidiose du poulet de chair. La méta-analyse a fait ressortir une efficacité satisfaisante des extraits d'*Artemisia absinthium* sur l'excrétion oocystale.

Dans la troisième partie, les résultats des essais in vitro pour évaluer les effets d'*Artemisia absinthium* sur les oocystes d'*Eimeria spp* ont révélé que l'infusion d'*Artemisia absinthium* a inhibé le processus de sporulation des oocystes d'*Eimeria spp* ; en a réduit le nombre et les a également endommagés. Cependant cet extrait n'a eu aucun effet sur les souches bactériennes testées.

PERSPECTIVES

En perspectives, il serait judicieux de mener des essais in vivo par l'extrait étudié vu sa facilité d'utilisation et évaluer son efficacité sur les paramètres zootechniques ainsi que son impact sur la qualité de la viande.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abbas R.Z., Iqbal Z., Blake D., Khan M.N., Saleemi M.K., 2011. Anticoccidial drug resistance in fowl coccidia: the state of play revisited. *World's Poultry Science Journal*, 67, 337-350.
- Abbasi R., Abdi-Hachesoo B., Razavi S.M., Namazi F., Nazifi S., 2020. In vitro and in vivo activity of cinnamaldehyde against *Eimeria kofoidi* in chukar partridge (*Alectoris chukar*). *Experimental Parasitology*, 218, 107978. DOI: [10.1016/j.exppara.2020.107978](https://doi.org/10.1016/j.exppara.2020.107978).
- Abdelnour S.A., Swelum A.A., Salama A., Al-Ghadi M.Q., Qattan S.Y., Abd El-Hack M.E., Khafaga A.F., Alhimaidi A.R., Almutairi B.O., Ammari A.A., El-Saadony M.T., 2020. The beneficial impacts of dietary phycocyanin supplementation on growing rabbits under high ambient temperature. *Ital. J. Anim. Sci.* 19, 1046-1056.
- Aberham A., Çiçek, S.S., Schneider P., Stuppner H., 2010. Analysis of sesquiterpene lactones, lignanes and flavonoids in wormwood (*Artemisia Absinthium L.*) using high performance liquid chromatography (HPLC) -Mass Spectrometry, Reversed Phase HPLC, and HPLC Solid Phase Extraction – Nuclear Magnetic Resonance. *J. Agric. Food Chem.*, 58, 10817-10823.
- Aćimović M., Sikora V., Brdar-Jokanović M., Kiproviski B., Popović V., Koren A., Puvača N., 2019. *Dracocephalum moldovica*: cultivation, chemical composition and biological activity. *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management*, 2(1), 153-167.
- Adang L.K. and Isah Z., 2016. Prevalence of *Eimeria* species in local breed chickens in Gombe metropolis, Gombe State, Nigeria. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(6), 2667-2676.
- Adil S., Banday T., Bhat G.A., Mir M.S., Rehman M., 2010. Effect of Dietary Supplementation of Organic Acids on Performance, Intestinal Histomorphology, and Serum Biochemistry of Broiler Chicken. *Veterinary Medicine International*, 2010, 479-485.
- Adil S., Bbanday k., Ahmad Bhat G., Shanaz S., 2011. Response of broiler chicken to dietary supplementation of organic acids. *J. of Cent. Europ. Agri.*, 12, 498-508.
- Afsharmanesh M., Sadaghi B., 2013. Effects of dietary alternatives (probiotic, green tea powder, and kombucha tea) as antimicrobial growth promoters on growth, ileal nutrient digestibility, blood parameters, and immune response of broiler chickens. *Comparative Clinical Pathology*, 23, 717-724
- Ain Baziz H., Dahmani Y., Bedrani L., Mokrani N., Boudina H., Temim S., 2010. Effet de la complémentation de l'eau de boisson en chlorure de potassium, bicarbonate de sodium et vinaigre sur les performances de croissance, la qualité de la carcasse et la température corporelle du poulet de chair soumis à une température ambiante élevée. *Livestock Research for Rural Development*, 22(1), <http://www.lrrd.org/lrrd22/1/bazi22021.htm>
- Ait Youssef M., 2006. *Plantes médicinales de kabylie*. Editions. Ibis Press, Paris, 349 p.
- Ajakaiye J.J., Cuesta-Mazorra M., Garcia-Diaz J.R., 2011. Vitamins C and E can alleviate adverse effects of heat stress on live weight and some egg quality profiles of layer hens. *PakistanVet. J.*, 31, 45-49.
- Akrout A., El Jani H., Amouri S., Neffati M., 2010. Screening of antiradical and antibacterial activities of essential oils of *Artemisia campestris L.*, *Artemisia herba-alba* Asso. and *Thymus capitatus* Hoff et Link. growing wild in the southern of Tunisia. *Recent Res. Sc. Technol.*, 2, 29-39.

- Alaeldein M.A. and Abdullah H.A., 2013. Effects of the Essential Oil Blend CRINA Poultry in Feed on Broiler Performance and Gut Microbiology. *Italian Journal of Animal Science*, 12, 513-517.
- Al-Gawad A.A., Mahdy O.A., El-Massry A.A.N., Al-Aziz M.S.A., 2012. Studies on *coccidia* of egyptian balady breed chickens. *Life Science Journal*, 9(3), 568-576.
- Allen P.C, Danforth H.D., Augustine P.C., 1998. Dietary modulation of avian coccidiosis. *Int. Parasitol.*, 28, 1131-1140.
- Allen P.C. and Fetterer R.H., 2002. Recent Advances in Biology and Immunobiology of *Eimeria* Species and in Diagnosis and Control of Infection with These Coccidian Parasites of Poultry. *Clini. Micro. Rev.*, 5(1), 58-65.
- Allen P.C., Danforth H.D., Levander O.A., 1997. Interaction of dietary flaxseed with coccidia infections in chickens. *Poult Sci.*, 76, 822-827.
- Allen P.C., Lydon J., Danforth H.D., 1997. Effects of components of *Artemisia annua* on coccidian infections in chickens. *Poultry Science*, 76, 1156-1163.
- Alloui N., Ayachi A., Alloui-Lombarkia O., Zeghina D., 2003. Evaluation de l'effet du statut hygiénique des poulaillers sur les performances zootechniques. *Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole*, Tours, 4p.
- Almeida G.F.D., Horsted K., Thamsborg S.M., Kyvsgaard N.C., Ferreira J.F.S., Hermansen J.E., 2012. Use of *Artemisia annua* as a natural coccidiostat in free-range broilers and its effects on infection dynamics and performance. *Veterinary Parasitology*, 186, 178-187.
- Amghrou S. et 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.
- Andreopoulou M., Tsiouris V., Georgopoulou I., 2014. Effects of organic acids on the gut ecosystem and on the performance of broiler chickens. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 65, 289-302.
- Arab H.A., Rahbari S., Rassouli A., Moslemi M., Khosravirad H., 2006. Determination of artemisinin in *Artemisia sieberi* and anticoccidial effects of the plant extract in broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production*, 38, 497-503.
- Arczewska-Wlosek A. and Swiatkiewicz S., 2010. Response of Chickens Infected with Coccidiosis to Herbal Extracts Mix Fed Singly or In Combination with Additives. *XIIIth European Poultry Conference*, 45-50.
- Ariño A., Arberas I., Renobales G., Dominguez S., Arriaga J.B., 1999. Essential oil of *Artemisia absinthium* L., from the Spanish Pyrenees. *J. Essent. Oil Res.*, 11, 182-184.
- Ashour E.A., Abd El-Hack M.E., Shafi M.E., Alghamdi W.Y., Taha A.E., Swelum A.A., Tufarelli V., Mulla Z.S., El-Ghareeb W.R., El-Saadony M. T., 2020. Impacts of green coffee powder supplementation on growth performance, carcass characteristics, blood indices, meat quality and gut microbial load in broilers. *Agriculture*, 10, 457.
- Aslan I., Kordali S., Calmasur O., 2005. Toxicity of vapours of *Artemisia absinthium* essential oils to the *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Fresenius Environ. Bull.*, 14, 413- 417.

- Awais M.M., Akhtar M., Iqbal Z., Muhammad F. Anwar M.I., 2012. Seasonal prevalence of coccidiosis in industrial broiler chickens in Faisalabad, Punjab, Pakistan. *Trop. Anim. Health Prod.*, 44, 323-328.
- Ayaz M., Akhtar M., Hayat C.S., Hafeez M.A, Haq A., 2003. Prevalence of coccidiosis in broiler chickens in Faisalabad, Pakistan. *Pakistan Vet. J.*, 23, 51-52.
- Azuma K., Nakayama M., Koshioka M., Ippoushi K., Yamaguchi Y., Kohata M., Yamauchi Y., Ito H., Higashio H., 1999. Phenolic Antioxidants from the Leaves of *Corchorus olitorius* L. *J. Agric. Food Chem.*, 47(10), 3963-3966.
- Bai S.P., Wu A.M., Ding X.M., Lei Y., Bai J., Zhang K.Y., Chio J.S., 2013. Effects of probiotic supplemented diets on growth performance and intestinal immune characteristics of broiler chickens. *Poultry Science*, 92, 663-670.
- Baltazart A, 2010. Propriétés physiques, chimiques, biologiques et nutritives des litières en élevage de volailles. Thèse de doctorat d'état en médecine vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Faculté de médecine de Créteil.
- Bandyopadhyay P.K., Bhakta J.N., Shukla R., 2006. *Eimeria indiana* (Apicomplexa, Sporozoa), a new Eimerian species from the hen, *Gallus gallus domesticus* (Aves, Phasianidae), in India. *Protistology*, 4(3), 203-206.
- Barkely T.M., Brouillet L., Strother J.L., 2006. *Flora of North America –Asteraceae*. Oxford University Press, New York. 193 p.
- Basmacioğlu-Malayoğlu H., Ozdemir P., Bağriyanik H.A., 2016. Influence of an organic acid blend and essential oil blend, individually or in combination, on growth performance, carcass parameters, apparent digestibility, intestinal microflora and intestinal morphology of broilers. *British Poultry Science*, 57, 227-234.
- Baurhoo B., Ferket P.R., Zhao X., 2009. Effects of Diets Containing Different Concentrations of Mannan oligosaccharide or Antibiotics on Growth Performance, Intestinal Development, Cecal and Litter Microbial Populations, and Carcass Parameters of Broilers. *Poultry Science*, 88, 2262-2272.
- Baurhoo B., Phillip L., Ruiz-Feria C.A., 2007. Effects of Purified Lignin and Mannan Oligosaccharides on Intestinal Integrity and Microbial Populations in the Ceca and Litter of Broiler Chickens. *Poultry Science*, 86, 1070-1078.
- Belot J., et Pangui J.L., 1986. Observation sur l'excrétion ookystale des volailles dans quelques élevages de Dakar et des environs. *Bull. An. Hlth. Prod. Afr.*, 34, 286-289.
- Benchohra H.A., Dif M.M., Tounsi M., Medjaher H.E.S., Aissaoui L., 2023. Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of aerial part of *Artemisia absinthium* L. (Asteraceae) from Algeria *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences*, 76(3), 407-414.
- Berghiche A., Khenenou T., Kouzi A., Labiad I., 2018. An investigation on the predominant diseases, its diagnosis, and commonly used drugs in the poultry farms in the North- Eastern regions of Algeria. *Veterinary World*, 11(7), 986-989.
- Bichet H., Sanaa M., Dorchie P.H., Reperant J.M., 2003. Mise en évidence de coccidies multi-résistantes chez la poule pondeuse au Sénégal. *Rev. Méd. Vét.*, 154, 439-445.
- Bickell S.L., Durmic Z., Blache D., Vercoe P.E., Martin G.B., 2010. Rethinking the management of health and reproduction in small ruminants. Updates on ruminant production and medicine. *Proceedings of 26th World Buiatrics Congress, Santiago, Chile*, 317-325.

- Blake D.P., Knox J., Dehaeck B., Huntington B., Rathinam T., Ravipati V., Ayoade S., Gilbert W., Adebambo A.O., Jatau I.D., Raman M., Parker D., Rushton J., Tomley F.M., 2020. Recalculating the cost of coccidiosis in chickens. *Vet. Res.*, 51, 115.
- Bordean M.E., Ungur R.A., Toc D.A., Borda I.M., Martis G.S., Pop C.R., Filip M., Vlassa M., Nasui B.A., Pop A., Cintează D., Popa F.L., Marian S., Szanto L.G., Muste S., 2023. Antibacterial and Phytochemical Screening of *Artemisia* Species. *Antioxidants*, 12, 596. <https://doi.org/10.3390/antiox12030596>.
- Bostvironnois C et Zadjian C., 2011. Coccidiose subcliniques en production de poulet de chair : Bilan et perspectives. Neuvième Journée de Recherche Avicole, Tours, pp. 585-588.
- Bouchenak F., Degaichia H., Lamgharbi A., Benrebaha F., 2018. Evaluation in vitro du potentiel antifongique de l'huile essentielle et des extraits méthanoïques d'une *asteraceae* d'*artemisia absinthium* L. *Revue Agrobiologia*, 8(1), 886-895.
- Boudjelal A., 2013. Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (*Ajuga iva*, *Artemisia herba Alba* et *Marrubium vulgare*) de la région de M'Sila, Algérie. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba, 61p.
- Boudjelal A., Henchiri Ch., Sarri M., Sarri Dj., Hendel N., Benkhaled A., Ruberto G., 2012. Herbalists and wild medicinal plants in M'Sila (North Algeria): An ethnopharmacology survey. *Journal of Ethnopharmacology*, 148, 395-402.
- Boullard B., 2001. Plantes médicinales du monde : croyances et réalités, Ed. Estem, Paris, 636 p.
- Brisibe E.A., Umoren E.U., Owai P.U., Brisibe F., 2008. Dietary inclusion of dried *Artemisia annua* leaves for management of coccidiosis and growth enhancement in chickens. *African Journal of Biotechnology*, 7, 4083-4092.
- Bruneton J., 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, (3ème édition). Paris Ed. Techniques et Documentations, Lavoisier, 575 p.
- Bruneton J., 2009. Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. 4ème ed. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 1289 p.
- Buldgen A., Parent R., Steyaert P., Legrand D. 1996. Aviculture semi-industrielle en climat subtropical : guide pratique. Gembloux, Les presses agronomiques, 1996-122.
- Bussieras J., Chermette R., 1992. Abrégé de Parasitologie vétérinaire. Protozoologie. Service de Parasitologie ENVA, 186 p.
- Caner A., Doskaya M., Degirmenci A., Can H., Baykan S., Uner A., Basdemir G., Zeybek U., Guruz Y., 2008. Comparison of the effects of *Artemisia vulgaris* and *Artemisia absinthium* growing in western Anatolia against trichinellosis (*Trichinella spiralis*) in rats. *Exp. Parasitol.*, 119, 173-79.
- Cardinale E., Arbelot B., Kaboret Y., Dayon J.F., Biau C., Bada Algom O., 1998. La maladie de Gumboro dans les élevages semi-industriels de la région de Dakar. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 51(4), 293-296.
- Carlson J.L., Erickson J.M., Lloyd B.B., Slavin J.L., 2018. Health effects and sources of prebiotic dietary fiber. *Current Developments in Nutrition*, 2(3), nzy005.
- Carré B., De Monredon F., Melcion J.P., Gomez J., 1995. Qualité de la litière en aviculture. *Aliments et caractéristiques physiques des excréta*. *INRA Productions Animales*, 8(5), 331-334.

- Carvalho F.S., Wenceslau A.A., Teixeira M., Carneiro J.A.M., Melo A.D.B., Albuquerque G.R., 2011. Diagnosis of *Eimeria* species using traditional and molecular methods in field studies. *Veterinary Parasitology*, 176, 95-100.
- Castañón C.A., Fraga J.S., Fernandez S., Gruber A., Costa, L.D.F., 2007. Biological shape characterization for automatic image recognition and diagnosis of protozoan parasites of the genus *Eimeria*. *Pattern Recognition*, 40(7), 1899-1910.
- Catier O. et Roux-Stitruk D., 2007. Botanique, pharmacognosie, phytothérapie. 3ème édition. Collection Cahiers du préparateur en pharmacie, Les Editions Porphyre, 144 p.
- Chabna N., 2012. Activité anticoccidienne des extraits d'Artemisia herba alba. Magister en Biologie et physiologie végétale. Université Ferhat Abbas Sétif 1 (Algérie), 91 p.
- Chapman H. and Jeffers T.K., 2014. Vaccination of chickens against coccidiosis ameliorates drug resistance in commercial poultry production. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 4, 214-217.
- Chapman H.D., 2007. Rotation programmes for coccidiosis control. *International Poultry Production*, 15, 7-9.
- Chapman H.D., 2014. Milestones in avian coccidiosis research: a review. *Poultry science*, 93(3), 501-511.
- Chartier C. et Paraud C., 2012. Coccidiosis due to *Eimeria* in sheep and goats, a review. *Small Ruminant Research*, 103, 84-92.
- Chaveerach P., Keuzenkamp D.A., Lipman L.J., Van Knapen F., 2004. Effect of Organic Acids in Drinking Water for Young Broilers on *Campylobacter* Infection, Volatile Fatty Acid Production, Gut Microflora and Histological Cell Changes. *Poultry Science*, 83, 330-334.
- Chen H., Liu S., Xu X.R., Zhou G.L., Liu S.S., Yue W.Z., Kai-Feng S., Guang Y., 2015. Antibiotics in the Coastal Environment of the Hailing Bay Region, South China Sea: Spatial Distribution, Source Analysis and Ecological Risks. *Marine Pollution Bulletin*, 95, 365-373.
- Chew B.P. and Park J.S., 2004. Carotenoid action on the immune response. *J. Nutrition*, 134, 257-261.
- Chiasson H., Bélanger A., Bostanian N., Vincent C., Poliquin A., 2001. Acaricidal properties of *Artemisia absinthium* and *Tanacetum vulgare* (*Asteraceae*) essential oils obtained by three methods of extraction. *J. Econ. Entomol.*, 94(1), 167-71.
- Conway D.P. and McKenzie E., 2007. Poultry coccidiosis: diagnostic and testing procedures, Third Edition. Blackwell Publishing Professional, Ames, IA, 168 p.
- Coombs G.H., Denton H., Brown S.M., Thong K.W., 1997. Biochemistry of the coccidia. In *Advances in parasitology*, 39, 141-226.
- Corrand L. et Guérin J.L., 2010. Les coccidioses aviaires. *Avi Campus*. <http://www.avicampus.fr/PDF/PDFpathologie/coccidioses2.pdf>.
- Cox C.M., and Dalloul R.A., 2010. Beta-glucans as immunomodulators in poultry: use and potential applications. *Avian Biology Research*, 3, 171-178.
- Cox F.E.G., 1998. Control of coccidiosis: lessons from other sporozoa. *International Journal for Parasitology*, 28, 165-179.
- Crevieu G. et Naciri M., 2001. Effet de l'alimentation sur les coccidioses chez le poulet. *Paris: INRA Prod. Anim.*, 14, 231-246.

- Cummings J.H. and Kong S.C., 2004. Probiotics, prebiotics and antibiotics in inflammatory bowel disease. NovartisFoundation Symposium, 263, 99-111; discussion 111-4, 211-8.
- Dakpogan H.B., Salifou S., Mensah G.A., Gbangbotche A., Youssao I., Naciri M., Sakiti N., 2012. Problématique du contrôle et de la prévention de la coccidiose du poulet. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 6(6), 6088-6105.
- Dalloul R.A., Lillehoj H.S., Lee J.S., Lee S.H., Chung K.S., 2006. Immunopotentiating effect of a Fomitella fraxinea-derived lectin on chicken immunity and resistance to coccidiosis. Poultry Sci., 85, 446-451.
- Dalloul R.A., Lillehoj H.S., Shellem T.A., Doerr J.A., 2002. Effect of vitamin A deficiency on host intestinal immune response to *Eimeria acervulina* in broiler chickens. Poultry Sci., 81, 1509-1515.
- Dalloul R.A., Lillehoj H.S., Shellem T.A., Doerr J.A., 2003. Enhanced mucosal immunity against *Eimeria acervulina* in broilers fed a Lactobacillus-based probiotic. Poultry Science, 82 62-66.
- Dalloul R.A., Lillehoj H.S., Tamim N.M., Shellem T.A., Doerr J.A., 2005. Induction of local protective immunity to *Eimeria acervulina* by a Lactobacillus-based probiotic. Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis., 28(5-6), 351-361.
- Danaher M., Campbell K., O’Keeffe M., Capurro E., Kennedy G., Elliott CT., 2008. Survey of the anticoccidial feed additive nicarbazin (as dinitrocarbanilide residues) in poultry and eggs. Food Additive Contamination, 25, 32-40.
- De Gussem M., 2007. Coccidiosis in poultry: review on diagnosis, control, prevention and interaction with overall gut health. 16th European Symposium on Poultry Nutrition, France, 253-261.
- Debbou-Iouknane N., Benbarek H., Ayad A., 2018. Prevalence and aetiology of coccidiosis in broiler chickens in Bejaia province, Algeria. Onderstepoort Journal of Veterinary Research, 85(1), 6 p.
- Del Cacho E., Gallego M., Francesch M., Quílez J., Sánchez-Acedo C., 2010. Effect of artemisinin on oocyst wall formation and sporulation during *Eimeria tenella* infection. Parasitology International, 59(4), 506-511.
- Delille L., 2007. Les plantes médicinales d’Algérie. Ed. Berti, Alger, 239 p.
- Dibner J.J., Buttin P., 2002. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. Journal of Applied Poultry Research, 11, 453-463.
- Djemai S., Mekroud A., Jenkins M.C., 2016. Evaluation of ionophore sensitivity of *Eimeria acervulina* and *Eimeria maxima* isolated from the Algerian to Jijel province poultry farms. Vet. Parasitol., 224, 77-81.
- Djezzar R., Benamirouche K., Baazize-Ammi D., Mohamed-Said R., Guetarni D., 2014. Effect of a dietary supplementation combining a probiotic and a natural anticoccidial in broiler chickens. Afr. J. Agric. Res., 9(52), 3782-3788.
- Dragan L., Gyorke A., Ferreira J., Pop I., Dunca I., Dragan M., Mircean V., Dan I., Cozma V., 2014. Effects of *Artemisia annua* and *Foeniculum vulgare* on chickens highly infected with *Eimeria tenella* (Phylum Apicomplexa). Acta Vet. Scand., 56, 1-7.
- Dragan L., Gyorke A., Ferreira J.F.S., Oprea O., Pop I.A., Dragan M., Dan I., Pop L., Pastiu A.I., Micrean V., 2013. Performance and infection dynamics with *Eimeria* spp. in broilers

medicated with *Artemisia annua* in comparison with laslocid and kept in field conditions. *Lucr. Stiint. Med. Vet.*, 46, 51-62.

Dragan L., Titilincu A., Dan I., Dunca I., Dragan M., Mircean V., 2010. Effects of *Artemisia annua* and *Pimpinella anisum* on *Eimeria tenella* (Phylum Apicomplexa) low infection in chickens. *Sci Parasitol.*, 11, 77-82.

Erel S.B., Reznicek G., Senol S.G., Yavasogulu N.Ü.K., Konyalioglu S., Zeybek A.U., 2012. Antimicrobial and antioxidant properties of *Artemisia* L. species from western Anatolia. *Turk. J. Biol.*, 36, 75-84.

Erenler R., Genç N., Elmastaş M., Eminağaoğlu, Ö., 2019. Evaluation of antioxidant capacity with total phenolic content of *Galanthus krasnovii* (Amaryllidaceae). *Turkish Journal of Biodiversity*, 2 (1), 13-17.

Fatemi A., Razavi M.S., Asasi K., Goudarzi T.M., 2015. Effects of *Artemisia annua* extracts on sporulation of *Eimeria* oocysts. *Parasitol Res.*, 114, 1207-11.

Ferrah A., 2001. La conduite des élevages de poulet de chair en Algérie : Un Sous équipement chronique. *Revue Afrique Agriculture*, 292, 38-39.

Ferreira J.F.S., Peadar P., Keiser J., 2011. In vitro trematocidal effects of crude alcoholic extracts of *Artemisia annua*, *A. absinthium*, *Asimina triloba*, and *Fumaria officinalis*. Trematocidal plant alcoholic extracts. *Parasitol Res.*, 109, 1585-1592.

Fiamegos Y.C., Kastritis P.L., Exarchou V., Han H., Bonvin A.M.J.J., Vervoort J., Lewis K., Hamblin M.R. Tegos G.P., 2011. Antimicrobial and Efflux Pump Inhibitory Activity of Caffeoylquinic Acids from *Artemisia absinthium* against Gram-Positive Pathogenic Bacteria. *Plos ONE*, 6(4), e18127, 12 p.

Filliat C., Souvestre M., 2016. Utilisation de l'homéopathie et de la phytothérapie en médecine collective : résultats obtenus en élevage de volailles. In : Numéro spécial, Soigner autrement : trouver l'équilibre pour produire mieux. *Le point vétérinaire*, 47, 90-95.

Fooks L.J. and Gibson G.R., 2002. Probiotics as modulators of the gut flora. *Brit. J. Nutr.*, 88 suppl 1, 39-49.

Fortineau O., Troncy P.M., 1985. Coccidiose, maladies animales majeures. II. Les coccidioses du poulet. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire de Nouvelle-Calédonie*, 6, 9-17.

Fougère B J and. Wynn S G; Mosby Elsevier, St. Louis, Missouri, USA 2007 Veterinary Herbal Medicine Book 736 pp DOI:<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-02998-8.X5001-X> ; ISBN: 978-0-323-02998-8.

Fowler N.G., 1995. Anticoccidial information including safety, toxicity, incompatibilities and associated matters. Canterbury (GBR), *Anitec Associates*, 182 p.

Fuller R., 1989. Probiotic in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.* 66(5), 365-378.

Gadde U., Kim W.H., Oh S.T., Lillehoj H.S., 2017. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Anim. Health. Res. Rev.*, 18, 26-45.

Ghasemi H.A., Kasani N., Taherpour K., 2014. Effects of Black Cumin Seed (*Nigella Sativa* L.), a Probiotic, a Prebiotic and a Synbiotic on Growth Performance, Immune Response and Blood Characteristics of Male Broilers. *Livestock Science*, 164, 128-134.

- Ghazanfari S., Mohammadi Z., Adib Moradi M., 2015. Effects of Coriander Essential Oil on the Performance, Blood Characteristics, Intestinal Microbiota and Histological of Broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17, 419-426.
- Ghemour G., 2004. Les plantes médicinales dans la région des Ouadhia et Boghni. Thèse d'ingénieur. Institut d'agronomie, U.M.M.T.O. 93 p.
- Gholamrezaie S.L., Mohammadi M., Jalali Sendi J., Abolghasemi S.A., Roostaie A.M.M., 2013. Extract and leaf powder effect of *Artemisia annua* on performance, cellular and humoral immunity in broilers. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 14(1), 15-20.
- Giannenas I., Florou-Paneri P., papazahariadou M., christaki E., Botsoglou A.B., Spais N.A., 2003. Effect of dietary suppl. with oregano essential oil on p.of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella*. *Arch. Anim. Nutr.*, 57, 99-106.
- Giannenas I., Papadopoulos E., Tsalie E., Triantafillou E., Henikl S., Teichmann K., 2012. Assessment of Dietary Supplementation with Probiotics on Performance, Intestinal Morphology and 614 Microflora of Chickens Infected with *Eimeria Tenella*. *Veterinary Parasitology*, 188, 31-40.
- Gibellin D., 2003. La phytothérapie en médecine vétérinaire : états des lieux et perspectives. Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 201 p.
- Gilly G., 2005. Les plantes aromatiques et huiles essentielles à grasse. Ed. Le Harmattan, Paris: 193-197.
- Gong Z., Wei H., Chang F., Yin H., Cai J., 2021. Sporulation rate and viability of *Eimeria tenella* oocysts stored in potassium sorbate solution. *Parasitology Research*, 120, 2297-2301.
- Grajek W., Olejnik A., Sip A., 2005. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. *ACTA Biochimica Polonica*, 52(3), 665-671.
- Guillot J.F., 2014. Evaluation des risques d'émergence d'antibiorésistance liés aux modes d'utilisation des antibiotiques dans le domaine de la santé animale. [Rapport de recherche] Saisine n ° 2011 - SA - 0071, Anses-01955006f, 240 p.
- Guinebert E. et Penaud J., 2005. Intérêt d'un traitement biologique des litières de volaille par apport d'un additive microbien en présence des animaux. 6^{ème} Journées de la Recherche Avicole, Saint Malo, 30-31 Mars, 122-125.
- Gunal M., Yakar S., Forbes J.M., 2004. Performance and some digesta parameters of broiler chickens given low or high viscosity wheat-based diets with or without enzyme supplementation. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 28, 323-327.
- Guo F.C., Kwakkel R.P., Williams C.B.A., Suo X., Li W.K., Verstegen M.W.A., 2005. Coccidiosis immunization: Effects of mushroom and herb polysaccharides on immune responses of chickens infected with *Eimeria tenella*. *Avian Dis.*, 49(1), 70-73.
- Guo F.C., Kwakkel R.P., Williams B.A., Parmentier H.K., Li W.K., Yang Z.Q., Verstegen M.W.A., 2004b. Effects of mushroom and herb polysaccharides on cellular and humoral immune responses of *Eimeria tenella* infected chickens. *Poult. Sci.*, 83(7), 1124-1132.
- Guo F.C., Suo X., Zhang G.Z., Shen J.Z., 2007. Efficacy of decoquinat against drug sensitive laboratory strains of *Eimeria tenella* and field isolates of *Eimeria* spp. in broiler chickens in China. *Veterinary Parasitology*, 147, 239-245.
- Guo F.C., Williams B.A., Kwakkel R.P., Li H.S., Li X.P., Luo J.Y., Li W.K., M.W.A. Verstegen, 2004a. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on the cecal microbial ecosystem in broiler chickens. *Poult. Sci.*, 83(2), 175-18.

- Guo Y., Ali R.A. Qureshi M.A., 2003. The influence of β -glucan on immune responses in broiler chicks. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 25(3), 461-472.
- Guyonnet V., 2015. Coccidioses. In : Manuel de pathologie aviaire. Ed. Association française pour l'avancement des sciences (AFAS), Paris, France, pp. 408-417.
- Habibi H., Firouzi S., Nili H., Razavi M., Asadi S.L. Daneshi S., 2016. Anticoccidial effects of herbal extracts on *Eimeria tenella* infection in broiler chickens: in vitro and in vivo study. *Journal of parasitic diseases*, 40(2), 401-407.
- Hachimi M., Belghyti D., El Kharrim K., El Guamri Y., 2008. Coccidioses du poulet dans la région du gharb (Maroc). *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 147, 49-60.
- Haddouchi F., Chaouche T.M., Halla N., 2016. Screening phytochimique, activités antioxydantes et pouvoir hémolytique de quatre plantes sahariennes d'Algérie. *Phytothérapie*, 1-9.
- Hady M.M. and Zaki M.M., 2012. Efficacy of some herbal feed additives on performance and control of cecal coccidiosis in broilers. *APCBEE Procedia*, 4, 163-168.
- Hartmann T., 2007. From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism, Review. *Phytochemistry*, 68(22-24), 2831-2846.
- Hassan H.M.A., Mohamed M.A., Youssef A.W., Hassan E.R., 2010. Effect of Using Organic Acids to Substitute Antibiotic Growth Promoters on Performance and Intestinal Microflora of Broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23, 1348-1353.
- Hassanein S.M. and Soliman N.K., 2010. Effect of Probiotic (*Saccharomyces Cerevisiae*) Adding to Diets on Intestinal Microflora and Performance of Hy-Line Layers Hens. *Journal of American Science*, 6, 159-169.
- Heinrich M., Barnes J., Gibbons S., Williamson E.M., 2004. *Fundamentals of Pharmacognosy and Phytotherapy*. Churchill Livingstone Elsevier, Edinburg, 209-210.
- Hernández H., Mendiola J., Torres D., Garrido N., Pérez N., 1990. Effect of aqueous extracts of *Artemisia* on the in vitro culture of *Plasmodium falciparum*. *Fitoterapia*, 41(6), 540-541.
- Hishamoto M., Kikuzaki H., Ohigashi H.N., 2003. Antioxidant Compounds from the Leaves of *Peucedanum japonicum* Thunb. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 5255-5261.
- Hofacre C.L., White D.G., Maurer J.J., Morales C., Lobsinger C., Hudson C., 2001. Characterization of antibiotic-resistant bacteria in rendered animal products. *Avian Dis.*, 45(4), 953-61.
- Hu Z. and Guo Y., 2007. Effects of dietary sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorptive function, and gut flora in chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 132, 240-249.
- Hussain M., Raja N.I., Akram A., Iftikhar A., Ashfaq D., Yasmeen F., Mazhar R., Imran M., Iqbal M.A., 2017. Status review on the pharmacological implications of *Artemisia absinthium*: A critically endangered plant. *Asian Pac. J. Trop. Dis.*, 7, 185-192.
- Iouknane-Debbou N., 2021. *Activité anticoccidienne des extraits de feuilles et grignons d'olive (Olea europea L. var. Chemlal) chez le poulet de chair*. Thèse de Doctorat Université de Béjaia (Algérie), 245 p.
- Iqbal A., Tariq K.A., Wazir V.S., Singh R., 2013. Antiparasitic efficacy of *Artemisia absinthium*, toltrazuril and amprolium against intestinal coccidiosis in goats. *J. Parasit. Dis.*, 37, 88-93.

- Iserin P., 2001. Larousse Encyclopédie des plantes médicinales : Identification, préparations, soins. Ed Larousse, p 66, 292, 293, 295, 296, 298.
- Jacela J.Y., DeRouchey J.M., Tokach M.D., Goodband R.D., Nelssen J.L., Renter D.G., Dritz S.S., 2010. Practice tip Peer reviewed feed additives for swine: Fact sheets-prebiotics and probiotics, and phytogenics. *Journal of Swine Health and Production*, 18, 132-136.
- Javed A., Showket R.M. Saima A. 2019. Pharmacognostic review on *Artemisia absinthium*. *Int. Res. J. Pharm.*, 10(1), 25-31.
- Jerzsele A., Szeker K., Csizinszky R., Gere E., Jakab C., Mallo J., Galfi P., 2012. Efficacy of Protected Sodium Butyrate, a Protected Blend of Essential Oils, Their Combination, and *Bacillus Amyloliquefaciens* Spore Suspension against Artificially Induced Necrotic Enteritis in Broilers. *Poultry Science*, 91, 837-843.
- Jeurissen S.H.M., Janse E.M., Vermeulen A.N., Vervelde L., 1996. *Eimeria tenella* infections in chickens: aspects of host-parasite: interaction. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 54, 231-238.
- Johnson J., Reid W.M., 1970. Anticoccidial drugs: Lesion scoring techniques in battery and floor pen experiments with chickens. *Exp. Parasitol.*, 28, 30-36.
- Joshi R.K., 2013. Volatile composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Artemisia absinthium* growing in Western Ghats region of North West Karnataka, India. *Pharm. Biol.*, 51, 888-892.
- Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Stevens P., 2002. *Botanique Systématique : une perspective phylogénétique*. Ed. De Boeck Université, 84-336.
- Jouteau F., Jerkovic I., Masotti V., Milos M., Mastelic J., Bessiere J.M., Viano J., 2003. Composition and antimicrobial activity of essential oil of *Artemisia absinthium* from Croatia and France. *Planta Med.*, 69(2), 158-161
- Kaci A. et Kheffache H., 2016. La production et la mise en marché du poulet de chair dans la wilaya de Médéa (Algérie) : nécessité d'une coordination entre acteurs. *Les cahiers du Cread*, 118, 113-132.
- Kaul V.K., Nigam S.S., Dhar K.L., 1976. Antimicrobial activities of the essential oils of *Artemisia Absinthium* Linn., *Artemisia vestita* Wall., and *Artemisia vulgaris* Linn. *Indian J. Pharm.*, 38(1), 21-22.
- Kaul V.K., Nigam S.S., Dhar K.L., 1978. Insecticidal activity of some essential oils. *Indian J. Pharm.*, 40(1), 22.
- Kerboeuf D., Riou M., Guegnard F., 2008. Flavonoids and related compounds in parasitic disease control. *Mini Rev. Med. Chem.*, 8(2), 116-128.
- Khan M.Q., Irshad H., Anjum R., Jahangir M., Nasir U., 2006. Eimeriosis in poultry of Rawalpindi/Islamabad area. *Pak. Vet. J.*, 26, 85-87.
- Khan R.U., Naz S., Dhama K., Karthik K., Tiwari R., Abdelrahman M.M., Alhidary I.A., Zahoor A., 2016. Direct-fed microbial: beneficial applications, modes of action and 204 prospects as a safe tool for enhancing ruminant production and safeguarding health. *International Journal of Pharmacology*, 12, 220-231.
- Khan W.A., Khan M.Z., Khan A., Hussain I., 2010. Pathological effects of aflatoxin and their amelioration by vitamin E in White Leghorn layers. *Pakistan Vet. J.*, 30, 155-162

- Khattak S.G. and Gilani S.N., 1985. Antipyretic studies on some indigenous Pakistani medicinal plants. *J. Ethnopharmacol.*, 14(1), 45-51.
- Khebri S., 2011. Etude chimique et biologique des huiles essentielles de trois *Artemisia*. Mémoire de magistère en chimie organique. Département de chimie. Faculté de sciences. Université Batna (Algérie) 150p.
- Kheirabadi K.P., Katadj J.K., Bahadoran S., Da Silva J.A.T., Samani A.D., Bashi M.C., 2014. Comparison of the anticoccidial effect of granulated extract of *Artemisia sieberi* with monensin in experimental coccidiosis in broiler chickens. *Exp. Parasitol.*, 141, 129-133.
- Khlat M., Beaucage C., Bonnier-Viger Y., 1998. Epidémiologie appliquée. Une initiation à la lecture critique en sciences de la santé. *Population*, 3, 660-661.
- Kim Y., Park S.C., Wolf B.W., Hertzler S.R., 2011. Combination of erythritol and fructose increases gastrointestinal symptoms in healthy adults. *Nutr Res.*, 31, 836-41.
- Kirouani L., 2020. Performances des élevages avicoles, segment poulet de chair dans la wilaya de Bejaia. *Revue Agriculture*, 11(1), 68-72.
- Kordali S., Aslan I., Calmasur O., Cakir A., 2006. Toxicity of essential oils isolated from three *Artemisia* species and some of their major components to granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Ind. Crops Prod.*, 23(2), 162-170.
- Kordali S., Cakir A., Mavi H., Kilic H., Yildirm A., 2005. Screening of Chemical Composition and Antifungal and Antioxidant Activities of the Essential Oils from Three Turkish *Artemisia* Species. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 1408-1416.
- Kostadinović L.J., Lević J., Galonja-coghill T., Ružičić L., 2012. Anticoccidia effects of the *Artemisia absinthium* L. extracts in broiler chickens. *Archiva Zootechnica*, 15, 69-77.
- Kostadinović L.J., Popović S., Puvača N., Čabarkapa I., Kormanjoš Š. Lević J., 2016. Influence of *Artemisia absinthium* essential oil on antioxidative system of broilers experimentally infected with *Eimeria* oocysts. *Vet. Arhiv.*, 86, 253-264.
- Kostadinović L.M., Čabarkapa I.S., Lević J.D., Kormanjoš Š.M., Teodosin S.J., Sredanović S.A., 2014. Effect of *Artemisia absinthium* essential oil on antioxidative systems of broiler's liver. *Food and Feed Research*, 41(1), 11-17.
- Kostadinović J. and Lević J., 2018. Effects of phytoadditives in poultry and pigs diseases. *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management*, 1(1), 1-7.
- Kum S., Eren U., Onol A., Sandikci M., 2010. Effects of dietary organic acid supplementation on the intestinal mucosa in broilers. *Revue de médecine vétérinaire*, 10, 463-468.
- Kumar S., Garg R., Ram H., Maurya P.S., Banerjee P.S., 2015. Gastrointestinal parasitic infections in chickens of upper Gangetic plains of India with special reference to poultry coccidiosis. *J. Parasit. Dis.*, 39(1), 22-26.
- Lambert R., Skandamis P.N, Coote P.J., Nychas G., 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacro. *J. of Appl. Microbiol.*, 91, 453-462.
- Lans C., Turner N., Khan T., Brauer G., Boepple W., 2007. Ethnoveterinary medicines used for ruminants in British Columbia, Canada. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3, 1-22.

- Latha S., Vinothini G., John Dickson Calvin D., Dhanasekaran D., 2016. In Vitro, Probiotic Profile Based Selection of Indigenous Actinobacterial Probiotic *Streptomyces* Sp. Jd9 for Enhanced Broiler Production. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 121, 124-131
- Le Menec M., 1988. Les bâtiments d'élevage de volailles. *L'aviculture française*. Informations techniques des Services Vétérinaires du Ministère de l'Agriculture, Paris, France, 81-119.
- Lee S., Lillehoj H.S., Park D.W., Hong Y.H., Lin J.J., 2007. Effects of *Pediococcus*- and *Saccharomyces*-based probiotic (MitoMax) on coccidiosis in broiler chickens. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.*, 30(4), 261-268.
- Lee S.I., Park S.H., Ricke S.C., 2016. Assessment of cecal microbiota, integron occurrence, fermentation responses, and *Salmonella* frequency in conventionally raised broilers fed a commercial yeast-based prebiotic compound. *Poultry Science*, 95, 144-53.
- Leeson S., Namkung H., Antongiovanni M., Lee E. H., 2005. Effect of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. *Poultry science*, 84, 1418-1422.
- Levkut M., Revajova V., Laukova A., Sevcikova Z., Spisakova V., Faixova Z., 2012. Leukocytic Responses and Intestinal Mucin Dynamics of Broilers Protected with *Enterococcus Faecium* Ef55 and Challenged with *Salmonella Enteritidis*. *Research in Veterinary Science*, 93, 195-201.
- Li Y., Xu Q., Huang Z., Lv L., Liu X., Yin C., Yan H., Yuan J., 2016. Effect of *Bacillus subtilis* CGMCC 1.1086 on the growth performance and intestinal microbiota of broilers. *Journal of Applied Microbiology*, 120(1), 195-204.
- Liberati A., Altman D.G., Tetzlaff J., Mulrow C., Gøtzsche P.C., Ioannidis J.P., Clarke M., Devereaux J.P., Kleijnen J., Moher D., 2009. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med.* 6 (7), e1000100.
- Lommen W.J., Schenk E., Bouwmeester H.J., Verstappen F.W., 2006. Trichome dynamics and artemisinin accumulation during development and senescence of *Artemisia annua* leaves. *Planta Med.*, 72, 336-345.
- Lopes-Lutz D., Alviano D.S., Kolodziejczyk P.P., 2008. Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils. *Phytochem.*, 69, 1732-1738.
- López-Osorio S., Chaparro-Gutiérrez J.J., Gómez-Osorio, L.M., 2020. Overview of Poultry *Eimeria* Life Cycle and Host-Parasite Interactions. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 1-8.
- M'Sadeq S.A., Shubioa W., Swick R.A., Choct M., 2015. Towards the control of necrotic enteritis in broiler chickens with in-feed antibiotics phasing-out worldwide. *Animal Nutrition*, 1, 1-11.
- Macaskill P., Gatsonis C., Deeks J., Harbord R., Takwoingi Y., 2010. Analysing and presenting results. In: *The Cochrane Collaboration 2Afh*, srdta.cochrane.org/, editors. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Diagnostic Test Accuracy Version 1.0*
- Magdeaine P. et Chesnel C., 2002. Evaluation des surcouts générés par les contraintes réglementaires en volailles de chair : conséquence sur la compétitivité de la filière. *Sciences et techniques avicoles*, 49, 17-25.
- Mahmoudi N., Yakhlef H., Thewis A., 2015. Caractérisation technico-socioprofessionnelle des exploitations avicoles en zone steppique (wilaya de M'sila, Algérie). *Cahiers Agriculture* 24, 161-9.

Mallet S., Elie A.M., Lessire M., Bouvarel I., Urdaci M.C., 2003. Influence des différentes compositions alimentaires sur la microflore intestinale du poulet de chair. Cinquièmes journées de la recherche avicole. Tours (France).

Mansour A., 2009. Investigation photochimique de l'extrait N-butanol de l'espèce *Centaurea africana*. Mémoire de magister en chimie organique, Université Mentouri Constantine, faculté des sciences exactes, 144 p.

Manzanilla E.G., Nofrarias M., Anguita M., Castillo J.F., Perez S.M. Martin-Orue C., 2006. Effects of butyrate, avilamycin, and a plant extract combination on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. J. Anim. Sci., 84, 2743-2751.

Marie-Josèphe D.J., 2011. Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en médecine, Université Bordeaux 2, Victor Segalen, 33 p.

Marien M. and De Guessem M., 2007. Coccidiosis rotation programmes are a must! World poultry, 23(7), 34-35.

Matsui T., Morii T., Iijima T., Kobayashi F., Fujino T., 1989. Transformation of oocysts from several coccidian species by heat treatment. Parasitol Res., 75, 264-267.

Mayer M., Vogl C.R., Amorena M., Hamburger M., Walkenhorst M., 2014. Treatment of organic livestock with medicinal plants: A systematic review of European ethnoveterinary research. Forschende Komplementärmedizin, 21, 375-386.

McDougald L.R. and Steve H.F.C., 2008. Coccidiosis. In: Saif Y. M., Fadly A. M., Glisson J.R., McDougald L.R., Nolan L.K., Swayne D.E. Diseases of Poultry. 12th edition, Blackwell Publishing, pp. 1068-1085.

McDougald L.R., and Fitz-Coy S.H., 2008. Protozoal Infections. In: Diseases of Poultry. 12th Edition. Blackwell Publishing, pp. 1067-1085.

McDougald L.R., Reid W.M., 1991. Coccidiosis. In: Diseases of Poultry, 9th ed., ed. Calnek B.W., Barnes H.J., Beard C.W., Reid W. M., and Yoder H.W.Jr. Ames, Iowa State Univ. Press, 929 p.

Mehdi Y., Létourneau-Montminy M.P., Gaucher M.L., Chorfi Y., Gayatri S., Rouissi T., Brar S.K., Côté C., Ramirez A.A., Godbout S., 2018. Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. Animal Nutrition Journal, 4, 170-178.

Mehlhorn H., 2016. Protozoan Parasites. In: Animal Parasites, Diagnostic, treatment, prevention, Springer International Publishing Switzerland, pp. 33-249.

Mekalti M, 2003. Incidence pathologique de la coccidiose en Aviculture. Magister en médecine vétérinaire, Université de Batna, Faculté des sciences, Département vétérinaire, Option pathologie des animaux domestiques.

Messai A., 2015. Utilisation de l'armoise et de l'eau de riz en traitement adjuvant de la coccidiose chez le poulet de chair. Thèse de Doctorat es science en sciences vétérinaires. Université Frères Mentouri Constantine (Algerie), 149 p.

Messai A., Bensegueni A, Abdeldjelil M, Agabou A, Redouane-Salah S (2014) Effects of white wormwood (*Artemisia herba-alba* Asso), during an experimental coccidiosis in broilers. Ann Biol Res 5, 61-66.

- Messaï L., 2011. Etude phytochimique d'une plante medicinale de l'Est algérien (*Artemisia herba alba*). Thèse pour l'obtention de Doctorat des sciences en Chimie Organique. Université Frères Mentouri Constantine, Algérie, 104 p.
- Miguel M.G., 2010. Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: a short review. *Molecules*, 15, 9252-9287.
- Mirabito L., 2004. Bien-être animal : contexte et travail de l'ITAVI. *Sciences et techniques Avicoles*, 20, 26-28
- Mitsch P., Zitterl-Eglseer K., Köhler B., Gabler C., Losa R., Zimpernik I., 2004. The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. *Poultry Science*, 83, 669-675.
- Mohammadagheri N., Najafi R., Najafi G., 2016. Effects of Dietary Supplementation of Organic Acids and Phytase on Performance and Intestinal Histomorphology of Broilers. *Veterinary Research Forum*, 7, 189-195.
- Moher D., Liberati A., Tetzlaff J., Altman D.G. and PRISMA Group. 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med.* 6: e1000097.
- Molan A.L., Liu Z., De S., 2009. Effect of pine bark (*Pinus radiata*) extracts on sporulation of coccidian oocysts. *Folia Parasitol.*, 56, 1-5.
- Msaada K., Salem N., Bachrouh O., Bousselmi S., Tammar S., Alfaify A., Al Sane K., Ben Ammar, W., Azeiz S., Haj Brahim A., Hammami M., Selmi S. 2015. Chemical Composition and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Wormwood (*Artemisia absinthium* L.) Essential Oils and Phenolics. *J. of Chemistry*, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2015/804658>.
- Muazu A., Masdooq A.A., Ngbede J., Salihu A.E., Haruna G., Habu A.K., Sati M.N., Jamilu H., 2008. Prevalence and identification of species of *Eimeria* causing coccidiosis in poultry within Vom, Plateau State, Nigeria. *Int. J. Poult. Sci.*, 7, 917-918.
- Muthamilselvan T., Kuo T.F., Wu Y.C., Yang W.C., 2016. Herbal remedies for coccidiosis control: A review of plants, compounds, and anticoccidial actions. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 1-19.
- Naciri M. et Brossier F., 2009. Les coccidioses aviaires : importance et perspectives de recherche. *Bull. Acad. Vét., France*, 162(1), 47-50.
- Naciri M., 2001. Les moyens de lutte contre la coccidiose aviaire. France : Nouzilly, INRA.
- Naciri M., Répérant J.M., Fort G., Crespin J., Duperray J., 2011. *Eimeria* involved in a case of coccidiosis in red-legged partridges (*Alectoris rufa*) in France: oocyst isolation and gross lesion description after experimental infection. *Avian Pathology*, 40(5), 515-524.
- Naidoo V., McGaw L.J., Bisschop S.P.R., Duncan N., Eloff J.N., 2008. The value of plant extracts with antioxidant activity in attenuating coccidiosis in broiler chickens. *Vet. Parasitol.* 153(3-4), 214-21.
- Nguyen H.T., Radácsi P., Gosztola B., Németh É.Z., 2018. Effects of temperature and light intensity on morphological and phytochemical characters and antioxidant potential of wormwood (*Artemisia absinthium* L.). *Biochem. Syst. Ecol.*, 79, 1-7.
- Oh H.G., Youn H.J., Noh H.W., Jang D.H., Kang Y.B., 1995. Anticoccidial effects of an extract of *A. annua* on *Eimeria tenella*. *Vet. Res.*, 35, 115-121.

- OIE (Organisation Mondiale de la Santé Animale), 2014. Code Sanitaire pour les Animaux Terrestres (23ème édition). Organisation Mondiale de la Santé Animale. <http://www.oie.int>.
- Over K., Hettiarachchy N., Johnson M., Davis B., 2009. Effect of organic acids and plant extracts on *Escherichia coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella typhimurium* in broth culture model and chicken meat systems. *Journal of Food Sciences*, 74, 515-521.
- Ozenda P., 1983. Flore du Sahara. Edition centre national de recherche (CNRS), Paris, 21-32, 2ème édition 622p.
- Padosch S.A., Lachenmeier D.W., Kröner L.U., 2006. Review: Absinthism: a fictitious 19th century syndrome with present impact. *Substance Abuse Treatment, Prevention, and Policy*. licensee BioMed Central Ltd, 1-14.
- Pan D., Yu Z., 2014. Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet. *Gut Microbes*, 5, 108-119.
- Partanen K.H. and Mroz Z., 1999. Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutr. Res. Rev.*, 12, 117-145.
- Patel S., Goyal A., 2012. The current trends and future perspectives of prebiotics research: a review. *3 Biotech.*, 2(2), 115-125.
- Patterson J.A., Burkholder K.M., 2003. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poultry Science*, 82, 627-631.
- Peek H.W. and Landman W.J., 2011. Coccidiosis in poultry: anticoccidial products, vaccines and other prevention strategies. *Vet Q.*, 31, 143-61. doi: 10.1080/01652176.2011.605247.
- Peng Q.Y., Li J.D., Li Z., Duan D.Y., Wu Y.P., 2016. Effects of Dietary Supplementation with Oregano Essential Oil on Growth Performance, Carcass Traits and Jejunal Morphology in Broiler Chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 214, 148-153.
- Piccaglia R., Marotti E., Giovanelli S.G., Eaglesham E., 1993. Antibacterial and antioxidant properties of mediterian aromatic plants. *Indust. Crops and Prod.*, 2, 47-50.
- Piva G. and Rossi F., 1999. Possible alternatives to the use of antibiotics as growth promoters. New additives. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 37, 83-106.
- Popović S.J., Kostadinović Lj.M., Puvača N.M., Kokić B.M., Čabarkapa I.S., Đuragić O.M., . 2017. Potential of wormwood (*Artemisia absinthium*) as a feed supplement in rabbit diet: effect on controlling rabbit coccidiosis, antioxidative systems and growth performance. *Vet. Arhiv.*, 87, 769-782,
- Prakashbabu B.C., Thenmozhi V., Limon G., Kundu K., Kumar S., Garg R., Clark E.L., Srinivasa Rao A.S.R., Raj D.G., Raman M., Banerjee P.S., Tomley F.M., Guitian J., Blake D.P., 2017. *Eimeria species* occurrence varies between geographic regions and poultry production systems and may influence parasite genetic diversity. *Vet Parasitol*, 233, 62-72.
- Price K. and Barta J.R., 2010. Immunological control of coccidiosis in poultry. *Studies by Undergraduate Researchers at Guelph*, 4(1), 101-108.
- Prowse S.J., 1991. Cell-mediated immunity to *Eimeria* in the fowl: the absence of cross species protection is not due to the lack of cross-reactive T cells. *International journal for parasitology*, 21(1), 133-135.
- Puvača N., Ljubojević Pelić D., Čabarkapa I., Popović S., Tomičić Z., Nikolova N., Lević J., 2019. Quality of broiler chickens carcass fed dietary addition of garlic, black pepper and hot red pepper. *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management*, 2(1), 218-227.

- Puvača N., Stanačev V., Glamočić D., Lević J., Perić L., Stanačev V., Milić D., 2013. Beneficial effects of phytoadditives in broiler nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 69, 27-34.
- Puyalto M., Sol C., Mallo J.J., 2018. Organic Acids in Today's Livestock Production: Usage actuel des acides organiques en productions animales. Animal Nutrition Conference of Canada (ANAC), cutting edge nutritional strategies for improving performance, profitability and sustainability, 2-3 May 2018, Edmonton, Canada. <http://toc.proceedings.com/39984webtoc.pdf> (Page consultée le 01 Mai 2019).
- Quiroz-Castañeda R.E. and Dantán-González E., 2015. Control of avian coccidiosis: future and present natural alternatives. *BioMed research international*, 11 p.
- Rabiee A.R., Lean I.J., Stevenson M.A., Socha M.T., 2010. Effects of feeding organic trace minerals on milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: A meta-analysis. *J. Dairy Sci.*, 93, 4239-4251.
- Rao V.S.N, Menezes A.M.S., Gadelha M.G.T., 1988. Antifertility screening of some indigenous plants of Brasil. *Fitoterapia*, 59(1), 17-20.
- Rastall, R.A., Gibson, G.R., 2004. Functional foods. *Bioscience- explained*, 2(1), 8 p.
- Regassa A., Nyachoti C.M., 2018. Application of resistant starch in swine and poultry diets with particular reference to gut health and function. *Animal Nutrition*, 4(3), 305-310.
- Reinke R.A., King P.J., Victoria G.J., McDougall R.B., Ma G., Mao Y., Reinecke M.A., Robinson W.E.JR., 2002. Dicaffeoyltartaric Acid Analogues Inhibit Human Immunodeficiency Virus Type 1 (HIV-1) Integrase and HIV-1 Replication at Nontoxic Concentrations. *J. Med. Chem.*, 45(17), 3669-3683.
- Remmal A, Achahbar S., Bouddine L., Chami N. Chami F., 2011. In vitro destruction of *Eimeria* oocysts by essential oils. *Veterinary Parasitology*, 182, 121-126.
- Reynaud J., 2002. *La flore du pharmacien*. Ed. Tec & Doc, Paris, 37-39.
- Rezaeinodehi A., Khangholi S., 2008. Chemical composition of the essential oil of *Artemisia absinthium* growing wild in Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(6), 946-949.
- Riahi L., Chograni H., Elferchichi M., Zaouali Y., Zoghلامي N., Mliki A., 2013. Variations in Tunisian wormwood essential oil profiles and phenolic contents between leaves and flowers and their effects on antioxidant activities. *Ind. Crops Prod.*, 46, 290-296.
- Richards J.D., Gong J., de Lange C.F.M., 2005. The gastrointestinal microbiota and its role in monogastric nutrition and health with an emphasis on pigs: current understanding, possible modulations, and new technologies for ecological studies. *Canadian Journal of Animal Sciences*, 85, 421-435.
- Ricke S.C., 2015. Potential of fructooligosaccharide prebiotics in alternative and nonconventional poultry production systems. *Poultry Science*, 94, 1411-1418.
- Ruff M.D., 1999. Important parasites in poultry production systems. *Veterinary Parasitology*, 84, 337-347.
- Saini R., Davis S., Dudley-Cash W., 2003a. Oregano essential oil reduces the expression of coccidiosis in broilers. *Proc. 52nd West. Poultry Dis. Conf.*, Sacramento, CA. *Vet. Extension, Univ. Calif., Davis*, pp 97-98.

- Saini R., Davis S., Dudley-Cash W., 2003b. Oregano essential oil reduces necrotic enteritis in broilers. In: Proceedings of the fifty-second western poultry disease conference. Frame, D. (éd.), Sacramento, Californie, États-Unis, 95-97.
- Samli H.E., Senkoylu N., Koc F., Kanter M., Agha A., 2007. Effects of *Enterococcus Faecium* and Dried Whey on Broiler Performance, Gut Histomorphology and Intestinal Microbiota. Archives of Animal Nutrition, 61, 42-49.
- Sauvant D., Schmidely P., Daudin J.J., 2005. Les méta-analyses des données expérimentales : applications en nutrition animale. INRA Productions Animales, 18, 63-73.
- Sauvant D., Schmidely P., Daudin J.J., St-Pierre N.R., 2008. Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. Animal, 2(8), 203-214.
- Schauenberg F et Paris P., 2006. Guide des plantes Médicinales, analyse, description et utilisation des 400 plantes, Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 396 p.
- Schrezenmeir J. and De Vrese M., 2001. Probiotics, prebiotics, and synbiotics approaching a definition. Am. J. Clin. Nutr., 73(2), 361-364.
- Schünemann H.J., Oxman A.D., Vist G.E., Higgins J.P.T., Deeks J.J., Glasziou P., Guyatt G.H., 2008. In: Higgins, J.P., Green, S. (Eds.), Interpreting results and drawing conclusions. John Wiley & Sons, Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester West Sussex PO19 8SQ, England, 633 p.
- Segal R., Feuerstein I., Danin A., 1987. Chemotypes of *Artemisia herba-alba* in Israel based on their sesquiterpene lactone and essential oil constitution. Phytochemistry, 15(4), 411-416.
- Semiz G. and Celep F., 2022. Chemical Characterization of Essential Oil of Local Endemic *Lamium Bilgii* Celep (Lamiaceae), C. R. Acad. Bulg. Sci., 75(1), 34-42.
- Sengul M., Ercisli S., Erzurum T., Yildizb H., Gungorc N., Kavaza A., Çetina B., 2011. Antioxidant, Antimicrobial Activity and Total Phenolic Content within the Aerial Parts of *Artemisia absinthum*, *Artemisia santonicum* and *Saponaria officinalis*. Iran. J. Pharm. Res., 10, 49-56.
- Shahidi F. and Naczki M., 2004. Phenolics in food and nutraceuticals. Ed. CRC Press, 576 p.
- Sharopov F.S., Sulaimonova V.A., Setzer W.N., 2012. Composition of the essential oil of *Artemisia absinthium* from Tajikistan. Rec. Nat. Prod., 6(2), 127-134.
- Shirley M.W., 1992. Research on avian coccidia: an update. British Veterinary Journal, 148(6), 479-499.
- Si W., Gong J., Tsao R., Zhou T., Yu H., Poppe C., Johnson R., Du Z., 2006. Antimicrobial activity of essential oils and structurally related synthetic food additives towards selected pathogenic and beneficial gut bacteria. Journal of Applied Microbiology, 100, 296-305.
- Sid N., Belalmi N., Lezzar N., Aissi A., 2015. Bilan des maladies aviaires recensées au niveau de certains élevages avicoles dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj au cours de l'année 2013-2014. Onzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, 25 et 26 mars, 258-261.
- Sijelmassi A., 1993. Les plantes médicinales du Maroc, 3^{ème} Ed. Editeur Le Fennec. Casablanca, 285 p.
- Sinaly D., 2014. Analyse des pratiques avicoles et de l'usage des antibiotiques en aviculture moderne dans le département d'Agnibilkrou (Cote d'Ivoire). Thèse. Docteur Vétérinaire, Vol. 152, Université de Dakar, Sénégal, 114 p.

Skrivanova E., Marounek M., Benda V., Brezina P., 2006. Susceptibility of *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* and *Clostridium perfringens* to organic acids and monolaurin. *Veterinární Medicína*, 51, 81-88.

Slavin J., 2013. Fiber and prebiotics: Mechanisms and health benefits. *Nutrients*, 5(4), 1417-35.

Snezana J., Popović Z., Macukanović-Jocić M., Djurdjević L., Mijatović M., Karadžić B., Mitrović M., Pavlović P., 2007. An ethnobotanical study on the usage of wild medicinal herbs from Kopaonik Mountain (Central Serbia), *Journal of ethnopharmacology*, 111, 160-175.

Sofowora A., 2010. *Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique*. Ed., Karthala, 384 p.

Spring P., Wenk C., Dawson K.A., Newman K.E., 2000. The effects of dietary mannaoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of salmonella-challenged broiler chicks. *Poultry Science*. 79, 205-211.

Squiresa J.M., Ferreira J.F.S., Lindsaya D.S., Zajaca A.M., 2011. Effects of artemisinin and *Artemisia* extracts on *Haemonchus contortus* in gerbils (*Meriones unguiculatus*). *Veterinary Parasitology*, 175, 103-108.

Stein H.H. and Kil D.Y., 2006. Reduced use of Antibiotic growth promoters in diets fed to weanling pigs: Dietary tools. Part 2. *Anim. Biotechnol.*, 17(2), 217-231.

Suganya T., Senthilkumar S., Deepa K., Muralidharan J., Gomathi G., Gobiraju S., 2016. Herbal feed additives in poultry. *Int J Sci Environ. Technol.*, 5(0), 1137-1145.

Sujikara L., 2000. *Andrographis paniculata* A paper presented at an International Conference on Tropical Agriculture for better health and environment at Kasetsart, University, Kampaengsaen, Nakornpathom, Thailand, 7 p.

Sultan A., Ullah T., Khan S., Khan R.U., 2015. Effect of organic acid supplementation on the performance and ileal microflora of broiler during finishing period. *Pakistan Journal of Zoology*, 47, 635-639.

Sultan M.H., Zuwaiel A.A., Moni S.S., Alshahrani S., Alqahtani S.S., Madkhal, O., Elmobark, M.E., 2020. Bioactive Principles and Potentiality of Hot Methanolic Extract of the Leaves from *Artemisia absinthium* L "in vitro Cytotoxicity Against Human MCF-7 Breast Cancer Cells, Antibacterial Study and Wound Healing Activity". *Curr. Pharm. Biotechnol.*, 21, 1711-1721.

Suskovic J., Kos B., Goreta J., Mato S., 2001. Role of Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria in Synbiotic Effect. *Food. technol. biotechnol.*, 39(3), 227-235.

Swerdlow J.L., 2000. *Médecine plantes qui guérissent de la nature*. Edit. National Geograohic Society, 400 p.

Świątkiewicz S., Arczewska-Włosek A., Józefiak D., 2014. Immunomodulatory efficacy of yeast cell products in poultry: a current review. *World's Poultry Science Journal*, 70, 57-68.

Tanghort M., 2013. Action oocysticide des huiles essentielles et leurs composés majoritaires in vitro/Application in vivo sur la coccidiose sévère de la dinde. Master Sciences et techniques "Gestion & conservation de la biodiversité". Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Fès (Maroc), 59 p.

Tani Z.B.A.K., et Arlet G., 2014. Actualité de la résistance aux antibiotiques chez les bacilles à Gram négatif en Algérie. *Pathologie Biologie*, 62(3), 169-178.

- Tanoh S.K., N’Gaman-Kouassi C.C., Boa D., Mamyrbekova-Békro J.A., Békro, Y.A., 2019. Activité antioxydante des extraits bruts hydroéthanoliques et hydroacétoniques des organes de quatre plantes de Côte d’Ivoire médicinales. *Nature et Technologie*, 11(2), 28-34.
- Tariku Y., Hymete A., Hailu A., Rohloff J., 2011. In vitro evaluation of antileishmanial activity and toxicity of essential oils of *Artemisia absinthium* and *Echinops kebericho*. *Chem Biodivers*, 8(4), 614-23.
- Tariq K.A., Chishti M.Z., Ahmad F., Shawl A.S., 2008. Anthelmintic activity of extracts of *Artemisia absinthium* against ovine nematodes. *Vet. Parasitol.*, 160(1-2), 83-88.
- Taylor M.A., Coop R.L., Wall R.L., 2007. *Veterinary Parasitology*, 3rd edition. Blackwell publishing, Oxford, 717 p.
- Teng P.Y., Kim W.K., 2018. Review: Roles of Prebiotics in Intestinal Ecosystem of Broilers. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 18p. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00245>
- Teuscher E., Anton R., Lobstein A., 2005. *Plantes aromatiques, Épices, aromates, condiments et huiles essentielles*, Edition Tec and Doc, Lavoisier, Paris, 544 p.
- Thøfner I., Pors S.E., Schou T.W, Thebo P., Nielsen O.L., Ivarsen E., Fretté X.C., Christensen L.P., Grevsen K., Engberg R.M., Christensen J.P., 2013. Protective effects of artemisinin and *Artemisia annua* extracts on clinical caecal coccidiosis in broiler chickens. In 18th World Veterinary Poultry Association Congress: Proceedings, 721-722.
- Thomke S. and Elwinger K., 1998. Growth promotants in feeding pigs and poultry. III. Alternatives to antibiotic growth promotants. *Ann. Zootech.*, (4), 245-271.
- Tierney J., Gowing H., Van Sinderen D., Flynn S., Stanley L., McHardy N., Hallahan S. Mulcahy G., 2004. In vitro inhibition of *Eimeria tenella* invasion by indigenous chicken *Lactobacillus* species. *Veterinary Parasitology*, 122, 171-182.
- Tiihonen K., Kettunen H., Bento M.H.L., Saarinen M., Lahtinen S., Ouwehand A.C., Schulze H., Rautonen N., 2010. The effect of feeding essential oils on broiler performance and gut microbiota. *British Poultry Science*, 51, 381-392.
- Tomley F.M., Clarke L.E., Kawazoe U., Dijkema R., Kok J.J., 1991. Sequence of the gene encoding an immunodominant microneme protein of *Eimeria tenella*. *Molecular and biochemical parasitology*, 49(2), 277-288.
- Triki Yamani R.R. et Bachir Pacha M., 2010. Diagnosis of the broiler coccidiosis in the department Blida (Algeria). *Agric. Pract. Sci. J.*, 73(1-2), 107-112.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burgess N.A., Va-lentin D.H., Walters S.M., Webb D.A., 1976. *Flora Europaea*, vol. 4. The University Press, Cambridge, 505 p.
- U.E., 2003. Règlement (CE) n° 1831/2003 du Parlement européen et du Conseil du 22 septembre 2003 relatif aux additifs destinés à l'alimentation des animaux. <http://data.europa.eu/eli/reg/2003/1831/oj>.
- USAHA, 2019. Report of the USAHA Committee on poultry and other avian species. United States Animal Health Association. <https://www.usaha.org/transmissible-diseases-of-poultry-avian-species>.
- Valdes A.F., Martinez J.M., Lizama R.S., Vermeersch M., Cos P., Maes L., 2008. In vitro antimicrobial activity of the Cuban medicinal plants *Simarouba glauca* DC, *Melaleuca leucadendron* L and *Artemisia absinthium* L. *Mem. Inst. Oswaldo. Cruz.*, 103, 615-618.

- Van Eekeren N., Maas A., Saatkamp H.W., Verschuur M., 2006. L'élevage des poules à petite échelle. Série Agrodok, 4, 6-19.
- Van Immerseel F., De Buck J., Pasmans F., Haesebrouk F., Ducatelle R., 2003. Stratégies nutritionnelles pour réduire les agents pathogènes chez la volaille. Cinquièmes journées de la recherche avicole, Tours, 26 et 27 mars, 8 p.
- Vancraeynest D., Marien M., Depondt W., Nérat F., Fort G., Naciri M., 2011. Effet du decoquinate sur la coccidiose du poulet de chair déterminée par les tests de Sensibilité aux coccidiostatiques. Neuvième Journée de Recherche Avicole, Tours, 533-537.
- Viechtbauer W., 2010. Conducting meta-analyses in R with the metafor (dio:). J. Stat. Softw. 36, 1-48.
- Villate D., 2001. Maladies des volailles. 2ème édition, Ed. France Agricole.
- Voeten A.C., 1987. Coccidiosis: a problem in broilers. In: Verstegen M.W.A. and Henken A.M. Energy Metabolism in Farm Animals: Effects of Housing, Stress, and Disease. Martinus Nijhoff Publishers, pp. 410-418.
- Voreades N., Kozil A., Weir T.L., 2014. Diet and the development of the human intestinal microbiome. Frontiers in Microbiology, 5, 494.
- Waldenstedt L., Elwinger K., Lunden A., Thebo P., Ugglå A., 2001. Sporulation of *Eimeria maxima* oocysts in litter with different moisture contents. Poultry science, 80(10), 1412-1415.
- Walter B.M and Bilkei G., 2004. Immunostimulatory effect of dietary oregano etheric oils on lymphocytes from growth-retarded, low-weight growing-finishing pigs and productivity. Tijdschr Diergeneeskd, 129, 178-181.
- Wexler H.M., 2007. Bacteroides: the good, the bad, and the nitty-gritty. Clinical Microbiology Reviews, 20, 593-621.
- Wichtl M. et Anton R., 2003. Plantes thérapeutiques-tradition, pratique officinale, science et thérapeutique 2ème édition, Tec et Doc Edition, Paris, 92 p.
- Wiedosari E. and Wardhana A.H., 2017. Anticoccidial activity of Artemisinin and Extract of *Artemisia annua* leaves in chicken infected by *Eimeria tenella*. J.I.T.V., 22(4), 196-204.
- Williams R.B., 1999. A compartmentalised model for the estimation of the cost of coccidiosis to the world's chicken production industry. International journal for parasitology, 29(8), 1209-1229.
- Williams R.B., Marshall R.N., La Ragione R.M., Catchpole J., 2003. A new method for the experimental production of necrotic enteritis and its use for studies on the relationships between necrotic enteritis, coccidiosis, and anticoccidial vaccination of chickens. Parasitol. Res., 90, 19-26.
- Willis W.L., Isikhuemhen O.S., Ibrahim S.A., 2007. Performance assessment of broiler chickens given mushroom extract alone or in combination with probiotics. Poult. Sci., 86, 1856-1860.
- Witcombe D.M. and Smith N.C., 2014. Strategies for anti-coccidial prophylaxis. Parasitology 141, 1379-1389.
- Xin Y., Fangyu L., Hongliang X., Chengbo Y., Xiaojun Y., 2018. Impact of essential oils and organic acids on the growth performance, digestive functions and immunity of broiler chickens. Animal Nutrition, 4, 388-393.

- Xu J.H., Qin Z.H., Liao Y.S., Xie M.Q., Li A.X., Cai J.P., 2008. Characterization and expression of an action-depolymerizing factor from *Eimeria tenella*. Parasitol Res., 103, 263-270.
- Yarnell E., 2007. Plant chemistry in veterinary medicine: Medicinal constituents and their mechanisms of action. In: Veterinary herbal medicine, ed. Mosby Elsevier, St Louis, 159-182.
- Yıldız K., Başalan M., Duru O., Gokpinar S., 2011. Antiparasitic Efficiency of *Artemisia absinthium* on *Toxocara cati* in Naturally Infected Cats. Turkiye Parazit Derg, 35, 10-4.
- Yim D., Kang S.S., Lillehoj H.S., Min W., 2011. A simple and efficient method for isolation of a single *Eimeria* oocyst from poultry litter using a micromanipulator. Research in Veterinary Science, 90, 260-261.
- Youn H.J. and Noh J.W., 2001. Screening of the anticoccidial effect of herb extracts against *Eimeria tenella*. Vet. Parasitol., 96, 257-263.
- Youssef F.M., Abd El-Hamid H.A., El Sheshtawy E.A., 2013. Clinicopathological studies on the effect of *Artemisia cina* (SheihBaladi) on coccidiosis in chickens. Egypt. J. Vet. Sci., Vol. 45-46, 11-24.
- Yvove P., 1992. Les coccidioses en aviculture. In : Manuel de pathologie aviaire, Maisons-Alfort, ENVA, 381 p.
- Yvoré P., Naciri M., Lafont J.P., Renault L., 1982. Les coccidioses-aspects étiologiques et pathologiques. Le Point Vétérinaire., 14(66), 23-29.
- Yvove P., Pery P., Laurent F., Bessay M., 1993. Vaccins anticoccidiens. Bilan et perspectives. Veterinary Research, 24, 229-250.
- Zaim A., El Ghadraoui L., Farah A., 2012. Effets des huiles essentielles de l'Armoise sur les criquets. Bulletin de l'institut scientifique de Rabat, section Sciences de la vie, 34(2), 127-133.
- Zaman M.A., Iqbal Z., Abbas R.Z., Ehtisham-ul-Haque S., 2015. In vitro, efficacy of herbal extracts against *Eimeria tenella*. International Journal of Agriculture and Biology, 17, 848-850.
- Zhang Z., Marquardt R.R., Guenter W., 2000. Evaluating the Efficacy of Enzyme Preparations and Predicting the Performance of Leghorn Chicks Fed Rye-Based Diets with a Dietary Viscosity Assay. Poultry Science, 79, 1158-1167.
- Zhang Z.F., Cho J.H., Kim I.H., 2013. Effects of *Bacillus Subtilis* Ubt-Mo2 on Growth Performance, Relative Immune Organ Weight, Gas Concentration in Excreta, and Intestinal Microbial Shedding in Broiler Chickens. Livestock Science, 155, 343-347.
- Zhao M., Jiang B., Hang H., Fang Y., Jiang F., Phillips G. O., 2013. Efficient induction of inulin fructotransferase by inulin and by difructose anhydride III in *Arthrobacter aureus* SK 8.001. European Food Research and Technology, 236, 991-998.

Annexe 1

Questionnaire à l'intention des éleveurs

Nom éleveur :

Localité :

Questions	Propositions	Réponses	
Paramètres zootechniques			
De quel type est votre bâtiment d'élevage ?	Serre agricole aménagée		
	Bâtiment en dur		
Dans votre bâtiment est ce que	Luminosité ?	Suffisante	
		Insuffisante	
	Aération ?	Présence d'odeur	
		Absence d'odeur	
	Hygrométrie ?	Litière sèche	
		Litière humide	
Respectez-vous le nombre de sujet/m ² (10) ?	Oui		
	Non		
Combien de bandes faites-vous par an ?	<4		
	≥4		
Conditions Hygiéniques et sanitaire			
Existe-t-il un Pédiluve à l'entrée ?	Présence		
	Absence		
Quel type de litière utilisez-vous ?	Paille + copeaux de bois		
	Copeaux de bois		
	Paille		
Respectez-vous le vide sanitaire ?	Oui		
	Non		
Avez-vous recours à la désinfection +vide sanitaire et fermeture du bâtiment durant ≥15j?	Oui		
	Non		
Avez-vous recours à la désinfection avant la mise en place ?	Oui		
	Non		
Quel protocole de vaccination suivez-vous ?	Standard		
	Autres vaccins		
Est-ce qu'il y'a des élevages mitoyens ?	Oui		
	Non		
Tableau pathologique général et traitements			
Quelles pathologies reviennent souvent dans votre élevage ?	Problèmes respiratoires		
	Diarrhée blanches		
	Fientes rouges		

A quelle période d'élevage constatez-vous le plus de mortalité ?	Plus de 3 jours	
	Croissance	
	Finition	
Quels sont les traitements préventifs que vous utilisez ?	Antistress à la mise en place	
	Anticoccidiens dans l'aliment	
	Aussi d'un anticoccidien dans l'eau de boisson	
	Autres	
Statut de la coccidiose		
Est-ce que la coccidiose est systématique	Oui	
	Non	
Sur quels signes vous basez-vous pour l'identifier	Fientes rouge	
	Mortalité	
	Etat du plumage et prostration	
A quelle période d'âge des sujets la coccidiose apparait-elle ?	Entre 2- 3 semaines	
	Entre 3-5semaines	
	Plus de 5 semaines	
Au cours d'une bande combien de fois revient-elle ?	01 fois	
	02 fois	
	03 fois	
Est-ce qu'elle apparait surtout en ?	Hiver	
	Printemps	
	Eté	
	Automne	
Est-ce que vous avez recours à l'auto médication	Oui	
	Non	
Quel produit donnez-vous contre la coccidiose	Algicox	
	Baycox	
	Diclazuril	
	Autres	
Utilisez-vous des associations de produits	Oui	
	Non	
Estimez-vous que les traitements anticoccidiens que vous utilisez soient efficaces ?	Oui	
	Non	
Alternatives aux traitements standards		
Savez-vous qu'il existe des produits biologiques préventifs contre la coccidiose ?	Oui	
	Non	
En avez-vous déjà utilisé à titre préventif ?	Non	
	Oui	
	Lesquels ?	
Etes-vous prêts à utiliser des produits biologiques à la place des traitements classiques	Oui	
	Non	

Annexe 2

Questionnaire à l'intention des vétérinaires

Nom Vététo :

Localité :

Questions	Propositions	Réponses	
Paramètres zootechniques			
Dans les élevages où vous intervenez les bâtiments sont de quel type ?	Serre agricole aménagée		
	Bâtiment en dur		
Les normes y sont-elles respectées ?	Luminosité ?	Suffisante	
		Insuffisante	
	Aération ?	Absence d'odeur	
		Présence d'odeur	
	Hygrométrie ?	Litière sèche	
		Litière humide	
Respect du nombre de sujet/m ²	Oui		
	Non		
Les élevages dont vous faites le suivi font combien de bandes/ an ?	< 4		
	≥ 4		
Conditions Hygiéniques et sanitaire			
Pédiluve à l'entrée ?	Présence		
	Absence		
Les éleveurs pratiquent-ils Vide+désinfection+fermeture ≥ 15j	Oui		
	Non		
Tableau pathologique général et traitement			
Quelles sont les maladies que vous retrouvez le plus souvent ?	MRC		
	Colibacillose		
	Coccidioses		
Quels produits préventifs sont utilisés en élevages aviaires ?	Antistress à la mise en place		
	Traitement anticoccidien dans l'aliment		
	Usage d'un anticoccidien dans l'eau de boisson		
	Autres		
Statut coccidiose			
Est-ce que vous rencontrez la coccidiose dans tous les élevages que vous suivez ?	Oui		
	Non		
Au cours d'une bande combien de fois revient-elle ?	01 fois		
	02 fois		
	03 fois		

Quel traitement curatif utilisez-vous contre la coccidiose ??	Diclazuril	
	Algicox	
	Baycox	
	Autres	
Prescrivez-vous des associations de produits	Oui	
	Non	
Est-ce que les éleveurs demandent eux même des produits précis ?	Oui	
	Non	
Pensez-vous qu'une résistance existe vis-à-vis des anticoccidiens ?	Non	
	Oui	
Alternatives aux traitements standards		
Savez-vous que maintenant beaucoup de produits biologiques sont utilisés pour lutter contre la coccidiose ?	Oui	
	Non	
Les éleveurs seraient t'ils prêts à utiliser les produits biologiques contre la maladie ?	Oui	
	Non	
Prescrivez-vous des produits biologiques en préventif contre la coccidiose ?	Non	
	Oui	
Si oui lesquels ?		

Annexe 3

Matériel de laboratoire

Microscope optique ; -

Lames porte objet et lamelles ;

Balance ;

Tubes à essai ;

Spatules ;

Pots en plastique ;

Béchers ;

Boîtes de Petri ;

Portoirs ;

Filtres en papier ;

Pipettes pasteur ;

Ecouvillons ;

Mortier et un pilon ;

Des tamis passe-thé

Eau distillée ;

Eau physiologique à 0,9%.

Liquide d'enrichissement solution saturée chlorure de sodium (NaCl 40 %) ;

Centrifugeuse ;

Etuve à 28°C

Lame Mac-Master ;

Disques en papier ;

Plaque de culture cellulaire (Costar) ;

Gélose Muller Hinton

SURVEY ON THE STATUS OF COCCIDIOSIS AND THE DIFFERENT PROPHYLAXISES FOR ITS CONTROL IN THE WILAYA OF BLIDA (ALGERIA).

Nadia Hezil^{1,2}, Djamila Baazize-Ammi², Ismail Gharbi², Karima Benamerouche-Harbi³, Abdellatif Niar¹, Djamel Guetarni⁴

¹ *Laboratory of Agro-Biotechnology and Nutrition in Semi-Arid Areas, Faculty of Natural Sciences and Life, Ibn Khaldoun University, BP 78, 14000, Tiaret, hezilnadia@yahoo.f*

² *Veterinary Institute, Blida 1 University, BP 270 Ouled Yaïch, 09000 Blida, Algeria.*

³ *Center for Scientific and Technical Research in Physico-chemical Analyzes, BP 384, Boulsmail Industrial Zone, RP42004, Tipaza, Algeria.*

⁴ *Farm Animal Reproduction Laboratory, Institute of Veterinary Sciences, Ibn Khaldoun University of Tiaret, BP 78, Tiaret 14000, Algeria.*

⁵ *Faculty of Natural and Life Sciences, Blida 1 University, BP 270 Ouled Yaïch, 09000 Blida, Algeria.*

Abstract

Coccidiosis is a constraint that hinders the development of poultry production and causes enormous economic losses.

In order to make a report and an evaluation of the status of coccidiosis in broiler farms in the wilaya of Blida as well as to know the different prophylaxis for its control. A survey was carried out by questionnaire on the ground with breeders and veterinarians.

The results obtained revealed for the zootechnical parameters that the breeding practices and the hygienic and sanitary conditions were acceptable. The most common pathologies according to poultry farmers were chronic respiratory diseases followed by coccidiosis and, to a lesser extent, colibacillosis. Breeders said the finisher mortality was 56%.

Regarding preventive treatments, the use of antistress and anticoccidials in food has been reported; however, 32% of breeders and 29% of veterinarians used or prescribed another anticoccidial added to the drinking water. Coccidiosis is encountered for 2/3 of farmers; and all veterinarians and is most observed in winter. All veterinarians have affirmed the use of Diclazuril as a curative treatment. Breeders and veterinarians declared knowing anticoccidial alternatives (such as Origostim) and having used or prescribed them for 60% and 53% of them respectively.

Good husbandry practices are essential for successful breeding. Anticoccidial prophylaxis is based on chemoprevention, however the development of antibiotic resistance is prompting research to develop new biological alternatives.

Keywords: Biological alternatives; breeders; Diclazuril; flesh chicken; Origostim; practicing veterinarians.

Introduction

In Algeria, because of its social, economic and nutritional importance, the poultry sector is largely dominated by intensive modern poultry farming. However, the flight of this breeding sector is confronted with several avian diseases among which, avian coccidiosis figures prominently, responsible for significant drops in production and numerous economic losses in poultry farming.

Coccidiosis in broilers is caused by a parasite, a protozoan of the genus *Eimeria*, (counting 9 species) (Akçay et al 2011). It directly affects growing chickens those aged between 3 and 6 weeks (Corrand and Guérin 2010). Coccidiosis in its acute form; very dangerous in their subclinical form weaken the health status of animals. It is a disease that is manifested by diarrhea that can become bloody. The organic damage caused by coccidia constitutes favorable conditions for the expression and development of certain gastrointestinal bacteria

such as clostridia, salmonella and coli bacteria. It can also cause the death of poultry (Bostvironnois and Zadjian 2011)

For years, to fight against this condition and improve the performance of chickens, several molecules (ionophores and antibiotics) with anticoccidial activity continue to be used (Boka 2006). These products face increasing resistance from coccidia; indeed, the excessive use of antibiotics in human medicine as well as in veterinary medicine and as growth promoters in factory farms have led to resistance to these products; similarly, the presence of drug residues in poultry products and by-products is detrimental to the health of consumers (Danaher et al 2008).

It therefore seems appropriate that ways of treating coccidiosis other than medicinal ones be explored in order to fight effectively against this scourge and to improve the zootechnical performance of broiler chickens. The use of plant extracts is now a well-known alternative in the production of meat poultry.

The Algerian field must also resort to organic alternatives in order to preserve both the health of the animal and that of the consumer. With this in mind, we proposed to carry out a survey by questionnaire on the ground with breeders and veterinarians; to establish a report and an assessment of the status of coccidiosis in broiler farms in the wilaya of Blida on the one hand; and to appreciate their use of biological alternatives for its treatment on the other hand.

Material and methods

Our study ran from September 2019 to September 2020. The survey was carried out on the basis of direct meetings with breeders and practicing veterinarians.

Material

We carried out two questionnaires comprising a total of 26 and 18 questions intended, the first for breeders and the second for veterinarians. The questions focused on the following five themes:

- zootechnical parameters;
- Hygienic and sanitary conditions;
- General pathological picture and treatments;
- Coccidiosis status;
- Biological alternatives to standard treatments.

Methods

We collected the responses of breeders to our questionnaire at the level of the Agricultural Services and Supply Cooperative (CASAP) of the Wilaya of Blida; where they go to acquire various products and materials. As for the practicing veterinarians, we approached them directly with their practices.

The data collected was processed by Microsoft Excel and SYSTAT software (version 10).

Results and discussion

During the period of our study; we were only able to question 50 breeders and 34 practicing veterinarians because of the health situation that prevailed in the wilaya of Blida (the COVID-19 pandemic) which severely restricted our movements and our contacts.

The processing of responses collected from breeders and veterinarians are reported in the following tables by theme.

Zootechnical parameters

The responses relating to zootechnical parameters are reported in Table 1.

Table 1: Responses relating to zootechnical parameters.

Factor	Variables	Breeders (n)	% (CI at 95%)	Veterinarians(n)	% (CI at 95%)
Type of building	Covered agricultural greenhouse	18	36% (24,14-49,86)	06	18% (8,35-33,51)
	Solid building	32	64% (50,14-75,86)	28	82% (66,49-91,65)
Brightness	Sufficient	50	100% (92,87-100)	29	85% (69,87-93,55)
	Insufficient	00	0% (00-7,13)	5	15% (6,45-30,13)
Aeration	Lack of smell	47	94% (83,78-97,94)	24	71% (53,83-83,17)
	Presence of odor	03	6% (2,06-16,22)	10	29% (16,83-46,17)
Hygrometry	Dry litter	34	68% (54,19-79,24)	26	76% (60,00-87,56)
	Wet litter	16	32% (20,76-45,81)	08	24% (12,44-40,00)
Respect of the number of subjects/m ² (10)	Yes	28	56% (42,31-68,84)	21	62% (45,04-76,10)
	No	22	44% (31,16-57,69)	13	38% (23,90-54,96)
Number of strip / year	< 4	9	18% (09,77-30,80)	06	18% (8,35-33,51)
	≥4	41	82% (69,20-90,23)	28	82% (66,49-91,65)

According to the required information relating to the zootechnical parameters it emerges from it; for the building parameter, the concordant responses between breeders and veterinarians who state that they use solid buildings at 64% and 82% respectively. The answers obtained are supported by the work of Kaci and Kheffache (2016) carried out in Médéa who reported that 91% of the livestock buildings examined are of the permanent type.

Both breeders and veterinarians have stated; sufficient light, good ventilation due to the absence of odor, and fairly good hygrometry reflected by the state of the dry litter; in buildings. While Kaci and Kheffache (2016) revealed that 50% of farms did not respect the environmental conditions. According to these same authors, poultry farmers invest little in their production tool (renovation of buildings, installation of equipment necessary for health status, etc.), because they find the cost of these investments high. According to Le Menec (1988), all the components of the environment as well as the characteristics of livestock buildings can affect the state of health and zootechnical performance of animals, either directly or indirectly.

The density parameter per square meter applied by the breeders seems to comply with the standards for 56% of them who ensure not to exceed 10 subjects /m², which was affirmed by the veterinarians in 62% of the responses. According to the study by Mahmoudi et al (2015) carried out in the wilaya of M'sila, the density per m² was 8.2 subjects/m², which was low even compared to the national average (08 to 12 subjects /m²) depending on the season (Ferrah 2001). Indeed, according to Ain Baaziz et al (2010), reducing the density of animals is a practical solution aimed at reducing the mortality of chickens in the face of heat stroke, especially in the presence of clear livestock buildings with static ventilation, and high temperatures that exceed 40°C in summer.

As for the number of breeding strips carried out per year in the buildings, the breeders exploit their buildings with more than 04 strips per year in the majority of the cases. This reveals excellent production potential of poultry farms. Contrary to the work of Mahmoudi et al (2015) carried out in M'sila which reported potentials which seem under-exploited by

breeders (2.8 flocks of chickens per year on average). According to Kirouani (2020) in poultry farms in Béjaia only 04 broiler strips are set up during the year, this observation is due to the fact that the majority of poultry farmers avoid venturing into this activity during periods of strong heat (July and August).

Hygienic and sanitary conditions

Responses relating to hygienic and sanitary conditions are reported in Table 2.

Factor	Variables	Breeders (n)	% (CI à 95%)	Veterinarians (n)	% (CI à 95%)
Footbath at the entrance	Presence	22	44% (31,16-57,69)	06	18% (8,35-33,51)
	Absence	28	56% (42,31-68,84)	28	82% (66,49-91,65)
Type of litter used	Wood chips	23	46% (32,97-59,60)	///	///
	Straw	05	10% (4,35-21,36)	///	///
	Straw+ wood chips	22	44% (31,16-57,69)	///	///
Crawl space practice	Yes	50	100% (92,87-100)	///	///
	No	00	0% (00-7,13)	///	///
Vacuum+disinfection+closing \geq 15j	Yes	47	94% (83,78-97,94)	24	71% (53,83-83,17)
	No	03	6% (2,06-16,22)	10	29% (16,83-46,17)
Disinfection before installation	Yes	03	6% (2,06-16,22)	///	///
	No	47	94% (83,78-97,94)	///	///
Vaccination protocol	Standard (New Castel, Gumboro, Bronchite infectieuse)	50	100% ((92,87-100)	///	///
	other vaccines	00	0% (00-7,13)	///	///
Adjoining farms	Yes	32	64% (50,14-75,86)	///	///
	No	18	36% (24,14-49,86)	///	///

The processing of the information collected concerning the hygienic and sanitary conditions showed the presence of a footbath at the entrance to the building; the responses agreed between breeders and veterinarians who declared its use at 44% and 82% respectively. According to the work of Allaoui et al (2003); observed during their investigation in farms in the private and public sectors; the absence of a footbath in the majority of private farms, unlike public sector henhouses where hygiene is more controlled. This is explained by the presence of a team in charge of health prevention in this sector. It is generally made up of a veterinarian, an animal health technician and a livestock manager.

Regarding the type of litter used; 46% of breeders used wood shavings, however 44% of them used straw in addition to wood shavings, a mixture in equal proportion because it was more absorbent and 10% only used straw. Litter quality directly affects bird health, welfare and performance; it must be placed in sufficient quantity on dry ground and be kept dry. Poor bedding with a high moisture content can promote high ammonia levels inside the building.

The 15-day crawl space is respected by all breeders; 94% of them had recourse to the disinfection of premises and livestock equipment during the crawl space period and the building was kept closed. This crawl space provides the time necessary for the disinfectants to act, promotes the drying of the building and minimizes the level of microbial and parasitism. As for the disinfection before the placement of the chicks was practiced only by a minority.

The vaccination protocol followed by the breeders was 100% standard.

As for the presence of adjoining farms to theirs, 64% of breeders answered in the affirmative; indeed, these can be a source of contamination of poultry farms. This is why it is recommended to locate the operation as far as possible from other breeding farms to avoid the spread of pathogens.

General pathological picture and treatments

The responses relating to the general pathological picture and treatments are reported in Table 3.

Table 3: Responses relating to the general pathological picture and treatments.

Factor	Variables	Breeders (n)	% (CI à 95%)	Veterinarians (n)	% (CI à 95%)
Common pathologies	Red droppings (Coccidiosis)	20	40% (27,61-53,82)	24	71% (53,83-83,17)
	White diarrhea (Colibacillosis)	08	16% (8,34-28,51)	25	74% (56,88-85,40)
	Respiratory problems (CRD)	26	52% (38,51-65,20)	20	59% (42,22-73,63)
Mortality	After 3 days	01	2% (0,35-10,50)	///	///
	Growth	12	24% (14,30-37,41)	///	///
	Finishing	28	56% (42,31-68,84)	///	///
Preventive treatments	Anti-stress during installation	33	66% (52,15-77,56)	18	53% (36,74-68,55)
	Anticoccidial treatment in food	50	100% (92,87-100)	24	71% (53,83-83,17)
	Also use of anticoccidial treatment in drinking water.	16	32% (20,76-45,81)	10	29% (16,83-46,17)
	others	18	36% (24,14-49,86)	02	6% (1,63-19,09)

The survey showed that the most common pathologies on farms according to poultry farmers are chronic respiratory diseases followed by coccidiosis and, to a lesser frequency, colibacillosis; this observation is different from that observed by veterinary practitioners where the most common pathologies noted are colibacillosis, closely followed by coccidiosis. According to Sid et al (2014) in Bordj Bou Ariredj coccidiosis; necrotic enteritis; colibacillosis and finally viral diseases are the main diseases encountered.

Mortality during the finishing phase is reported by breeders. According to Kirouani (2020) in the farms in Béjaia the breeder records a dead loss of 08% to 10% of the number of his farm in the finishing phase. Also, Mahmoudi et al (2015) in farms in the Wilaya of M'sila reported a mortality rate of 13.8%; Amghroun and Kheffache (2007) revealed that the mortality rates characterizing Algerian poultry farms are regularly above 10%. This observation is the consequence linked to the under-equipment of buildings, poor breeding conditions, non-compliance with hygiene rules and the lack of control of breeding practices by some poultry farmers.

As for the treatments used in poultry farms, veterinarians and breeders responded in the same way by declaring that the preventive treatments they used were anti-stress on placement at 66% and 53% respectively. All breeders and the majority of veterinarians reported that the feed contained an anticoccidial as a preventive treatment; however, 32% and 29% of them used or prescribed an anticoccidial to add to the water and this to compensate for a possible lack of the preventive anticoccidial in the food. Also, the use of antibiotics in case of pathologies was obvious.

Among other things, anticoccidial prophylaxis in broiler production is focused on chemoprevention, based above all on the addition of coccidiostats to the feed, in particular ionophore antibiotics or certain synthetic molecules and on the prescription of the veterinarian. dealing with an anticoccidial prophylactic scheme during the band, often in the drinking water, by the use of different molecules (sulfonamides, amprolium, toltrazuril, etc.).

Coccidiosis status

Responses relating to coccidiosis status are reported in Table 4.

Table 4: Coccidiosis status responses.

Factor	Variables	Breeders (n)	% (CI à 95%)	Veterinarians (n)	% (CI à 95%)
Coccidiosis presence	Yes	32	64% (50,14-75,86)	34	100% (89,85-100)
	No	18	36% (24,14-49,86)	00	0% (00,00-10,15)
Identification signs	Red droppings	32	64% (50,14-75,86)	///	///
	Mortality	10	16% (08,34-28,51)	///	///
	State of plumage and prostration	08	20% (11,24-33,04)	///	///
Age of subjects at the appearance	Between 2-3 weeks	09	18% (9,77-30,80)	///	///
	Between 3-5 weeks	25	50% (36,64-63,36)	///	///
	More than 5 weeks	16	32% (20,76-45,81)	///	///
Number of episodes during a strip	01 times	27	54% (40,40-67,03)	18	53% (36,74-68,55)
	02 times	20	40% (27,61-53,82)	16	47% (31,45-63,26)
	03 times	03	06% (2,06-16,22)	00	0% (00,00-10,15)
Frequency	Winter	21	42% (29,38-55,77)	///	///
	Spring	10	20% (11,24-33,04)	///	///
	Summer	08	16% (8,34-28,51)	///	///
	Autumn	11	22% (12,75-35,24)	///	///
Self-medication	Yes	27	54% (40,40-67,03)	///	///
	No	23	46% (32,97-59,60)	///	///
Products used	Baycox	08	16% (08,34-28,51)	08	24% (12,44-40,00)
	Algicox	15	30% (19,10-43,75)	08	24% (12,44-40,00)
	Diclazuril	27	54% (40,40-67,03)	18	53% (36,74-68,55)
	Others (drug combination)	22	44% (31,16-57,69)	19	56% (39,45-71,12)
The breeder asks for the same products	Yes	///	///	23	68% (50,84-80,87)
	No	///	///	11	32% (19,13-49,16)
Effectiveness of preventive treatments	Yes	22	44% (31,16-57,69)	///	///
	No	28	56% (42,31-68,84)	///	///
Resistance to anticoccidials	Yes	///	///	06	18% (08,35-33,51)
	No	///	///	28	82% (66,49-91,65)

The processing of responses collected relating to the status of coccidiosis shows that the disease is present in poultry farms for 2/3 of farmers; and all practicing veterinarians. This observation is reported by many authors on the national territory (Triki and Pacha 2010, Debbou-Iouknane et al 2016) and several studies around the world (Kumar et al 2015, Adang and Isah 2016).

Red droppings are the most frequently observed signs related to the presence of coccidiosis in breeding for almost all breeders; mortality at 20% followed by the bristly state of the plumage and prostration at 16%. Messaï (2011) in a study carried out in Constantine (Algeria) reported that bloody diarrhea causes serious lesions in infected chickens leading to their death.

Breeders interviewed claimed that the disease appeared between the birds' third and fifth week of age; our results are supported by the work of Conway and McKenzie (2007) who reported that the period of onset of coccidiosis was between the third and fifth week; also, Muazu et al (2008) stated in their study in Nigeria that they found coccidial infection in subjects aged three to four weeks in 52.9% of cases.

The disease was encountered for the majority of veterinarians and breeders once or twice per flock, however a minority 06% declared observing it a third time at the end of the flock.

Breeders questioned on the season during which coccidiosis is most observed reported that it was present especially in winter; indeed, Khan et al (2006) also reported the presence of the

disease during this season. However, Awais et al (2012) reported a higher presence of the latter in autumn in Pakistan.

More than half of the farmers admitted to resorting to self-medication to treat the disease. Indeed, the study conducted by Berghiche et al (2018) revealed that self-medication in poultry farms is quite common in the north-eastern region of Algeria. In Côte d'Ivoire, Sinaly (2014) stated that 79% of farmers practice self-medication.

All the veterinarians questioned affirmed the use of Diclazuril as a curative treatment. The effectiveness of Diclazuril was also demonstrated in a study conducted in the wilaya of Jijel by Djemai et al (2016).

As for the use of drug combinations, the majority of veterinarians said they use them, as did nearly half of breeders. Chapman and Jeffers (2014) reported in their study that combinations of certain synthetic products and certain ionophore products are widely used in many countries.

The majority of veterinarians stated that breeders request different coccidiosis products themselves. Breeders reported 56% not being satisfied with the effectiveness of treatments. Anticoccidials (etiological treatment) are still today the main method of combating coccidiosis (Naciri and Brossier 2009).

The practicing veterinarians claimed to have noticed anticoccidial resistance to the products used; indeed, studies have revealed that *Eimeria acervulina*, *Eimeria tenella* and *Eimeria maxima* have developed resistance to Amprolium (Bichet et al 2003). Djemai et al (2016) in Jijel reported in their study that we generally do not carry out alternation programs in our farms (between ionophore anticoccidials / synthetics / anticoccidial vaccines) to avoid or to slow down the phenomena of chemoresistance. According to Abbas et al (2011), all currently known anticoccidials more or less quickly induce resistance phenomena, or at least a decrease in efficacy.

Alternatives to standard treatments

Responses relating to alternatives to standard treatments are reported in Table 5.

Table 5 Responses of alternatives to standard preventive treatments.

Factor	Variables	Breeders (n)	% (CI à 95%)	Veterinarians (n)	% (CI à 95%)
Knowledge of biological products	Yes	32	64% (50,14-75,86)	30	88% (73,38-95,33)
	No	18	36% (24,14-49,8)	04	12% (04,67-26,62)
Is breeder ready to use biological products?	Yes	30	60% (46,18-72,39)	22	65% (47,91-78,51)
	No	20	40% (27,61-53,82)	12	35% (21,49-52,09)
Use/prescription of biological products	Yes	30	60% (46,18-72,39)	18	53% (36,74-68,55)
	No	20	40% (27,61-53,82)	16	47% (31,45-63,26)
If yes, wich ones?	Origostim	15	50% (33,15-66,85)	18	100% (82,41-100)
	Garlic	04	13% (5,31-29,68)	///	///
	Vinegar	11	37% (21,87-54,49)	///	///

The responses collected, relating to alternatives to standard treatments, show that both breeders and veterinarians questioned said they knew the biological alternatives used against coccidiosis.

Veterinarians and breeders said they agreed to change the strategy for controlling coccidiosis by using biological products such as organic acids; plant extracts; and others instead of anticoccidials. Respectively 60% and 53% of breeders and veterinarians declared having used and prescribed organic products; for all the veterinarians it was the origostim, the same for the

breeders. Many studies have been carried out in this perspective of coccidial control using biological products; the use of probiotics has been reported by various works (Daloul et al 2005, Lee et al 2007, Djezzar et al 2014), as well as that of extracts and essential oils of aromatic plants (Messai 2015, Iouknane-Debbou 2021).

Conclusion

Our investigation revealed that despite acceptable husbandry practices; and satisfying respect of zootechnical parameters and hygienic and sanitary conditions coccidiosis remains present in poultry farms.

Prophylaxis against this pathology is focused on chemo-prevention, based above all on the addition of coccidiostats in the food (ionophore antibiotics and certain synthetic molecules) and on the prescription of an anticoccidial added to the water. of drink. The use of biological alternatives in different forms such as plant extracts, organic acids and others has been observed by both breeders and veterinary practitioners in broiler farms and is expected to gain more importance to address emerging drug resistance and residue issues in chicken meat.

References

- Abbas R Z, Iqbal Z, Blake D, Khan M N and Saleemi M K 2011** Anticoccidial drug resistance in fowl coccidia: the state of play revisited. *World's Poultry Science Journal*, 67(2), 337-350. <https://doi.org/10.1017/S004393391100033X>
- Adang LK and Isah Z 2016** Prevalence of *Eimeria* species in local breed chickens in Gombe metropolis, Gombe State, Nigeria. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(6), 2667-2676. <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i6.21>
- Ain Baziz H, Dahmani Y, Bedrani L, Mokrani N, Boudina H, Temim S 2010** Effet de la complémentation de l'eau de boisson en chlorure de potassium, bicarbonate de sodium et vinaigre sur les performances de croissance, la qualité de la carcasse et la température corporelle du poulet de chair soumis à une température ambiante élevée. *Livestock Research for Rural Development*, 22(1). <http://www.lrrd.org/lrrd22/1/bazi22021.htm>
- Akçay A, Ertuğrul O, Gurcan I S and Karaer Z 2011** Quantification of risk factors of coccidiosis in broilers by using logistic regression analysis. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 58, 195-202. https://doi.org/10.1501/Vetfak_0000002474
- Alloui N, Ayachi A, Alloui-Lombarkia O et Zeghina D 2003** Evaluation de l'effet du statut hygiénique des poulaillers sur les performances zootechniques. *Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole*, Tours, 4 p.
- Amghrous S et 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, 13 p.
- Awais M M, Akhtar M, Iqbal Z, Muhammad F and Anwar M I 2012** Seasonal prevalence of coccidiosis in industrial broiler chickens in Faisalabad, Punjab, Pakistan. *Tropical Animal Health and Production*, 44(2), 323-328. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-0024-x>.
- Berghiche A, Khenenou T, Kouzi A and Labiad I 2018** An investigation on the predominant diseases, its diagnosis, and commonly used drugs in the poultry farms in the North-Eastern regions of Algeria. *Veterinary World*, 11(7), 986-989. doi: [10.14202/vetworld.2018.986-989](https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.986-989)

Bichet H, Sanaa M, Dorchie P H et Reperant J M 2003. Mise en évidence de coccidies multi-résistantes chez la poule pondeuse au Sénégal. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 154(6), 439-445.

Boka O M. 2006 Evaluation de l'effet des anticoccidiens ionophores sur les performances zootechniques des poulets de chair en élevage semi industriel à Dakar. Thèse Médecine Vétérinaire, n°9, EISMV Dakar, 100 p.

Bostvironnois C et Zadjian C 2011 Coccidiose subcliniques en production de poulet de chair : Bilan et perspectives. Neuvième Journée de Recherche Avicole, Tours, 585-588.

Chapman H, and Jeffers T K 2014 Vaccination of chickens against coccidiosis ameliorates drug resistance in commercial poultry production. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 4, 214-217. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2014.10.002>

Conway D P and McKenzie E 2007 Poultry coccidiosis: diagnostic and testing procedures, Third Edition. Blackwell Publishing Professional, Ames, IA, 168 p.

Corrand L et Guérin J L 2010 Les coccidioses aviaires. *Avi Campus*. <http://www.avicampus.fr/PDF/PDFpathologie/coccidioses2.pdf> (Page consulté le 9 juin 2020).

Dalloul R A, Lillehoj H S, Tamim N M, Shellem T A and Doerr J A 2005 Induction of local protective immunity to *Eimeria acervulina* by a Lactobacillus-based probiotic. *Comparative Immunology Microbiology and Infection Diseases*, 28(5-6), 351-361. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2005.09.001>

Danaher M, Campbell K, O'Keeffe M, Capurro E, Kennedy G and Elliott C T, 2008 Survey of the anticoccidial feed additive nicarbazin (as dinitrocarbanilide residues) in poultry and eggs. *Food Additive Contamination*, 25, 32-40. <https://doi.org/10.1080/02652030701552956>

Debbou-Iouknane N, Benbarek H, and Ayad A 2018 Prevalence and aetiology of coccidiosis in broiler chickens in Bejaia province, Algeria. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 85(1), 6p. <https://doi.org/10.4102/ojvr.v85i1.1590>

Djemai S, Mekroud A, and Jenkins M C 2016 Evaluation of ionophore sensitivity of *Eimeria acervulina* and *Eimeria maxima* isolated from the Algerian to Jijel province poultry farms. *Veterinary Parasitology*, 224, 77-81. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.04.040>

Djezzar R, Benamirouche K, Baazize-Ammi D, Mohamed-Said R, Guetarni D 2014 Effect of a dietary supplementation combining a probiotic and a natural anticoccidial in broiler chickens. *African Journal of Agricultural Research*, 9(52), 3782-3788. <https://doi.org/10.5897/AJAR2014.8466>.

Ferrah A, 2001 La conduite des élevages de poulet de chair en Algérie : Un Sous équipement chronique. *Revue Afrique Agriculture*, 292 ? 38-39. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27042.02243>

Iouknane-Debbou N 2021 Activité anticoccidienne des extraits de feuilles et grignons d'olive (*Olea europea* L. var. *Chemlal*) chez le poulet de chair. Thèse de Doctorat Université de Béjaia (Algérie), 245 p.

- Kaci A et Kheffache H 2016** La production et la mise en marché du poulet de chair dans la wilaya de Médéa (Algérie) : nécessité d'une coordination entre acteurs. Les cahiers du CREAD, 118, 113-132.
- Khan M Q, Irshad H, Anjum R, Jahangir M and Nasir U 2006** Eimeriosis in poultry of Rawalpindi/Islamabad area. Pakistan Veterinary Journal, 26(2), 85-87. <http://www.pvj.com.pk/.../85-87.pdf>
- Kirouani L, 2020** Performances des élevages avicoles, segment poulet de chair dans la wilaya de Bejaia. Revue Agriculture, 11(1), 68-72.
- Kumar S, Garg R, Ram H, Maurya PS and Banerjee PS 2015** Gastrointestinal parasitic infections in chickens of upper Gangetic plains of India with special reference to poultry coccidiosis. Journal of Parasitic Diseases, 39(1), 22-26. [https://doi.org/10.1007/s12639-013-0273-](https://doi.org/10.1007/s12639-013-0273-0)
- Le Menec M 1988** Les bâtiments d'élevage de volailles. L'aviculture française. Informations techniques des Services Vétérinaires du Ministère de l'Agriculture, Paris, France, 81-119.
- Lee S, Lillehoj H S, Park D W, Hong Y H and Lin J J 2007** Effects of *Pediococcus*- and *Saccharomyces*-based probiotic (MitoMax) on coccidiosis in broiler chickens. Comparative Immunology Microbiology and Infection Diseases, 30(4), 261-268. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2007.02.002>
- Mahmoudi N, Yakhlef H, et Thewis A, 2015** Caractérisation technico-socioprofessionnelle des exploitations avicoles en zone steppique (wilaya de M'sila, Algérie). Cahiers Agriculture, 24, 161-9.
- Messai A 2015** Utilisation de l'armoise et de l'eau de riz en traitement adjuvant de la coccidiose chez le poulet de chair. Thèse de doctorat, Université de Constantine (Algérie), 54 p.
- Messaï L 2011** Etude phytochimique d'une plante medicinale de l'Est algérien (*Artemisia herba alba*). Thèse pour l'obtention de Doctorat des sciences en Chimie Organique. Université Frères Mentouri Constantine, Algérie, 104 p.
- Muazu A, Masdooq A A, Ngbede J, Salihu A E, Haruna G, Habu A K, Sati M N and Jamilu H 2008** Prevalence and identification of species of *Eimeria* causing coccidiosis in poultry within Vom, Plateau State, Nigeria. International Journal of Poultry Science, 7(9), 917-918. <https://doi.org/10.3923/ijps.2008.917.918>
- Naciri M et Brossier F 2009** Les coccidioses aviaires : importance et perspectives de recherche. Bulletin Academie Vétérinaire France, 162(1), 47-50.
- Sid N, Belalmi N, Lezzar N et Aissi A 2015** Bilan des maladies aviaires recensées au niveau de certains élevages avicoles dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj au cours de l'année 2013-2014. Onzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, 258-261.
- Sinaly D 2014** Analyse des pratiques avicoles et de l'usage des antibiotiques en aviculture moderne dans le département d'Agnibilkrou (Cote d'Ivoire). Thèse. Docteur Vétérinaire, Vol. 152, Université de Dakar, Sénégal, 114 p.

Triki Yamani R R et Bachir Pacha M 2010 Diagnosis of the broiler coccidiosis in the department Blida (Algeria). Agricultura, 1-2(73-74), 107-112.
<https://docslib.org/doc/10731440/agricultura-1-2-2010-final-a-nu-se-sterge>