

N°Ref :.....



Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila

Institut des Sciences et de la Technologie Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Thème

Activité anticoccidienne des plantes médicinales

Présenté par

- DEFFAS Ferial
- ACHELACHE Faiza

Devant le jury composé de

Présidente M^{me} BENSERRADJ Ouafa

Examinatrice M^{me} AMARI Salima

Promotrice M^{me} BAKLI Sabrina

Année Universitaire: 2020/2021

Dédicaces

Je tiens à dédier ce modeste travail :

A mes chers parents

À mes frères: Khaled, Ibrahim, Yessad

À ma sœur : Amina

À toute ma famille

À tous mes enseignants

À mes collègues de la promotion de master "Biochimie appliqué"2020/2021"

..... *Ferial*

Dédicaces

Je tiens à dédier ce modeste travail :

A mes chers parents

À mes frères : Zakaria, Aymen

À ma sœur : Ouahiba

À toute ma famille.

À tous mes enseignants

À mes collègues de la promotion de master "Biochimie appliqué " 2020/2021"

..... *Faiza*

Remerciements

Avant toute chose, on tient à remercier Allah le tout puissant, de nous avoir donnée La force, la patience et le courage pour réaliser ce travail.

On exprime d'abord nos profonds remerciements à notre directrice de recherche Mme **Bakli Sabrina** pour d'avoir fait l'honneur d'accepter de diriger ce modeste Travail, pour son soutien, ses bons conseils. Pour tout cela, on tient à lui exprimer toute notre gratitude.

Nous exprimons également nos profondes reconnaissances et nos respects à membre de jury qui ont accepté d'examiner ce modeste travail.

Je tiens à présenter ma profonde reconnaissance à ma sœur pour son aide afin d'accomplir ce modeste travail.

Notre vif remerciement et notre profonde reconnaissance vont à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Liste des Abréviations

Abréviation	Désignation
E	<i>Eimeria</i>
C°	Degré Celsius
HE	Huile essentielle
P	Poids corporel
OPG	Oocystes par gramme
PE	Ether de pétrole
OPG	Oocystes par gramme
W	Eau
E	Ethanol
PPT	Partie par trillion
PPM	Partie par million
LC50	Concentration létale
%	Pourcentage
AFC	Alcaloïde de <i>Fumaria capreolata</i>
AE	<i>Artemisia annua</i>
EI	Extraite éthanoliques

Liste des figures

FIGURE 1 : APPAREIL DIGESTIF DU POULET.....	3
FIGURE 2 : DIFFERENTS BECS DES VOLAILLES.....	4
FIGURE 3 : GLANDES SALIVAIRES DE LA POULE	5
FIGURE 4 : OOCYSTES D' <i>EIMERIA</i> ;(A) OOCYSTE NON SPORULE ;(B) OOCYSTE SPORULE (OOCYSTES MATURES DU GENRE <i>EIMERIA</i> CONTIENNENT CHACUN 4 SPOROCYSTES)	11
FIGURE 5 : OOCYSTES DES SEPT ESPECES D' <i>EIMERIA</i> DU POULET	11
FIGURE 6 : SCHEMA D'UN SPOROZOÏTE <i>EIMERIA</i>	13
FIGURE 7 : CYCLE DE DEVELOPPEMENT DES COCCIDIES DU GENRE <i>EIMERIA</i> CHEZ LES POULETS	16
FIGURE 8 : TRACTUS DIGESTIF DU POULET ILLUSTRANT LES DIFFERENTES LESIONS CAUSEES PAR LES COCCIDIES DU POULET ET LEURS LOCALISATIONS.....	20
FIGURE 9 : ZONES D'INFESTATION ET SCORES LESIONNELS	22
FIGURE 10 : STRUCTURE DU NOYAU BENZENIQUE	32
FIGURE 11 : STRUCTURES CHIMIQUES DE L'ACIDE HYDROXYBENZOÏQUE	32
FIGURE 12 : STRUCTURES CHIMIQUES DES ACIDES HYDROXYCINNAMIQUE	33
FIGURE 13 : STRUCTURE DE BASE DES FLAVONOÏDES	34
FIGURE 14 : STRUCTURE D'UN TANIN HYDROLYSABLE	36
FIGURE 15 : STRUCTURE D'UN TANIN CONDENSE	37
FIGURE 16 : QUELQUES PLANTES RICHES EN METABOLITES SECONDAIRES	39
FIGURE 17 : STRUCTURE GENERALE DE TERPENE	41
FIGURE 18 : PARENTS HYDROCARBONES DES TERPENES DES HUILES ESSENTIELLES	42
FIGURE 19 : STRUCTURE DE QUELQUES MONOTERPENES	42
FIGURE 20 : STRUCTURE CHIMIQUES DE CERTAINES COMPOSEES D'HUILE ESSENTIELLE	43
FIGURE 21 : STRUCTURE GENERALE D'UN SESQUITERPENE.....	43

FIGURE 22 : STRUCTURE DE QUELQUE SESQUITERPENE	44
FIGURE 23 : QUELQUES PLANTES RICHES EN HUILE ESSENTIELLE	49
FIGURE 24 : STRUCTURE GENERAL DE L'ACIDE AMINE.....	55
FIGURE 25 : A)STRUCTURE CHIMIQUES DES ALCALOÏDES ISOQUINOLINE, B) FLEURS DE <i>FUMARIA CAPREOLATA</i>	56
FIGURE 26 : A) STRUCTURE CHIMIQUE DE B-CARBOLINE , B)IMAGE DES FLEURS DE <i>PEGANUMHARMALA</i>	57
FIGURE 27 : GRAINES DE POLLEN	58
FIGURE 28 : A) STRUCTURE DE QUINOLIZIDINES, B) ESPECE <i>RETAMA SPHAEROCARPA</i>	58

Liste des tableaux

TABLEAU 1: PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES ESPECES <i>EIMERIA</i> DU POULET.....	19
TABLEAU 2: SCORES LESIONNELS DUS A <i>E.TENELL</i>	23
TABLEAU 3: PRESENTE LES PRINCIPAUX ANTICOCCIDIENS UTILISES CHEZ LA VOLAILLE.....	25
TABLEAU 4: RECAPITULATIF DES VACCINS ANTICOCCIDIENS UTILISES CHEZ LE POULET DE CHAIR	28
TABLEAU 5 : STRUCTURES DES DIFFERENTES CLASSES DE FLAVONOÏDES.....	35
TABLEAU 6: ORIGINE BIOSYNTHETIQUE DE DIFFERENTES CLASSES D'ALCALOÏDES. LES NOYAUX DE BASE DE CES DIFFERENTS ALCALOÏDES DERIVENT DES ACIDES AMINES	52

Table des matières

Liste des Abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

INTRODUCTION GENERALE..... 1

CHAPITRE 1 : COCCIDIOSE AVIAIRE CHEZ LE POULET DE CHAIR

I.1 APPAREIL DIGESTIF DES OISEAUX3

I-2. COCCIDIOSE AVIAIRE8

I-2-1. Définition..... 8

1-2-1-1. Etiologie..... 8

1-2-1-2. Classification des coccidies de poulet de chair..... 9

1-2-1- 3. *Eimeria* des poulets9

1-2-1-3-1. Oocytes du genre *Eimeria*10

1-2-1-3-2. Sporozoïte du parasite *Eimeria*11

1-2-1-3-4. Trophozoïte13

1-2-1-3-5. Mérozoïtes13

1-2-1-4. Identification des espèces *Eimeria*..... 14

1-2-2.Cycle évolutif..... 14

1-2-3. Epidémiologie17

1-2-3-1. Mode d'infection..... 17

1-2-3-2. Source de la contamination17

1-2-3-3. Facteurs de réceptivités liées aux conditions d'élevage..... 17

1-2-4. Symptômes et lésion..... 18

1-2-4-1. Coccidiose clinique..... 18

1-2-4-2.coccidiose sub cliniques et chronique..... 19

1-2-5. Diagnostic de coccidiose20

1-2-5-1. Diagnostic clinique..... 20

1-2-5-2. Diagnostic expérimental.....	21
1-2-5-3. Diagnostic lésionnel	21
1-2-6. Moyens et méthodes de lutte anticoccidiens	23
1-2-6-1. Prévention de coccidiose	23
1-2-6-2. Médicaments anticoccidiens.....	24
1-2-6-2-1. Effet secondaire des anticoccidiens.....	26
1-2-6-2-2. Résistance aux anticoccidiens.....	26
1-2-7. Vaccination.....	27

CHAPITRE 2:Activites anticoccidienne des plantes médicinales

II-1. PLANTES MEDICINALES.....	29
II-2 .METABOLISME DES VEGETAUX SUPERIEURS	29
II-2-1. Classification des métabolites secondaires.....	30
II-2-1-1. Composés phénoliques	30
II-2-1-1-1. Structure et classification des composés phénoliques.....	31
II-2-1-1-1-1. Acide phénolique	32
II-2-1-1-1-2. Flavonoïdes	33
II-2-1-1-1-2-1. Structure et classification des flavonoïdes	34
II-2-1-1-1-3. Tanins	35
II-2-1-1-1-3-1.Structure et classification des tanins	36
II- 3-3. ACTIVITES BIOLOGIQUES DES COMPOSES PHENOLIQUES	37
II- 3-3-1 .Activités anticoccidienne des composées phénoliques.....	37
II-2-1-2. Huiles essentielles.....	40
II-2-1-2-1. Composition chimique des huiles essentielles.....	41
II-4. ACTIVITE BIOLOGIQUE DES HUILES ESSENTIELLES	44
II-4-1. Activité anticoccidiennes des huiles essentielles.....	44
II-2-1-3. Alcaloïdes.....	50
II-2-1-3-1. Classification des alcaloïdes.....	51

II-5. ACTIVITE BIOLOGIQUE DES ALCALOÏDES	56
II-5-1. Activités anticoccidienne des alcaloïdes	56
Conclusion et perspectives	59
Références bibliographiques	60
Glossaire	
Résumé	

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

L'aviculture en Algérie, a connu depuis 1980 un développement grâce à l'intervention de l'état (Ferrah, 2001), selon le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural algérien, la filière avicole représente, en 2013, près de 100 000 emplois directs dont 20 000 éleveurs de poulets de chair, ce qui permet de sauvegarder la production nationale (Kaci et Kheffache, 2014).

Aujourd'hui, l'élevage des volailles traditionnel occupe une activité économique grâce à son faible coût de reproduction, son rendement élevé (Douha, 2017) et en Compte tenu de sa haute valeur nutritionnelles des viandes blanches et les œufs (Combes, 2005).

Cependant, l'éleveur se trouve confronté à plusieurs obstacles dont principalement les maladies d'élevage. Parmi ces maladies figure la coccidiose aviaire, qui est responsable d'importante baisses de production et de nombreuses pertes économiques au sein de l'industrie aviaire (Ribeiro *et al.*, 2019).

Les mesures de prévention et de contrôle de cette maladie sont basées sur l'utilisation des médicaments anticoccidiens et de la vaccination. Mais l'apparition de la résistance aux anticoccidiens ainsi que le coût élevé des vaccins, nous ont incités à trouver des stratégies alternatives naturelles de lutte contre la coccidiose chez les poulets de chair (Ribeiro *et al.*, 2019).

Depuis des millénaires d'années, l'humain a utilisé les plantes en médecine traditionnelle pour traiter les problèmes de santé grâce aux principes actifs qu'elles contiennent, qui sont dans certains cas utilisées comme mécanismes de défense contre les micro-organismes pathogènes (Abayomi, 2010 ; Subramani *et al.*, 2017). Environ 25-30 % des médicaments disponibles pour le traitement des maladies sont dérivés des produits naturels (des plantes, des animaux, des bactéries et des champignons) (Clardy et Walsh, 2004).

L'Algérie couvre une surface de 2381741 km², elle se situe dans une zone géographique privilégiée, qui permet l'apparition d'une couverture végétale très diversifié. Par ailleurs, l'Algérie recèle d'un patrimoine végétal important par sa richesse et ses diversités dans les régions côtières, les massifs montagneux, les hauts plateaux, la steppe et les oasis sahariens (Beniston, 1982), ce qui offrent une très grande diversité écologique et floristique, qui abrite plus de 3000 espèces végétales dont 15% sont endémique, et constitue un immense gisement de molécules bioactifs notamment dans le domaine des plantes médicinales (Hammiche et Maiza, 2006). Selon L'Organisation Mondiale de la

Santé (OMS), environ 65-80% de la population mondiale, surtout dans les pays sous-développés, ont dépendent essentiellement des plantes médicinales en remède traditionnelles (Ali *et al.*, 2013). La médecine moderne a démontré l'efficacité de certaines plantes pour leurs vertus curatives.

En production aviaire, les traitements antimicrobiens sont largement utilisés comme moyen de lutte efficace contre les maladies aviaires qui causent des taux de mortalités très importants, engendrant des pertes économiques considérables (Blanco *et al.*, 1997) et comme stimulateurs de croissance. Cependant, cette utilisation abusive de ces derniers a fait apparaître une chimiorésistance, et un développement de nouvelles souches de bactéries résistantes (Nowak, 1994; Dutil *et al.*, 2010). Notamment en Algérie, l'utilisation curative et préventive des antibiotiques dans l'élevage n'est pas réglementée, ce qui présente un risque potentiel pour la santé du consommateur (Hakem *et al.*, 2013).

En vue des effets négatifs de l'utilisation fréquente des antibiotiques, sur la microflore intestinale, et ces conséquences potentielles sur la santé des consommateurs, les scientifiques se sont penchés vers la recherche de composés alternatifs naturels, qui pourraient contribuer à la lutte contre les différentes pathologies aviaires, sans pour autant nuire aux animaux, notamment à leurs flores intestinales bénéfique, et à la santé du consommateur. De nombreuses solutions surtout au niveau de l'alimentation ont été proposées, notamment les additifs alimentaires ayant le potentiel de stimuler la croissance, de réduire la pathogénicité et la propagation de certain microorganismes pathogènes dans les élevages tout en favorisant la préservation, et le développement des microorganismes bénéfiques du tube digestif.

Les problèmes liés à la résistance aux médicaments coccidiens, le coût élevé et les difficultés liées à la production des vaccins nous ont incités à rechercher des stratégies Alternatives naturelles de lutte contre la coccidiose chez le poulet de chair.

Par conséquent, notre étude a pour objectif de citer quelques métabolites de plantes ayant une activité anticoccidienne, principalement les composés phénoliques (acides phénoliques, flavonoïdes et tanins), les huiles essentielles et les alcaloïdes.

CHAPIRE 1

COCCIDIOSE AVIAIRE CHEZ LE POULET DE CHAIR

I.1 Appareil digestif des oiseaux

L'appareil digestif des oiseaux est constitué de l'ensemble des organes qui assurent la préhension, le transport, la digestion et l'excrétion des aliments en vue de leur assimilation. Il comprend bec, une cavité buccale dépourvue de dente, avec la langue et les glandes salivaires, l'œsophage, l'estomac, l'intestin. Il comprend aussi toutes les glandes annexes : Le foie et le pancréas (Larbier et Leclercq, 1992).

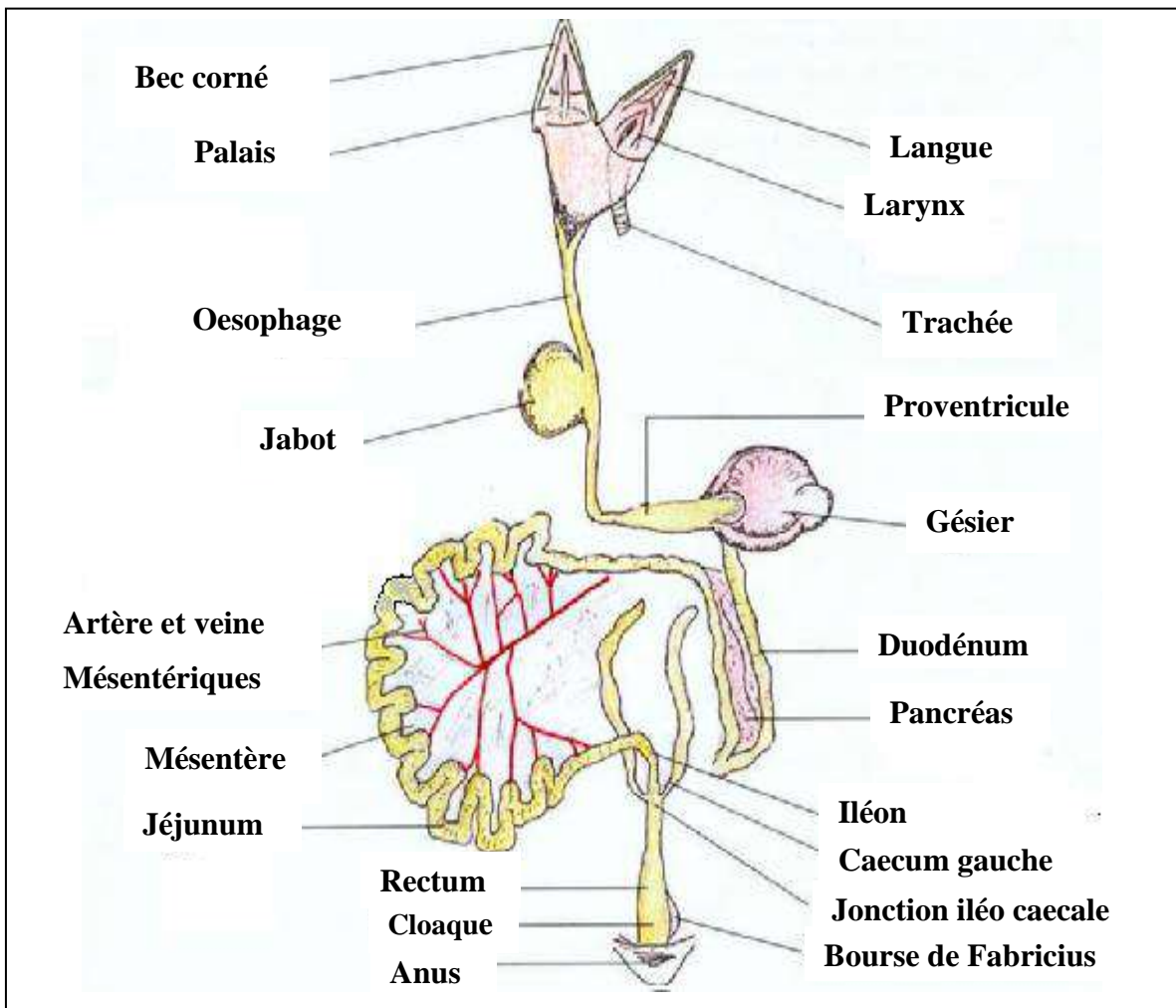


Figure 1: Appareil digestif du poulet (Villate, 2001)

I -1-1. Cavité buccale

Elle comporte le bec ou rhamphotèque et les glandes salivaires :

I-1-1-1.Bec

Appelé aussi rostrum. Le bec est utilisé avant tout pour la préhension des aliments, il offre une grande diversité de formes dans la classe des oiseaux qui est souvent le reflet d'une adaptation à un régime alimentaire particulier. Le bec lamellé du Canard lui permet de filtrer la vase. Le bec cylindrique et très long de la Bécasse lui permet de rechercher les

larves dans le sol. Les becs forts et coniques (Poules, Dindons, Canaris, etc....) sont les moins spécialisés mais témoignent plutôt d'un régime granivore. La forme du bec est un des éléments importants utilisés pour la classification scientifique ou taxonomie des oiseaux (Fig. 2). La partie visible du bec est une production cornée ou rhamphotèque. Au même titre que les griffes, sa croissance est continue. Elle doit être compensée par une usure régulière par frottement des deux mâchoires entre elles, sur les aliments ou sur des objets non comestibles.

Le bec est composé de deux parties : dorsalement la maxille ou mandibule supérieure ; ventralement la mandibule ou mandibule inférieure (Alamargot, 1982).

a- Maxille

Le squelette de la maxille est constitué principalement de l'os prémaxillaire. Il est recouvert d'une production cornée: la rhinothèque. La maxille est perforée de deux narines qui sont protégées par un opercule chez la poule et le pigeon et par des plumes raides chez le Canari. La maxille est légèrement mobile par rapport au crâne chez tous les oiseaux mais surtout chez les Canaris (Alamargot, 1982).

b- Mandibule

Le squelette de la mandibule est constitué de l'os dentaire. Il est recouvert de la gnathothèque, généralement moins développée que la rhinothèque. La mandibule est articulée avec le crâne par l'intermédiaire de l'os carré (Alamargot, 1982).

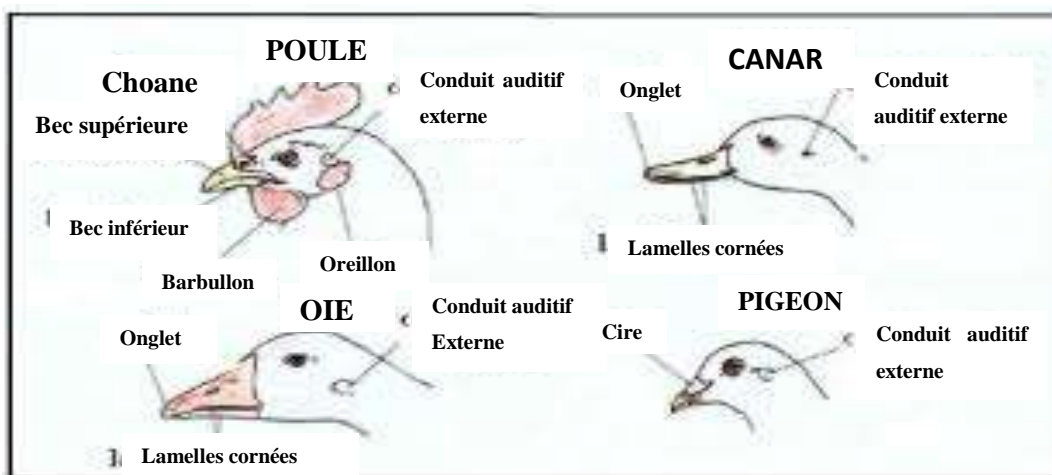


Figure 2 : Différents becs des volailles (Villate, 2001)

I-1-1-2. Glandes salivaires

Les glandes salivaires des oiseaux (Fig.3) sont plus nombreuses, mais moins développées que celles des mammifères (Villate, 2001). On distingue en particulier : Les glandes de l'angle buccal : situées sous l'arcade zygomatique ; leur conduit extérieur débouche en arrière de la commissure du bec ; les glandes sublinguales qui se trouvent sous la pointe de la langue et forment une masse disposée en « V » et les glandes maxillaires localisées entre les bords du maxillaire inférieur (Larbier et Leclercq, 1992).

I-1-3. Jabot

Chez beaucoup d'oiseaux le jabot est un organe bien individualisé, sous forme d'un renflement consistant. Il est très variable dans sa forme et son activité glandulaire sécrétoire. Chez les gallinacés, c'est une poche palpable sous la peau à la base du cou (Villate, 2001).

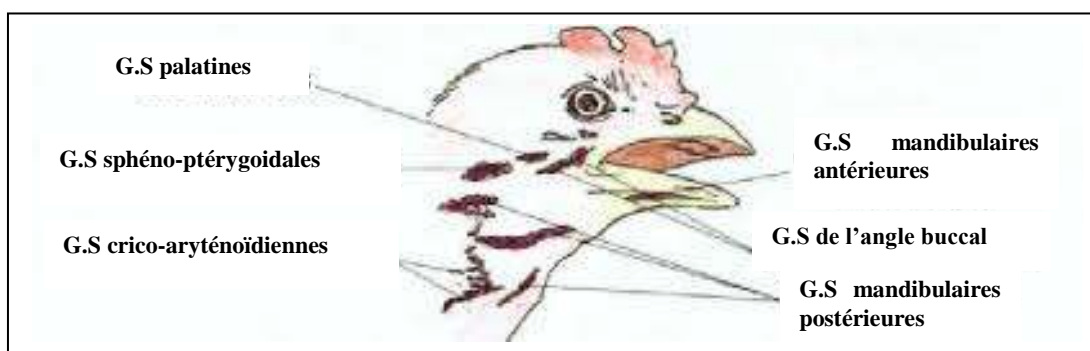


Figure 3: Glandes salivaires de la poule (Villate, 2001)

1.1.2. Œsophage

C'est un tube mou qui présente parfois un renflement plus ou moins accentué, le jabot. Un véritable jabot n'existe que chez les Galliformes et les Colombidés; il sert de réservoir pour la nourriture ; chez les pigeons et les tourterelles, le produit est appelé " lait de pigeon " et cet aliment est destiné aux oisillons durant leurs premiers jours. L'œsophage est tapissé dans toute sa longueur d'une muqueuse aux plis longitudinaux très marqués. (Souilem et Gogny, 1994; Thiebault, 2005).

1.1.3. Estomacs

L'estomac est divisé en deux parties :

1.1.3.1. Proventricule

Il contient des glandes digestives dont la sécrétion imprègne les aliments avant qu'ils ne subissent un broyage mécanique dans le gésier. La paroi du ventricule succenturié des carnivores et des piscivores est moins épaisse et plus riche en fibres musculaires et élastiques. Elle est alors très extensible (Thiebault, 2005).

1.1.3.2. Gésier

C'est l'organe broyeur. Il est compact et volumineux (6 à 8 cm de long, avec un poids d'environ 50 gr vide et 100 gr plein). Il cumule les fonctions de mastication absentes chez les oiseaux. Il est situé légèrement à gauche dans la cavité abdominale, partiellement coiffé par le foie sur son bord crânial. Palpable au travers de la paroi abdominale. Il partage longitudinalement la cavité abdominale en deux compartiments ce qui lui a valu parfois le nom « diaphragme vertical » (Alamargot, 1982; Brugere, 1992).

1-1-4. Intestin

Chez les poulets adultes, la longueur totale de l'intestin grêle est d'environ 120 cm, que l'on divise conventionnellement en trois parties ne présentant pas de différences structurelles notables, le duodénum, le jéjunum et l'iléon (Larbier et Leclercq, 1992).

1.1.4.1. Duodénum

Il débute au pylore puis forme une grande anse qui enserre le pancréas. Le duodénum reçoit deux ou trois canaux pancréatiques et deux canaux biliaires au niveau d'une même papille (Villate, 2001).

1.1.4.2. Jéjunum

Il est divisé en deux parties :

- Une proximale qui est la plus importante : tractus diverticule de Meckel. Petit nodule, est parfois visible sur le bord concave de ses courbures.
- Autre distale qui s'appelle l'anse supra duodénale.

1-1-4-3. Iléon

Il est court et rectiligne, son diamètre et sa longueur sont variables en fonction des Espèces (Villate, 2001).

1-1-4-4. Cæcums

Un cæcum se présente comme un sac qui débouche dans le tube intestinal à la jonction de l'iléon et du rectum au niveau d'une valvule iléocæcale. Lorsqu'ils existent, ils sont toujours pairs, ils sont accolés à la parie terminale de l'iléon par un méso. Ils sont en

rapport ventralement avec l'anse duodénale et dorsalement avec la portion moyenne de l'iléon. Bien développés chez la poule (Alamargot, 1982; Villate, 2001).

1-1-4-5. Rectum

Le rectum fait suite à l'iléon et débouche dans le cloaque. Le diamètre du rectum est à peine plus grand que celui de l'iléon. A l'inverse des mammifères, le rectum des oiseaux présente des villosités. Il réabsorbe l'eau de son contenu (fèces et urines) (Alamargot, 1982).

1-1-4-6. Cloaque

Le cloaque est la partie terminale de l'intestin dans laquelle débouchent les conduits Urinaires et génitaux. Il est formé de trois régions séparées par deux plis transversaux plus ou moins nets:

- **Coprodéum**

Il est large et collecte les excréments, c'est une dilatation terminale du rectum, la portion la plus crâniale du cloaque. C'est dans le Coprodéum que s'accumulent les fèces et les urines avant leur émission.

- **Urodéum**

Segment moyen du cloaque. Dans sa paroi dorsale débouchent 2 uretères ainsi que les deux canaux déférents chez le mâle ou l'oviducte chez la poule.

- **Proctodéum**

S'ouvre à l'extérieur par l'anus. C'est le segment caudal du cloaque. Chez quelques Espèces, il renferme ventralement un pénis. Chez tous les jeunes oiseaux, il est relié dorsalement à la bourse de Fabricius avec laquelle il peut communiquer par un canal (Alamargot, 1982; Villate, 2001).

I-1-9. Glandes annexes

Les glandes annexes regroupent des organes anatomiquement distincts du tube digestif mais dont les sécrétions sont déversées dans celui-ci. On distingue :

- **Pancréas**

Il est serré par les anses duodénales. Le suc pancréatique, à fort pouvoir tampon, se Déverse à l'aide de trois canaux. Le pancréas participe à 70% dans la digestion chimique.

- **Foie**

Il est de volume important, et bilobé. Il est soutenu par quatre ligaments: falciformes, coronaire, gastro hépatique et hépato duodéal. Les deux lobes Déversent leurs sécrétions par deux canaux indépendants (Berghoul, 2006).

I-2. Coccidiose aviaire

I-2-1. Définition

Coccidioses sont parmi les maladies parasitaires les plus fréquentes chez les volailles. Elle est due à un protozoaire communément appelé coccidie affecte les mammifères et plusieurs oiseaux dont le poulet de chair (Cyrilboi et Jean-Luc, 2007).

La coccidiose est une maladie résultante d'une infection parasitaire chez les animaux et se caractérise par une entérite (Tierney *et al.*, 2004; Remmal *et al.*, 2011). Elle est causée par la présence et la multiplication de diverses coccidies du genre *Eimeria* dont plusieurs types dans les cellules épithéliales de l'intestin.

Elle se manifeste par une entérite hémorragique d'évolution aiguë et mortelle, ou par une forme subclinique rencontrée surtout dans les élevages industriels élevés au sol. Elle provoque des mortalités le plus souvent des pertes économiques flagrantes, et favorise l'installation d'autres pathologies (Lancaster, 1983).

L'impact négatif de la coccidiose est très palpables tels que la diminution de l'assimilation des acides aminés qui conduit à la réduction de la consommation, amaigrissement et retard de croissance, alors la coccidiose affecte les paramètres essentiels de la production des volailles au niveau de l'industrie: diminution de gain de poids, augmentation de l'indice de conversion, déclassement à l'abattoir, mauvaise homogénéité (Naciri *et al.*, 2005).

La maladie peut apparaître sous trois formes:

- Forme aiguë avec diarrhée parfois du sang dans les excréments, abattement et mortalité importante surtout chez les jeunes oiseaux.
- Forme chronique où les symptômes sont plus discrets et la mortalité est faible. Il y a apparition de troubles intestinaux et abattement de certains oiseaux.
- Forme sub-chronique est la plus répandue et en même temps la plus difficile à diagnostiquer, car aucun symptôme n'apparaît et la prolifération des coccidies est limitée (Koyabizo, 2009).

1-2-1-1. Etiologie

Les coccidies sont des protozoaires parasites appartiennent au phylum Apicomplexa, les sept espèces qui parasitent les oiseaux domestiqués (*Gallus gallus*) sont: *Eimeria acervulina*, *Eimeria brunetti*, *Eimeria maxima*, *Eimeria mitis*, *Eimeria necatrix*, *Eimeria praecox* et *Eimeria tenella*, ils sont très répandus et provoquent la coccidiose aviaire (Price et Barta, 2010; Williams, 1999), deux autres espèces fréquemment cités dans la littérature, *Eimeria hagani* et *Eimeria mivati*, sont à l'étude (Conway et McKenzie,

2007). Les coccidies peuvent être identifiées en fonction de leur localisation intestinale spécifique, les lésions macroscopiques typiques évaluées lors de l'autopsie, les caractéristiques morphologiques des oocystes (ovoïde, subsphérique...), la biologie du parasite (comme la durée de sporulation, durée d'apparition) et les signes cliniques des animaux atteints (Carvalho *et al.*, 2011; Eckert *et al.*, 1995).

1-2-1-2. Classification des coccidies de poulet de chair

La classification des coccidies a fait l'objet de controverses et de changements considérables au cours des trois dernières décennies. C'est à la suite des progrès rapides de la compréhension de la structure fine des parasites protozoaires qui s'est produite au début des années 1960 que Levine (1970) a créé le phylum Apicomplexa (Long, 1993).

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

Règne	Protistes
Embranchement	Protozoaire
Sous- Embranchement	Apicomplexa
Classe	Sporozoasida
Sous – classe	Coccidiasina
Ordre	Eucoccidiasina
Famille	<i>Eimeriidae</i>
Genre	<i>Eimeria</i>
Espèces	<i>tenella, necatrix, maxima, brunetti, acervulina, mitis, praecox</i>

1-2-1- 3.*Eimeria* des poulets

Le plus grand genre du phylum des Apicomplexa est le genre *Eimeria*, qui contient plus de 1700 espèces différentes décrites à ce jour. Ces parasites sont ubiquitaires et infectent un large spectre d'hôtes : les chevaux, les chiens domestiques et les chats, les lapins, les bovins, les moutons, les porcs, les dindes et les poulets (Dakpogan *et al.*, 2012; Quiroz-Castañeda et Dantán González, 2015; López Osorio *et al.*, 2020). Les coccidies les plus communes responsables d'infections chez les poulets et les autres volailles appartiennent au genre *Eimeria*, qui ont une très grande spécificité d'hôte et réalisant un cycle direct (monoxène) (Chapman, 2014 ; Anofel *et al.*, 2017 ; López-Osorio *et al.*, 2020).

Chez le poulet de chair on connaît sept espèces à différents degrés de pathogénicité : *Eimeria acervulina*, *Eimeria brunetti*, *Eimeria maxima*, *Eimeria mitis*, *Eimeria necatrix*, *Eimeria praecox* et *Eimeria tenella* (Williams, 1999; Muthamilselvan *et al.*, 2016). L'existence de 2 autres espèces: *Eimeria hagani* et *Eimeria mivati*, souvent mentionnées dans la littérature, est en cours de réexaminations (Conway et McKenzie, 2007).

1-2-1-3-1. Oocytes du genre *Eimeria*

L'oocyste est la forme libre d'*Eimeria*, la forme non sporulée évolue en quelques jours vers la forme sporulée infectante.

-Oocyste non sporulé

Il est de forme ovoïde et d'une taille égale à 23x19 µm. Il est incomplètement rempli par une cellule globuleuse, le sporonte dont le noyau est peu visible (Fig.4). La paroi oocystale est imperméable et très résistante aux agents chimiques; elle se compose de 67% de peptides, de 14% de lipides et de 19% de glucides. Les protéines sont de nature soufrée (Stotish, 1978; Ming-Hsein et Hong-Kein, 2008).

La réduction de groupe thiol perturbe la superstructure des protéines entraînant l'ouverture du micropyle et donc modifie le caractère d'imperméabilité de l'oocyste sporulé (Jolley *et al.*, 1976).

Les composantes de cet oocyste s'organisent en deux enveloppes:

- Une enveloppe interne de 10 nm d'épaisseur, de nature lipoprotéique, résistante et imperméable aux substances hydrosolubles.
- Une enveloppe externe, lisse, de 90 nm d'épaisseur, de nature glycoprotéique, assez fragile. Elle est limitée par une structure linéaire, non documentée jusqu'ici, et qui semble jouer un rôle dans le processus infectieux (Mouafo *et al.*, 2000).

-Oocyste sporulé

Il contient quatre sporocystes (Fig.4) les sporocystes constituent une seconde enveloppe de protection. Ils contiennent chacun deux sporozoïtes (les éléments invasifs). Le sporocyste peut présenter un léger renflement au niveau de sa partie apicale, c'est le corps de Stieda. Un globule réfringent est parfois présent dans la partie apicale de l'oocyste.

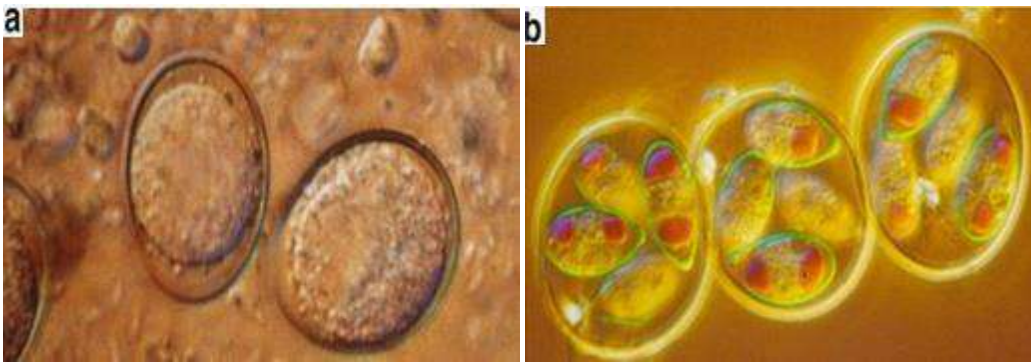


Figure 4:Oocystes d'*Eimeria*; (a) Oocyste non sporulé;(b) Oocyste sporulé (Mehlhorn, 2016) (Oocystes matures du genre *Eimeria* contiennent chacun 4 sporocystes)

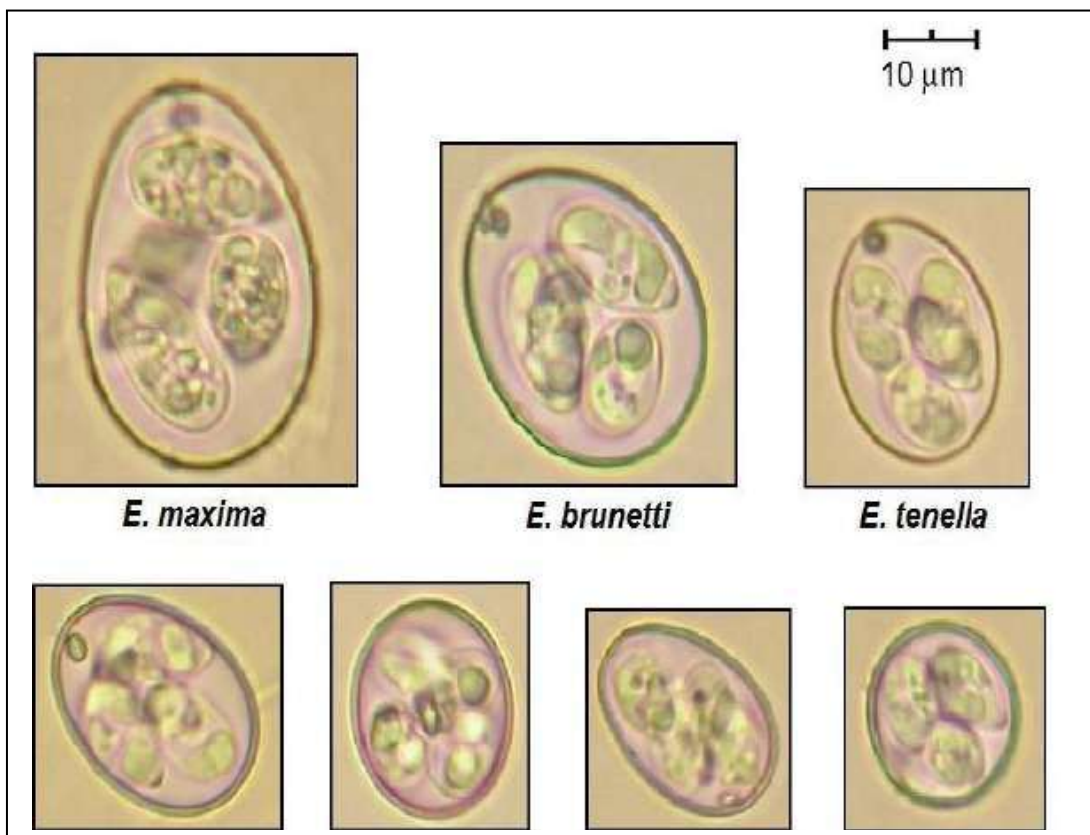


Figure 5:Oocystes des sept espèces d'*Eimeria* du poulet (Castañón *et al.*,2007 ; Dakpogan *et al.*,2012)

1-2-1-3-2. Sporozoïte du parasite *Eimeria*

L'unité infectieuse initiale de tous les *Eimeria spp.* Est le stade du sporozoïte, qui est une cellule motile en forme banane(Fig.6).

Le sporozoïte de chaque parasite Apicomplexa est caractérisé par un complexe unique de structure spécialisé dans l'invasion des cellules hôtes, le sporozoïte est le début et la fin du cycle de vie de tout coccidien, les sporozoïtes sont les formes infectieuses

trouvées dans les oocystes sporulés et sont le résultat de la segmentation du protoplasme (Sara Lopez-Osorio *et al.*, 2020).

Comme dans toute cellule, on trouve un noyau, des mitochondries, un appareil de Golgi, des ribosomes et des vésicules d'amylopectine. Le noyau est excentré, avec une formation granuleuse basale (le corps réfringent) et des granulations dispersées dans la partie apicale. Le nucléole n'est bien visible qu'après l'infection (Pacheco *et al.*, 1975). Le complexe apical est formé du conoïde, des micronèmes et des rhoptries (Fig.6). Le conoïde est une structure apicale jouant un rôle mécanique dans la pénétration du parasite dans la cellule hôte. Les micronèmes, localisés à l'extrémité apicale des stades invasifs ont une activité sécrétoire. Ils renferment des protéines intervenant dans la motilité du parasite, la pénétration et la vacuolisation. Les rhoptries élaborent des enzymes. L'anneau polaire, également apical, intervient dans la mobilisation du conoïde. Les microtubules sont des formations situées sous la membrane interne, fixées en leur partie apicale à cet anneau polaire et ayant une extrémité postérieure libre. De nature protéique, elles jouent un rôle dans la pénétration du parasite dans la cellule. Le micropore est une ouverture latérale correspondant à une invagination du plasmalème, lui-même constitué de deux membranes, une interne et une externe. Les corps réfringents contiennent du matériel lipidique jouant probablement un rôle dans l'incorporation de la vacuole parasitophore dans la cellule infestée Tomley *et al.*, 1999; Greif, 2000; Augustine, 2001; Chapman, 2014; Quiroz-Castañeda et Dantán-González, 2015).

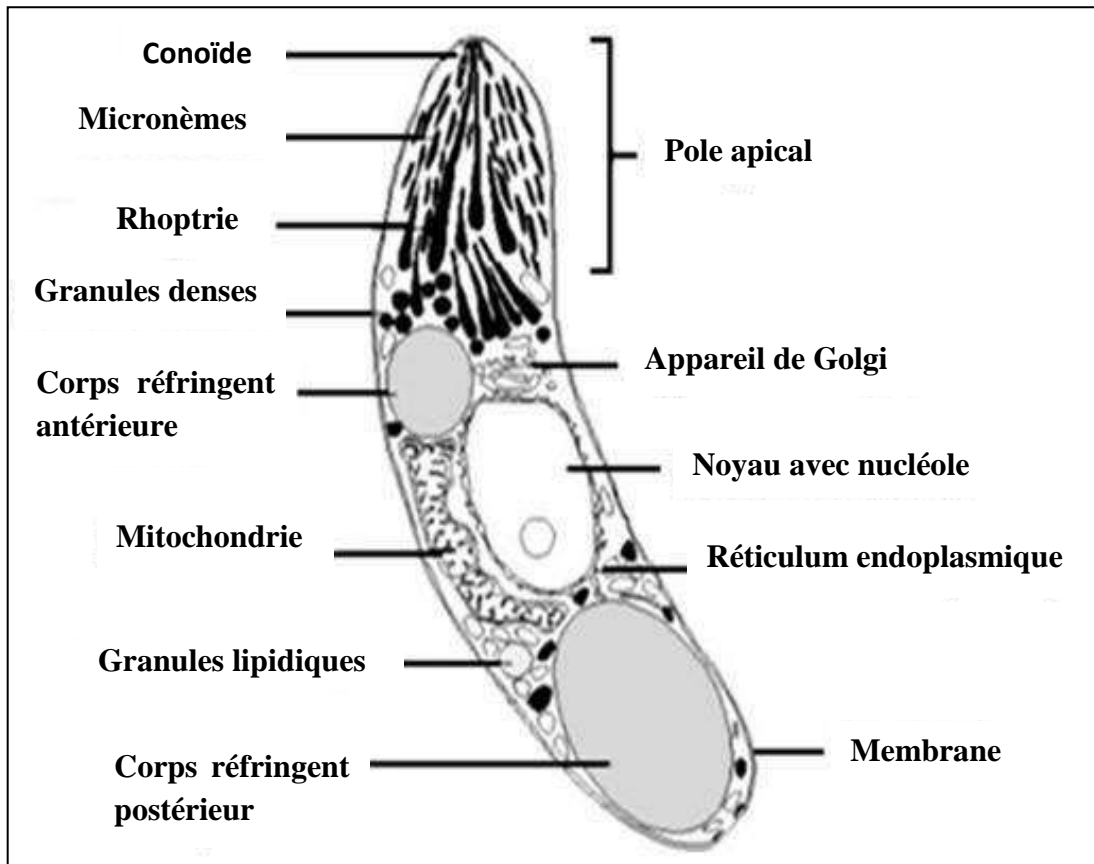


Figure 6:Schéma d'un sporozoïte *Eimeria* (Greif, 2000)

1-2-1-3-3. Trophozoïte

Vient du grec trophein, action de nourrir. Une fois dans la cellule, au sein de sa vacuole parasitophore, le sporozoïte se transforme en Trophozoïte. Il est proche du sporozoïte. Il est fusiforme et comporte des organelles typiques du sporozoïte extracellulaire, des rhoptries et des micronèmes, mais sans complexe apical. On observe des hétérochromatines diffuses et périphériques (Pacheco *et al.*, 1975).

1-2-1-3-4. Mérozoïtes

Il ressemble aux sporozoïtes mais ne contient pas de corps réfringents. Des inclusions linéaires sont présentes à proximité du noyau et dans le corps résiduel dans lequel on trouve des 67 ribosomes et des vacuoles rondes.

Des nucléoles sont bien visibles, et alors qu'elles avaient diminué dans les autres stades (Kawazoe *et al.*, 1992) on retrouve des hétérochromatines périphériques et diffuses. Des épitopes communs aux mérozoïtes et aux sporozoïtes ont été mis en évidence (Kawazoe *et al.*, 1992). Les épitopes des micronèmes des sporozoïtes sont conservés dans les mérozoïtes de seconde génération. Un polypeptide de 100 kDa est retrouvé à la fois dans les sporozoïtes et les mérozoïtes de première génération. Les épitopes des membranes

et des rhoptries, quant à eux, sont plus spécifiques des sporozoïtes. Les mérozoïtes de 3^{ème} génération sont plus courts et plus fins que ceux de 2^{ème} génération. Ils sont attachés au corps résiduel du schizontes (Madden *et al.*, 1978).

1-2-1-4. Identification des espèces *Eimeria*

Les méthodes parasitologies empiriques utilisent des caractéristiques d'ordre pathologiques permettent de faire une tentative d'identification des espèces *Eimeria* chez le poulet de chair et repose sur les critères suivant (Mac Dougaled, 2003):

- Site où la zone parasite de l'intestin.
- Aspect général des lésions macroscopiques.
- Morphologie et la taille des oocystes.
- Dimension des schizontes et de mérozoïtes.
- Période pré patente.
- Durée minimale de sporulation.

Cependant, ces méthodes sont coûteuses, prennent beaucoup de temps, nécessitent un personnel qualifié et ne sont pas toujours fiables dans les conditions d'infection mixtes. En outre, les méthodes biochimiques et moléculaires qui impliquent des tests de diagnostic basé sur l'amplification de l'ADN par PCR (polymérase chaîne réaction) sont de plus en plus précises permettant d'identifier les espèces de coccidies à partir du génome du parasite. Cette technique permet d'une part de détecter l'ADN correspondant à l'espèce et de détecter également sa présence dans un mélange, mais le coût élevé et son aspect uniquement qualitatif limite son utilisation (Morris et Gasser, 2006; Chapman, 2014).

1-2-2-Cycle évolutif

Les *Eimeria* sont des espèces monoxène, ont un cycle biologique biphasique avec une phase extérieure à l'hôte (phase de résistance et dissémination) et une phase intérieure à l'hôte (phase de multiplication et de reproduction) (Cervieu-Gabriel et Naciri, 2001).

Il se déroule habituellement en 4 à 7 jours comme le montre la (Fig.6)(Mc Dougaled,2003), mais sa durée peut être variable selon les espèces (Quiroz-Castañeda et Dantán-González, 2015). Ce cycle possède une capacité de reproduction massive pendant les phases intracellulaires. Ce sont les phases répliquatives 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 (Dakpoganet *al.*, 2012).

Développement endogène

Les coccidies diffèrent des bactéries et des virus dans le caractère auto limitatif de développement de la maladie qu'ils provoquent. Après l'absorption orale des oocystes. Ceux-ci sont écrasés dans le gésir. Les sporozoïtes éclosent dans le petit intestin à partir des sporocystes (2-6). Ils entrent dans la muqueuse intestinale et entament le cycle conduisant à la reproduction. Après la pénétration dans la muqueuse les schizontes de premières générations multinucléaires sont formés (3) dans la vacuole parasitophore (PV). Les schizontes produisent des mérozoïtes de première génération motiles (DM, M) qui peuvent initier une autre génération de schizontes dans d'autres cellules intestinales (2-5) ou deviennent des gamontes de différents sexes. Les microgamonte (7) ont un noyau qui se divise en nombreuses fois donnant des microgamonte multinucléaires (7,1) qui engendrent plusieurs microgamètes flagellés (7,2). Les gamontes femelles unicellulaires (8) plus nombreux, grossissent et ne se divisent pas chacun devenant un microgamète femelle (8,1) qui se caractérise par l'apparition de deux types d'éléments constitutifs de la membrane (WF1, WF2). Après la fertilisation, le nouveau zygote (9) forme l'enveloppe de l'oocystes à partir de la fusion consécutive des deux de précurseurs de membrane (FW). Les oocystes non sporulés (10) sont excrétés par les fèces (Dakpogan *et al.*, 2012).

Développement exogène

Le cycle débute par l'élimination des oocystes (11) dans le milieu extérieur avec les excréments dans des conditions environnementales favorables (chaleur, oxygène et humidité) (Waldenstedt *et al.*, 2001) les oocystes deviennent par conséquent infectants. L'oocyste va alors évoluer et donner 4cellules non différenciées appelées sporoblastes (12). L'évolution aboutit à un oocyste sporulé (13) contenant 4 sporocystes chacun contient 2 sporozoïtes. Ce développement exogène est encore appelé Sporogonie, a lieu dans la litière et dure 24 à 48 heures

En effet, le sporule diploïde subit en 1-2 jours à l'extérieur de l'hôte une Sporogonie avec la réduction chromatique produisant 4 sporoblastes haploïde qui s'enkystent, formant des sporocystes. Dans chaque sporocyste, une division donne 2 sporozoïte (Allen et Fetterer, 2002 ; Dakpogan *et al.*, 2012).

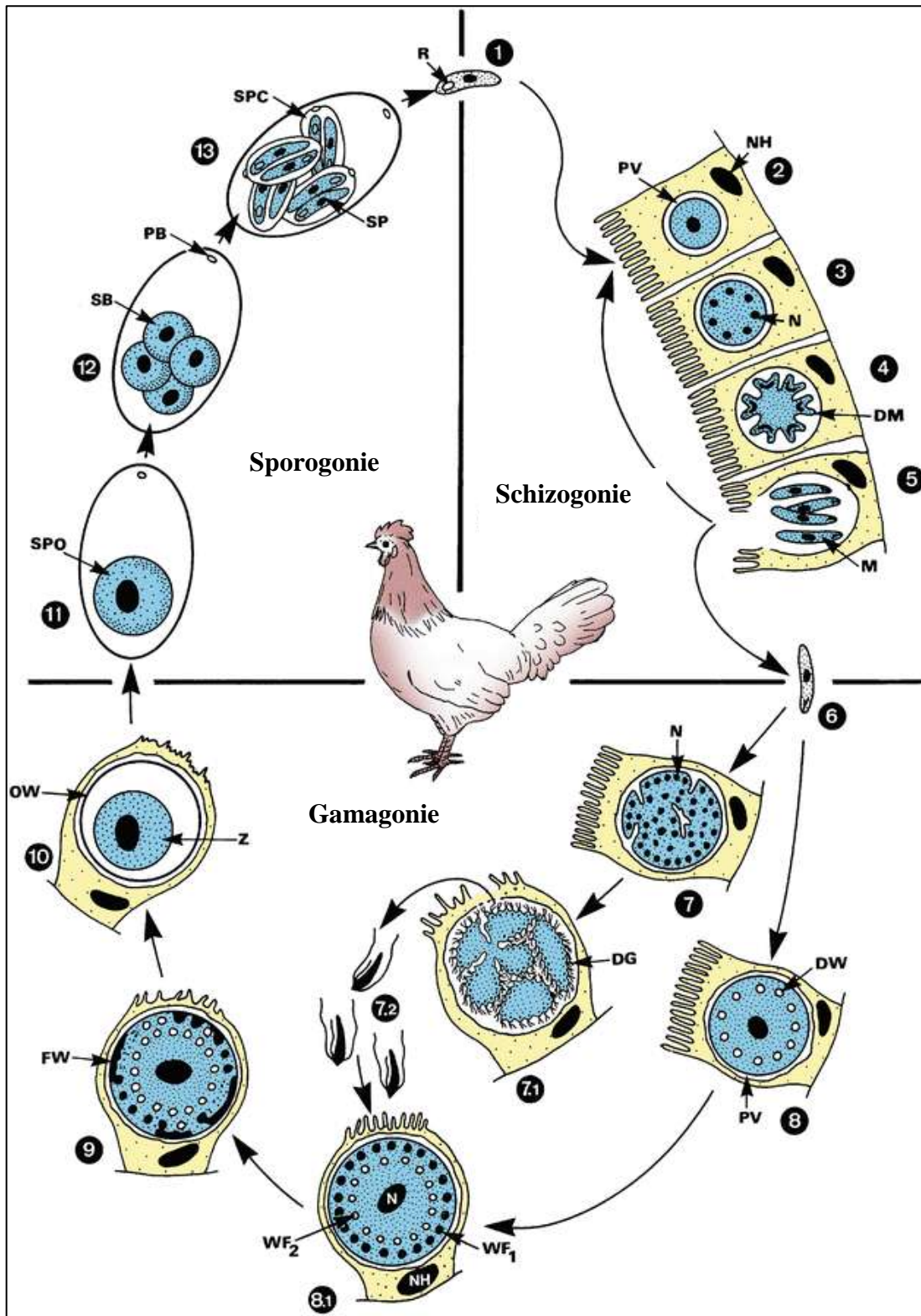


Figure 7: Cycle de développement des coccidies du genre *Eimeria* chez les poulets (McDougald, 2003)

DG= microgamète en développement, MG= mérozoïtes en développement, DW= précurseur de coque, FW =fusion de WF1 pour former la couche externe de OW, M= mérozoïtes, N=noyau, NH= noyau de hôte, OW= la coque de l'oocystes, PB= corps polaire granule, PV= vacuole parasitophore, R= corps refractile ou réserve, SB= sporoblastes, SP= sporozoïtes, SPS=Sporocyste, SPO= sporonte, WF₁= précurseur de la coque 1, WF₂= précurseurs de la coque 2, Z=zygote.

1-2-3. Epidémiologie

La transmission des oocystes entre les poulaillers d'une même ferme ou entre différentes fermes du milieu extérieur au poulet. La durée moyenne de présence du parasite chez le poulet est de 6 jours (McDougald et Fitz-Coy, 2008). Le cycle du parasite commence par l'ingestion d'une forme particulière du parasite: l'ookyste sporulé, puis les coccidies se multiplient et se développent dans la paroi de l'intestin (les cellules épithéliales). Cette multiplication entraîne l'apparition des lésions et symptômes caractéristiques des coccidioses.

Les œufs de coccidies ou oocystes sont libérés dans le tube digestif puis évacués dans le milieu extérieur avec les fientes. L'œuf rejeté avec les fientes ne sont pas terminés, pour se transformer en une forme pouvant infecter les poulets, il doit être « sporulé ».

Les conditions de cette sporulation ont une température élevée (28°C), une forte humidité et la présence d'oxygène. Quand ces œufs sporulés sont absorbés par des poulets réceptifs. Ces derniers peuvent présenter des symptômes cliniques après deux à quatre jours (Merck *et al.*, 1958).

1-2-3-1. Mode d'infection

L'infection survient toujours à l'ingestion d'oocystes sporulés vers les aliments ou l'eau de boisson. L'oocyste se dissout dans l'estomac et les spores sont libérés, puis ceux-ci se développent grâce à l'aide d'enzymes biliaires et pancréatiques. Le parasite entre ensuite dans les cellules de la muqueuse intestinale. Les doses nécessaires provoquent des troubles qui sont très variables avec les espèces (Conway et McKenzie, 2007).

1-2-3-2. Source de la contamination

La contamination par les coccidies est un phénomène presque inévitable en élevage. L'unique source du parasite dans un élevage est représentée par les animaux infectés qui rejettent les oocystes dans leurs fèces. Il y a également d'autres sources de contamination comme la litière, l'aliment (Messai, 2015).

1-2-3-3. Facteurs de réceptivités liées aux conditions d'élevage

Les conditions d'élevage jouent un rôle dans le maintien de l'équilibre entre l'hôte et son parasite.

- ✓ **Densité:** qui définit le nombre de sujets par unités des surfaces, est un paramètre important que l'aviculture doit contrôler durant les différentes phases d'élevage. Il faut signaler par ailleurs que la densité excessive favorise les contaminations et la multiplication Parasitaire.

- ✓ **Qualité de la litière:** elle détermine le nombre d'oocystes infectieux. La litière sèche n'a pas assez d'humidité pour créer beaucoup d'oocystes sporulés et dans de telles conditions la pression d'une infection restera relativement basse. Si la litière est très humide des symptômes de coccidiose apparaissent facilement.
- ✓ **Alimentation:** les problèmes d'alimentation en eau ou en aliment peuvent favoriser le Passage du parasitisme à la parasitose. Les aliments supplémentés en anticoccidiens Préviennent le développement des coccidies. En cas de sous consommation, il y a moins d'aliment, moins d'anticoccidien et donc, une moins bonne couverture (Fontaine, 1992).

1-2-4. Symptômes et lésion

Dans un élevage, le pouvoir pathogène des coccidies varie selon les espèces en cause, le nombre d'oocystes qui seront ingérées, des stades de développement (mérogonie ou gamogonie), de son état nutritionnel ou de son statut immunitaire et de la présence d'autres agents pathogènes (Shirley, 1995; Naciri *et al.* 2003; Guyonnet, 2015).

Les symptômes de la maladie sont probablement les plus difficiles à estimer avec précision, C'est en raison de la variabilité des effets cliniques des sept espèces concernées (Williams, 1999).

En fonction des espèces de coccidies, l'âge des sujets et le mode d'élevage. On peut distinguer deux types de coccidiose: les coccidioses cliniques et celles subclinique (Messai, 2015).

1-2-4-1. Coccidiose clinique

La forme clinique figurant par des signes clinique de la maladie.

- **Coccidiose cæcale hémorragique**

Elle est due, à *Eimeria tenella* (Fritzsche et Gerriets, 1965). Elle affecte les poules de moins de 15 semaines. *E. tenella* est une espèce très pathogène et surtout grave chez les poussins âgés de 2 à 4 semaines. Les oiseaux sont frileux, en boule, ébouriffés, tristes, et sans appétit, une soif vive et une anémie prononcée (crête pale). Ils se rassemblent dans les zones les plus chaudes du bâtiment et meurent, en 2 ou 3 jours, après une diarrhée hémorragique (Guyony et Michel, 2002; Villate, 2000; Ling *et al.* 2007 ; Mehlhorn, 2016).

- **Coccidiose intestinale suraiguë**

Due à *Eimeria necatrix*, elle touche les poules de 9 à 13 semaines. Les animaux sont prostrés et émettent des fientes diarrhéiques blanchâtres parfois mousseuses, avec des taches de sang devenant par la suite importantes. Il y a une baisse de la consommation

alimentaire, abattement, et mort après quelques jours (Villate, 2001); d'après cet auteur, il existe d'autres Formes intestinales:

- Coccidiose intestinale aiguë due à *Eimeria maxima*.
- Coccidiose intestinale et rectale due à *Eimeria brunetti*.
- Coccidiose duodénale due à *Eimeria acervulina*.

La forme atténuée est causée par d'autres espèces d'*Eimeria*, soit par faible inoculum, soit par faible pathogénicité de l'espèce en cause (Mc Dougaled *et al.*, 1997).

1-2-4-2coccidiose sub cliniques et chronique

Elles sont aussi appelées coccidioses zootechniques, car il n'y a pas de symptômes marqués. Elles sont caractérisées par une diminution des performances zootechniques s'exprimant par une augmentation de l'indice de consommation, un retard de croissance, une chute de ponte et une diminution du poids de l'œuf chez la poule. Dans cette forme, les troubles nerveux dominant et évoquent ceux de l'encéphalomalacie de nutrition (convulsions, et troubles d'équilibre) (Villate, 2001 ; Bouhelier, 2005).

Les diverses espèces de coccidies et lésion intestinal sont consignées dans le tableau ci-dessous:

Tableau 1: Principales caractéristiques des espèces *Eimeria* du poulet (Quiroz-Castañeda et Dantán-González, 2015)

	Espèces	site de développement	Lésions
Coccidiose cæcal	<i>E. tenella</i>	Cæcum	Épaississement de la paroi cæcale et le contenu sanguinolent à l'extrémité proximale, distension du cæcum, destruction des villosités causant d'importantes hémorragies et la mort.
Coccidiose intestinal	<i>E. necatrix</i>	Jéjunum, iléon et cæcum	L'intestin peut être ballonné, Muqueuse épaisse et la lumière remplie de liquide, sang et débris de tissu. Lésions chez les oiseaux morts sont observable comme des plaques noir et blanc (aspect sel et poivre).
	<i>E. maxima</i>	Jéjunum et iléon	Inflammation de la paroi intestinale avec mis en évidence d'hémorragiques. Détachement de l'épithélium.
	<i>E. brunetti</i>	Cæcum et rectum	Inflammation de la paroi intestinale avec hémorragies repérées. Détachement de l'épithélium.
	<i>E. acervulina</i>	Duodénum, iléon	Une entérite entraînant une perte de liquide. Malabsorption des nutriments.

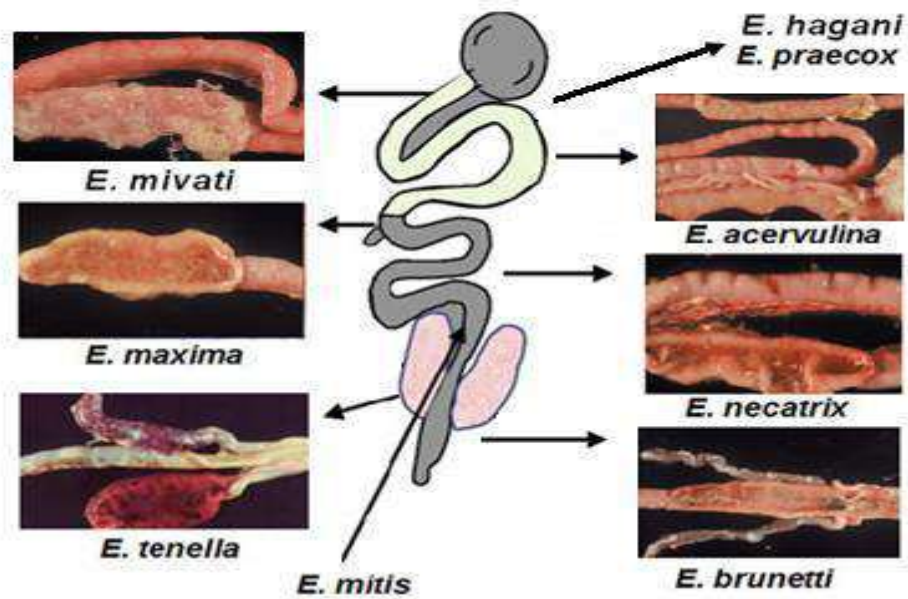


Figure 8: Tractus digestif du poulet illustrant les différentes lésions causées par les coccidies du poulet et leurs localisations (Conway et McKenzie, 2007)

1-2-5. Diagnostic de coccidiose

Le diagnostic de la coccidiose est réalisé par :

L'examen clinique des volailles sur le cas individuel, l'examen parasitologies microscopique post-mortem sur des matières fécales et des raclures intestinales pour détecter les oocystes ou d'autres formes intermédiaires (schizontes, gamétocystes...) (Adewole, 2012). Il est également possible de rechercher des modifications anatomiques pathologiques au niveau du tube digestif par un examen macroscopique et mentionner les scores lésionnels selon la technique de Johnson et Reid (1970).

1-2-5-1. Diagnostic clinique

Les coccidioses sont dominées essentiellement par un syndrome entéritique, se manifestant par :

- L'émission de diarrhée hémorragique surtout dans le cas d'une coccidiose caecale aiguë.
- L'émission de diarrhée blanchâtre, mucoïde, avec parfois des taches de sang, dans la coccidiose intestinale chroniques.
- Amaigrissement, perte de poids, retard de croissance et chute de ponte, en cas de coccidioses intestinales sub cliniques (Yvoré, 1992).

1-2-5-2. Diagnostic expérimental

D'une manière générale, le diagnostic expérimental (ante Mortem) et nécropsique (post mortem).

➤ Diagnostic expérimental ante mortem

Réalisé par un examen coprologique:

C'est un examen qui consiste à mettre en évidence les oocystes dans les matières fécales. Mais il est difficile en cas de coccidioses durant les formes aiguës car l'évolution de celles-ci ne s'accompagne pas toujours d'émission d'oocystes. Dans les formes chroniques, la présence d'oocystes est un signe d'infection mais n'apporte pas une grande précision quant à la gravité des conséquences (Jordan *et al.*, 2001).

➤ Diagnostic expérimental post mortem

L'examen de raclage des lésions à muqueuse intestinale permet de mettre en évidence les divers stades évolutifs pathogènes (mérontes, gamétocytes) sur des animaux sacrifiés. Cet examen consiste à établir facilement le diagnostic, juger précocement de l'importance des lésions et prendre rapidement, des mesures thérapeutiques adéquates. (Larry *et al.*, 1997).

1-2-5-3. Diagnostic lésionnel

Permet d'appréhender l'importance de la maladie, basée sur l'appréciation des lésions macroscopique qui suivent la méthode mise au point par Johnson et Ried (1970).

Le score lésionnel est une technique de diagnostic développée par Johnson et Ried (1970) 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. Cette technique demeure à l'heure actuelle la méthode de référence pour les conséquences zootechniques de la coccidiose dans un élevage et l'évaluation de la chimiorésistance (Messai, 2015).

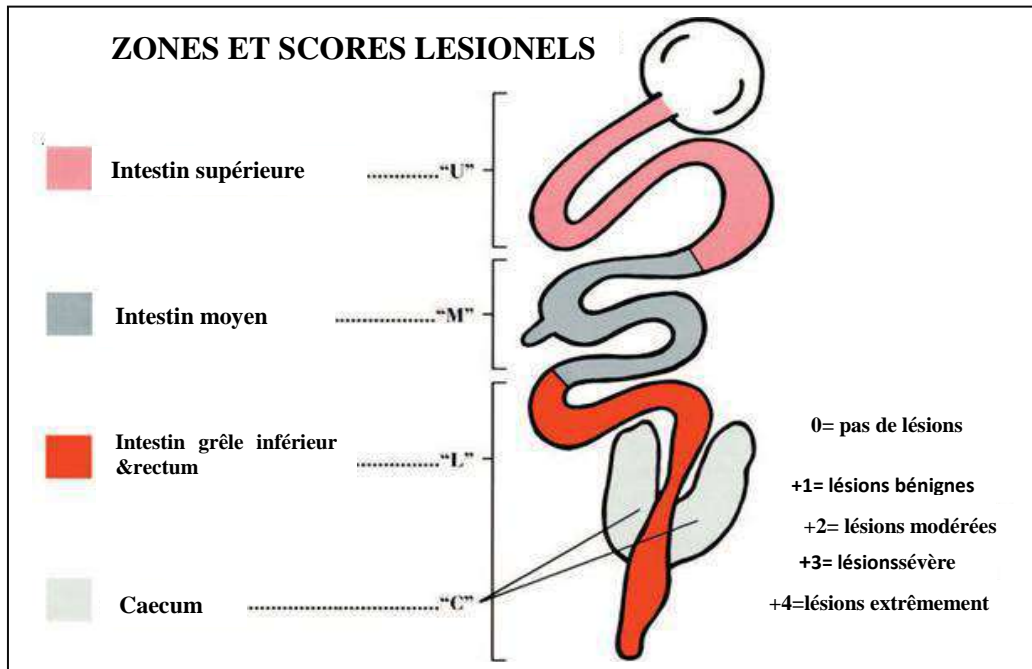





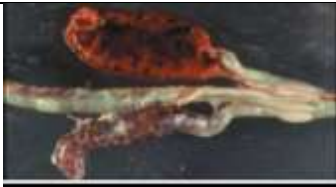
Figure 9: Zones d'infestation et scores lésionnels (Conway et McKenzie, 2007)

-Scores lésionnels pour l'espèce *Eimeria tenella*

E. tenella est une espèce ubiquitaire (Xu *et al.*, 2008). Cette espèce envahit habituellement les deux Cæcaux et dans le cas grave peut toucher également l'intestin, de part et d'autre de la jonction des Caecums, voire le rectum.

Selon Johnson et Reid (1970), les notes attribuées aux lésions dues à *E. Tenella* sont présentées dans le tableau 2 ci-dessous:

Tableau 2: Scores lésionnels dus à *E. tenella* (Johnson et Reid, 1970 ; Conway et McKenzie, 2007)

Scores	Lésions	Figures
0	Pas de lésion macroscopique	
+1	Très peu de pétéchies dispersées sur la paroi Cæcale ; aucun épaissement des parois Cæcales ; présence d'un contenu cæcale normal.	
+2	Les lésions plus nombreuses avec présence Plus marquée du sang dans le contenu cæcal ; La paroi cæcale est un peu épaisse ; Contenu Cæcale normal présent	
+3	Grande quantité de sang ou présence de Noyaucæcale ; la paroi cæcale fortement épaissie ; Peu, absence du contenu fécales dans le cæcal.	
+4	La paroi cæcale est fortement distendue avec du sang ou de grands noyaux caséux ; Débris fécales absents ou inclus dans les noyaux. Les Oiseaux morts ont marqué comme +4.	

1-2-6. Moyens et méthodes de lutte anticoccidiens

1-2-6-1. Prévention de coccidiose

La coccidiose aviaire est une maladie parasitaire intestinale très fréquente causée par un protozoaire appartenant au genre *Eimeria*. Cette maladie est très répandue chez les jeunes oiseaux de la 2^{ème} semaine d'âge. En particulier, dans l'élevage sur sol, la coccidiose est une maladie résultant la rupture d'un équilibre entre le parasite (coccidiose) la réceptivité de l'hôte (poulet) et l'environnement (condition de l'élevage) (Bouzarari, 2016).

La lutte contre la coccidiose repose sur l'établissement d'une stratégie efficace de prévention coccidiose. Cette stratégie nécessite la maîtrise de l'aviculture de plusieurs composantes notamment celles qui sont relatives à l'hygiène; les bâtiments et les équipements doivent être lavés et désinfecter au moins une fois par jours au démarrage

deux fois par semaine par suite, la litière doit être saine, sèche et propre, constitué d'un matériel volumineux.

Quant aux conditions d'ambiance; les élevés doivent prévenir le stress dû à chaleur et d'humidité, parmi celles-ci la ventilation qui est le facteur le plus important pour réussir l'aviculture dont l'objectif est de renouveler l'air de bâtiment d'élevage afin d'assurer une bonne oxygénation des sujets et d'évacuer l'air viciée charge de gaz nocifs produit par les animaux, la litière les appareils de chauffage tels que CO₂, NH₃ (Conway et McKenzie, 2007; Dakpogan *et al.*, 2012).

1-2-6-2. Médicaments anticoccidiens

Les anticoccidiens sont encore aujourd'hui la principale méthode de lutte contre les coccidioses en élevage de poulet de chair, qui permettent d'une part de contrôler efficacement la coccidiose, et de prolonger leur durée de vie d'autre part (Messai A, 2015).

La méthode consiste à administrer aux animaux, pendant toute la durée de l'élevage (à l'exception de la période avant l'abattage). Et d'autre de rotation alimentaire (plusieurs médicaments et d'une manière cyclique) (Chapman *et al*, 2005, Dakpogan *et al.* 2012). Il y a deux catégories de produits anticoccidiens qui sont utilisés pour contrôler la coccidiose chez les volailles, des molécules ionophores et des agents synthétiques (également connus sous le nom des produits chimiques) Chaque anticoccidien a un mode d'action sur la phase endogène du cycle de vie du parasite (Chartier et Paraud, 2012 ; De Gussem, 2007; Quiroz-Castañeda et Dantán-González, 2015).

-Les ionophores sont interférés avec le passage des ions à travers les membranes cellulaires 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 produit 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).

De plus, des anticoccidiens de principes actifs totalement différentes peuvent agir sur la même étape de développement du parasite selon Jeffes (1997); L'Amprolium rivalise avec l'absorption de la thiamine par le parasite tandis que les quinolones et le Dipôles arrêtent Les parasites par l'inhibition du métabolisme d'énergie dans le cytoplasme. D'autres principes actifs comme les ionophores tuent les sporozoïtes ou les nouveaux trophozoïtes, les Nicrabizine Robénidines et zooleds détruisent les schizontes de première et deuxième génération et les sulfonamides ils agissent sur les schizontes en développement et les phases de divisions sexuées (Chapman, 1999).

En outre, il ‘Ya des anticoccidiens n’a pas la même action sur les stades du développement de différentes espèces, par exemple le Diclarzurile 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).

Tableau 3 : présente les principaux anticoccidiens utilisés chez la volaille (Chapman, 2007; McDougald et Steve, 2008; Vancraeynes *et al.*, 2011; Dakpogan *et al.*, 2012)

Espèce cible	Famille	principe actif	Nom commerciale	Période de retraitement	
Poulet de chair	Ionophores	Glycoside monovalent	Semduramycine	Aviax®	0 jours avant l'abattage
			Maduramycine	Cygro®	5 jours avant l'abattage
		Monovalent	Salinomycine	Biocox® Salinomax® Sacox	0 jours avant l'abattage
			Monensin	Coban® Elancoban®	0 jours avant l'abattage
			Narasin	Monteban®	0 jours avant l'abattage
	Bivalent	Lasalocide	Avatec®	3 jours avant l'abattage	
	Synthétique		Robénidines	Robenz® Cycostat®	5 jours avant l'abattage
			Decoquinate	Deccox®	0 jours avant l'abattage
			Dinitolmide	Zoamix ®	
			Amprolium	Amprol®	0 jours avant l'abattage
			Clopidol	Coyden®	0-5 jours avant l'abattage
			Diclazuril	Clinacox®	0 jours avant l'abattage
			Halofuginone	Stenorol®	5 jours avant l'abattage
			Nicarbazine	Nicarb®	4jours avant l'abattage

1-2-6-2-1. Effet secondaire des anticoccidiens

La plupart des anticoccidiens ont une toxicité sélective active sur les parasites et non toxique pour les vertèbres en général. Malheureusement, certains médicaments peuvent provoquer des effets secondaires nocifs pour les oiseaux à savoir ; Le surdosage des anticoccidiens toxicité, des interactions de principes actifs médicamenteux et de certains facteurs tels que le mode de gestion, le profil génétique des oiseaux et leur état nutritionnel peuvent constituer des sources majeures de toxicités (Mc Dougald, 2003).

Il s'agit du Nicrabizine déjà reconnu toxique aux poulets pondeurs avec décoloration de la coquille marron des œufs et le jeunes d'œuf ce qui réduit considérablement le taux d'éclosion. Par ailleurs ionophores à dose élevés provoquant la dépression du gain de poids vif corporel. Concernant les losalocides toxiques stimulent une consommation d'eaux excessives qui entraîne humidité de la litière (Dekpogan *et al.*, 2012).

1-2-6-2-2. Résistance aux anticoccidiens

L'utilisation prolongée de ces médicaments conduit inévitablement à l'apparition de souches d'*Eimeria* résistantes aux médicaments (Tierney *et al.*, 2004; Jeurissen *et al.*, 1996). Différents programmes existent afin de limiter le développement de résistances médicamenteuses. En effet:

➤ Les programmes continus

Consiste à l'utilisation continu d'un même anticoccidien, bande après bande de tout l'année voire pendant plusieurs années jusqu'à l'abattage (McDougald et Fitz-Coy, 2008).

➤ Les programme d'anticoccidien « rotation » ou « Switch program »

Consistent au changer l'anticoccidien dans l'aliment après plusieurs bandes d'élevage. Possédant des anticoccidiens appartenant à plusieurs groupes chimiques agissant par des voies et sur des stades parasitaires différents sans qu'il existe de résistance croisée entre eux, en cas d'échec de l'un d'eux en remplacer par un autre. Certains ont préconisé de ne pas attendre l'apparition d'une souche moins sensible ou insensible et de changer régulièrement l'anticoccidiens (McDougald et Fitz-Coy, 2008).

➤ Alternances rapides « Les programmes Shuttle program »

Font intervenir 2 anticoccidiens différents au cours d'une même bande (un anticoccidien dans l'aliment de croissance, et un autre en finition, en alternant les anticoccidiens ionophores et les anticoccidiens de synthèse (McDougald et Fitz-Coy, 2008).

➤ Anticoccidiogramme ou ASAT (Anticoccidial Sensitivity Test)

Un Anticoccidiogramme ou ASAT pour Anticoccidial test, c'est un test effectué chez les poulets élevés en cage pour évaluer la sensibilité d'un isolat de coccidiose du terrain à différentes anticoccidiens afin de tester leur efficacité sur souche connue pour minimiser l'effet de ce fléau de résistance. (Mc Dougald *et al.*, 1987, Peek Landman, 2006).

Des tests sensibilité ou de l'anticoccidiogramme permettent de déterminer les changements de sensibilité des coccidioses aux anticoccidiennes et de proposer l'utilisation d'un ou de plusieurs anticoccidiens trouvés plus efficace ou ceux utilisés sur le terrain.

Elle constitue une méthode de lutte efficace et c'est la plus économique à ce jour, contre la coccidiose (Naciri *et al.*, 2003).

1-2-7. Vaccination

La lutte contre la coccidiose aviaire par la vaccination représente un succès majeur à conséquence de l'inefficacité croissante des médicaments anticoccidiens et les futures restrictions potentielles de leur utilisation et les résistances aux médicaments. Ont encouragé l'utilisation de vaccins vivants commerciaux (Naciri, 2001 ; Shirley, 2005; Abbas *et al.*, 2012).

Il existe différents types de vaccins:

- **Vaccin vivant atténués**

Ces dernières années ont vu apparaître l'utilisation de souche précoce. Résultat de passages successifs, chez l'animal des premiers oocystes récupérés lors d'une infection, ces souches précoces sont caractérisées par la perte des dernières générations de la phase asexuée et donc par un cycle infectieux plus court (McDougald et Jeffers, 1976; Kawazoe *et al.*, 2005). Les souches précoces ont un déficit de production d'oocystes et une virulence atténuée mais leur pouvoir immunoprotecteur reste très efficace (Naciri, 2001; Chapman *et al.* 2002; Shirley *et al.*, 2005; Naciri et Brossier, 2009).

- **Vaccin vivant virulent**

Ces formulations vaccinales comportent un faible nombre d'oocystes sporulés de plusieurs, voire de toutes les espèces d'*Eimeria* et ceci, afin de pallier l'absence de protection croisée entre espèces. Toutefois, malgré un fort pouvoir protecteur, la potentialité à provoquer des coccidioses a souligné la nécessité de créer de nouvelles générations de vaccins efficaces et dénués de risque (Naciri, 2001; Chapman *et al.*, 2002; McDougald et Fitz-Coy, 2008; Naciri et Brossier, 2009).

Tableau 4 : Récapitulatif des vaccins anticoccidiens utilisés chez le poulet de chair
(Shirley *et al.*, 2005)

Vaccins	Parasites, Espèces, Voie	Pays d'origine
Coccivac® B	-Type sauvage, 4 espèces, orale	-États-Unis
Immucox®	-Type Sauvage, 4 espèces, orale	-Canada
ADVENT®	-Type Sauvage, 3 espèces, orale	-États-Unis
Nobilis® COX-ATM	-Type Sauvage, résistants aux ionophore, 3 espèces, orale	-Pays-Bas
Livacox® T	-Atténué, 3 espèces, orale.	-Rép. Tchèque
Paracox® 5	-Atténué, 4 espèces, orale.	-Royaume-Unis
Eimervax® 4m	-Atténué, 4 espèces, orale.	-Australie
Eimerivac® Plus	-Atténué, 4 espèces, orale.	-Chine
Immuner® Gel-Coc	-Type Sauvage et atténué, 3 espèces, orale.	-Argentine
Inovocox	-Type Sauvage, 3 espèces, <i>inovo.</i>	-États-Unis

La vaccination consiste en l'administration par voie orale d'un mélange de souches précoces aviaires. Malgré ces avancées majeures dans la stratégie vaccinale, les coûts de production de chaque souche précoce restent élevés, avec une durée de vie des vaccins limitée dans le temps.

Dans le futur, il sera utile de développer des vaccins plus faciles à produire, si possible sans besoin d'avoir recours aux poulets et moins coûteux, comme des vaccins acellulaires comportant plusieurs antigènes protecteurs spécifiques des différentes espèces d'*Eimeria* spp. Ou des vaccins à ADN (Naciri et Brossier, 2009;Shirelyet *al.*,2005).

CHAPITRE 2

ACTIVITES ANTICOCCIDIENNE DES PLANTES MEDECINALES

II-1. Plantes médicinales

Les plantes médicinales sont des drogues végétales qui jouent un rôle déterminant dans la conservation de la santé et la survie de l'humain, Elles sont utilisées depuis l'antiquité, pour soulager et guérir des maladies. En fait, leurs propriétés thérapeutiques sont dues à la présence de centaines voire des milliers de composés naturels bioactifs appelés les métabolites secondaires (Farnsworth *et al.*, 1986).

Les plantes médicinales ont une place importante dans la recherche pharmacologique et l'élaboration des médicaments, leurs constituants sont utilisés non seulement directement comme agents thérapeutiques mais aussi comme matière première pour la synthèse des médicaments ou modèle pour les composés pharmacologique (Decaux, 2002).

II-2 Métabolisme des végétaux supérieurs

La plante est le siège d'une activité métabolique aboutissant à la synthèse des métabolites primaire et secondaire (Hartmann, 2007).

✚ Métabolismes primaires

Sont des molécules présentes dans tout l'organisme d'une plante pour y assurer sa survie. Ces composés sont classés en quatre principaux groupes, les glucides, les protéines, les lipides et les acides nucléiques (Bouharmont, 2007).

✚ Métabolismes secondaires

Ont une répartition limitée, dans les plantes elle-même comme parmi les différentes espèces de végétaux. Ils ont d'abord été considérés comme des produits de rebut, mais on sait maintenant que les métabolites secondaires sont importants pour la survie et la propagation des plantes qui les produisent. Plusieurs fonctionnements comme signaux chimiques permettent à la plante de répondre aux contraintes biotiques pour défendre leur producteur contre les herbivores, les pathogènes ou les compétiteurs. Certains abiotiques assurent une protection contre les radiations solaires et d'autres encore facilitent la dispersion du pollen et des graines.

Les métabolites secondaires sont produits à différents endroits de la cellule et emmagasinés surtout dans les vacuoles. Ils sont souvent synthétisés dans une partie de la plante et stockés dans une autre (Bouharmont, 2007).

Elles sont des molécules organiques complexes synthétisées par les plantes autotrophes à partir des métabolites primaires, sont des molécules qui ont un intérêt thérapeutiques curatifs ou préventif pour l'homme ou l'animal (Iserin, 2001).

II-2-1. Classification des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des produits à structure souvent complexe, on recense plusieurs milliers de métabolites (au moins 30000 structures caractérisées) et on peut en identifier au moins trois grandes classes: les composés phénoliques comme les flavonoïdes, les tanins et les acides phénoliques (qui dérivent de la voie des phénylpropanoïde, issues de l'acide shikimique et de l'acide malonique), les terpénoïdes, c'est la plus grande catégorie de métabolites secondaire avec plus de 22000 molécules. Elle contient les hormones végétales, les stéroïdes et une grande partie d'huiles essentielles (qui dérivent de l'isopentényl pyrophosphate, issu du méthylérythritol-4-phosphate ou de l'acide mévalonique) et les alcaloïdes (qui dérivent des acides aminés) (Aharoni *et al.*, 2011).

II-2-1-1. Composés phénoliques

Le terme « *polyphénol* » est fréquemment utilisé dans le langage courant et même dans des articles scientifiques ou de vulgarisation pour désigner l'ensemble des composés phénoliques des végétaux. En fait, il devrait être réservé aux seules molécules présentant plusieurs fonctions phénols. Donc la désignation générale « composés phénoliques » concerne à la fois les mono, les di et les polyphénols dont les molécules contiennent respectivement, une, deux ou plusieurs fonctions phénoliques (Fleurit *et al.*, 2005).

Les composés phénoliques ou polyphénol regroupe un vaste ensemble de plus 8000 structures connues. L'élément structural fondamentale qui caractérise les polyphénols est la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupement hydroxyles libres, ou engagé dans un autre groupe fonctionnel tel que, éther, ester, hétéroside. Ils font aussi partie intégrante de l'alimentation humaine et animale (Bahorun, 1997).

Ils sont présents dans toutes les parties des plantes supérieures (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques tels que la croissance cellulaire, la rhizogenèse, la germination des graines ou la maturation des fruits (Hannebelle *et al.*, 2004).

Ils sont hautement instables et rapidement transformés en divers produits de réaction lorsque les cellules végétales sont endommagées et qui sont conjugués avec un ou plusieurs résidu(s) glucidique(s), ou être liés à d'autres composés chimiques tels que des acides carboxyliques, des amines, des lipides ou avec d'autres phénols (Martin et Andriantsitohaina, 2002).

Dans la cellule végétale, les composés phénoliques sont essentiellement localisés sous forme soluble dans les vacuoles. Ils peuvent également s'accumuler dans les parois végétales: C'est le cas de lignine (hétéropolymère d'alcool coniférylique, p-coumarliques et sinapylique) (Benhamou, 2009).

Leur extraction des matières végétales fait intervenir divers solvants mélangés à différentes proportions d'eau, à partir d'éthanol, de méthanol, d'acétate d'éthyle, d'acétone et de leurs combinaisons. Le choix approprié du type de solvant affecte également le taux et la quantité de polyphénol supplémentaires. Donc la méthode la plus fréquemment utilisée pour la préparation d'extraits de matières végétales est l'extraction au solvant, en raison de l'efficacité, de la facilité d'utilisation et de la grande applicabilité de la technique (Elnour *et al.*, 2018).

Ces composés phénoliques sont solubles dans l'eau, bien que les oligomères plus grosses à un poids moléculaire plus élevé soient donc généralement moins solubles. Un autre caractère c'est la solubilité des composés phénoliques dépend de leur nature chimique dans la plante, qui varie de composés simples à fortement polymérisés (Mahmoudi *et al.*, 2012).

Ce sont des dérivés non azotés dont le ou les cycles aromatiques sont issus de deux grandes voies métaboliques : la voie du shikimate et celle de l'acétate (Bruneton, 2009). La diversité structurale des composées phénoliques est due à cette double origine synthétique, et elle augmente souvent avec participation simultanée du shikimate et l'acétate conduisant à l'élaboration de composées mixtes (flavonoïdes, stilbène, xanthones, etc.) (Bruneton, 1999).

II-2-1-1-1. Structure et classification des composés phénoliques

Les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes qui se différencient d'abord par la complexité du squelette de base allant d'un simple C6 à des formes très polymérisées, ensuite par le degré de modification du squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, de Méthylation, etc.) et par les liaisons possibles de ces molécules de base avec d'autre molécules (glucides, lipides, protéines ou autre métabolites secondaires) (Macheix *et al.*, 2006).

Donc les polyphénols sont classés, selon le nombre d'atomes de carbone dans le squelette de leur structure de base. Les principales classes des composés phénoliques sont : les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tanins (Balasundram *et al.*, 2006; Edeas, 2007).

II-2-1-1-1. Acide phénolique

Les acides phénoliques sont rares dans la nature. Ce sont des dérivés du noyau benzénique (Fig. 10) issus de la décarboxylation de l'acide shikimique (Ghira *et al.*, 2008).

Ils sont représentés par deux sous-classes les dérivés de l'acide hydroxybenzoïque et ceux de l'acide hydroxy cinnamique.

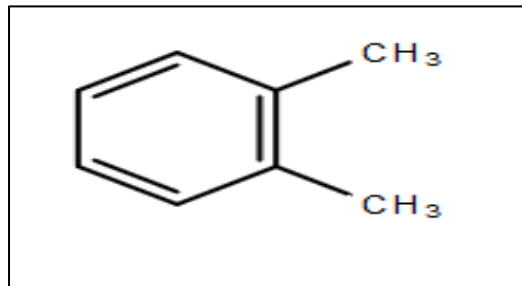


Figure 10: Structure du noyau benzénique (Gorham, 1997).

-Acides hydroxybenzoïque

Ils ont une formule de C₆-C₁, dérivé de l'acide benzoïque, sont très communs, aussi bien sous forme libre que combinés à l'état d'esters ou d'hétérosides (Macheix *et al.*, 2006; Bruneton, 2008).

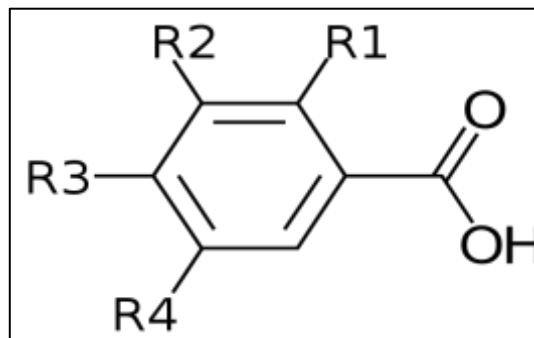


Figure 11 : Structures chimiques de l'acide hydroxybenzoïque (Bruneton, 2009).

-Acides hydroxycinnamique

Ils représentent une classe très importante dont la structure de base (C₆-C₃) (Fig.12), dérive de celle de l'acide cinnamique (Macheix *et al.*, 2005).

Ces composés ont une distribution très large. Rarement libres, ils sont souvent estérifiés et peuvent également être acidifiés ou combinés avec des sucres (O-acylglucosides, Oarylglucosides) ou des polyols tels que l'acide quinique.

Les acides hydroxycinnamique existent aussi fréquemment sous forme d'esters multiples ou des formes proches à caractère apolaire elles peuvent être transformées en monolignols par réduction chimique (Macheix *et al.*, 2005).

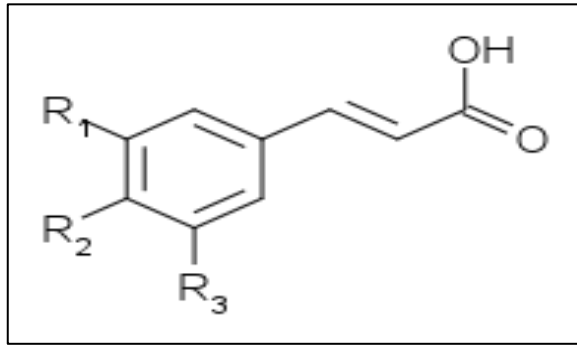


Figure 12 : Structures chimiques des acides hydroxycinnamique (Fleurit *et al.*, 2005).

II-2-1-1-1-2. Flavonoïdes

Le nom flavonoïde est dérivé de mot « Flavus » en latin, qui est jaune. Les flavonoïdes sont des métabolites secondaires végétaux, où le terme flavonoïdes désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille du polyphénol. Ils sont considérés comme des pigments quasi universels des végétaux qui peuvent participer dans les processus photosynthèse comme transporteurs d'électrons (Ghestem *et al.*, 2001).

Les flavonoïdes sont presque toujours hydrosolubles, ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Tel est le cas des flavonoïdes jaune (Chalcones, flavonols), des anthocyanosides rouges, bleus ou violets, ils sont présents dans toutes les parties des végétales supérieurs : racines, tiges, feuilles, pollen, grains, bois etc. (Williams et Grayer, 2004).

Effectivement, plus de 9000 flavonoïdes ont été répertoriés et il en reste des milliers d'autres à découvrir puisque le squelette des flavonoïdes peut être substitué par différentes groupements comme des groupements hydroxy, méthoxy, méthyl, benzyle et isoprényle (Beecher, 2003).

Dans la majorité des cas, les flavonoïdes sont présents sous forme glycosylée dans les plantes car la glycosylation rendent les composés généralement plus hydrophiles, alors que d'autres substitutions, telles que la Méthylation, les rendent plus lipophiles (Marín *et al.*, 2018).

En ce qui concerne la localisation. Les flavonoïdes sous forme hétérosides au niveau cellulaires sont dissous dans le suc vacuolaire ou localisé dans les chloroplastes et les membranes des végétaux. En effet, les flavonoïdes se répartissent volontiers dans les organes aériens jeunes où sont localisés dans les tissus superficiels (Halliwell et Whiteman, 2004).

Leur fonction principale semble être la coloration des plantes (au-delà de la chlorophylle, des caroténoïdes et des bétalaines), même si leur présence est parfois masquée par leur

présence sous forme "leuco", ce qui explique leur intérêt commercial dans l'industrie alimentaire (Gàbor *et al.*, 1988).

Les flavonoïdes sont des dérivés du noyau flavane à 15 atomes de carbone dans l'arrangement de trois cycles (C6-C3-C6) avec A, B et C comme marqueurs figure. Le noyau B est le pont carboné constituant une unité phénylpropanoïde synthétisée à partir de la phénylalanine provenant de la voie de l'acide shikimique, alors que le noyau A vient de la condensation de 3 motifs acétate via la voie de l'acide malonique. Un hétérocycle (C) contenant un atome d'oxygène (De Rijke *et al.*, 2006). Six sous-groupes divisent le flavonoïde en fonction de l'état d'oxydation du cycle C central (Elnour *et al.*, 2018).

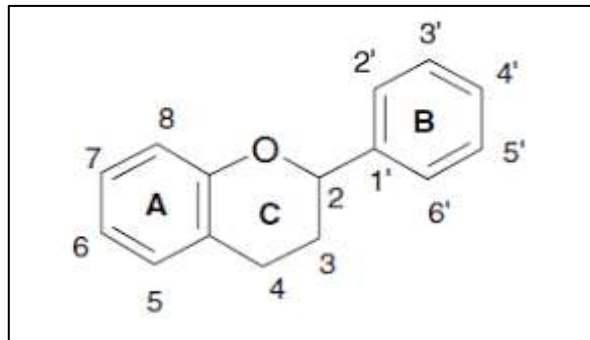


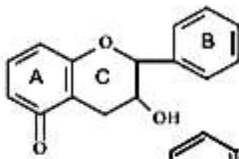
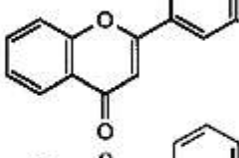
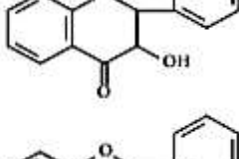
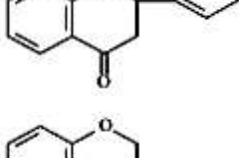
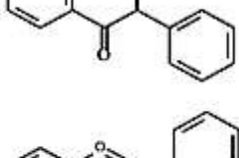
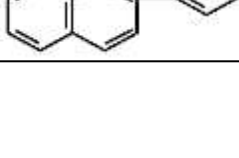
Figure 13 : Structure de base des flavonoïdes (Macheix *et al.*, 2005)

II-2-1-1-2-1. Structure et classification des flavonoïdes

Tous les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune et de ce fait possèdent le même élément structural de base. Ils peuvent être regroupés en différentes classes selon le degré d'oxydation du noyau pyranique central (Mabberley, 1987) :

- Le noyau B relié à hétérocycle C dans les positions 2,3 – dans la position 2 : Le flavonoïde est appelé Flavane.
- Dans la position 3: le flavonoïde est désigné par le terme isoflavane si la position 4 de la flavane porte un groupement carbonyle la flavane est appelé flavanone.
- Si la liaison C2-C3 dans le squelette de la flavanone est insaturée le composé est nommé flavone.
- Si le squelette est substitué en position 3 par un groupement hydroxyle il est désigné par le nom de flavonols. Tableau ci- dessous représente différentes classes de flavonoïdes:

Tableau 5: Structures des différentes classes de flavonoïdes (Heim *et al.*, 2000)

Classe	Structure générale	Flavonoïde
Flavanol		(+)-catéchine (+)-épicatéchine épigallocatechine gallate
Flavone		chrysine apigénine rutine lutéoline lutéoline glucosides
Flavanol		kaempferol quercétine
Flavanone		myricétine tamarixétine naringine taxifoline hesperidine
Isoflavone		génistine génistéine
Anthocyanidine		apigénidine cyanidine

II-2-1-1-1-3. Tanins

Le terme tanin dérive de la capacité de tannage de la peau animale en la transformant en cuir par le dit composé. Les tanins sont des substances d'origine végétale non azotées à structure poly phénoliques. Les tanins sont largement répandus dans le règne végétal où on les retrouve aussi bien chez les angiospermes que chez les gymnospermes. Dans les angiospermes, les tanins sont plus abondants dans les dicotylédones que dans les monocotylédones (Alkured *et al.*, 2008).

Les tanins se répartissent au sein de nombreuses familles botaniques de Dicotylédones, parmi lesquelles ; les Leguminosae (*Acacia sp.*, *Sesbania sp.*); les Anacardiaceae (*Scinopsis balansae*); les Combretaceae (*Terminalia chebula*); les Rhizophoraceae (*Rhizophoramangle*); les Myristicaceae (*Myristica fragrans*) les Polinaceae (*Rumex hymenosepalus*) (Dakpogan *et al.*, 2012).

Ils sont localisés dans les feuilles, l'écorce et les fruits de nombreuse plantes ils se localisent également dans des cavités spéciales et parfois dans des vacuoles (Bate *et al.*, 1962). Ces composés, solubles dans l'eau, leur poids moléculaires est compris entre 500 et

3000 (PM), ils ont la capacité de faire précipiter les alcaloïdes, la gélatine et les autres protéines albumines, hémoglobine (McSweeney, 2001).

II-2-1-1-1-3-1 Structure et classification des tanins

Les tanins sont des macromolécules qui se divisent en deux groupes selon structure chimique.

▪ Tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables (tanins pyrogallique), sont des hétéros polymères qui contiennent un noyau central formé d'un polyol. Sa substance influence sous l'action enzymatique et de l'eau chaude. Ces enzymes donnent à l'hydrolyse un ose (le glucose) et un acide phénolique, l'acide gallique ou l'acide ellagique. Ce dernier acide est une molécule polycyclique qui se compose de deux cycles benzéniques portant chacun deux fonctions hydroxyles qui sont reliés entre eux par des fonctions quinoniques portant des cétones (Hraborne, 1982).

Les tanins galliques sont des polymères hétérogènes constitués d'un noyau central – le glucose – et de chaîne latérale (en position 1, 2,3, 4 ou 6 du glucose) comprenant 1 à n monomères d'acide galliques (Hraborne, 2000). Les tanins ellagique sont des molécules complexes et rigides constitués par des liaisons carbones –carbones entre les noyaux benzéniques de l'acide ellagique et une molécule de glucoses (Macheix, 1996).

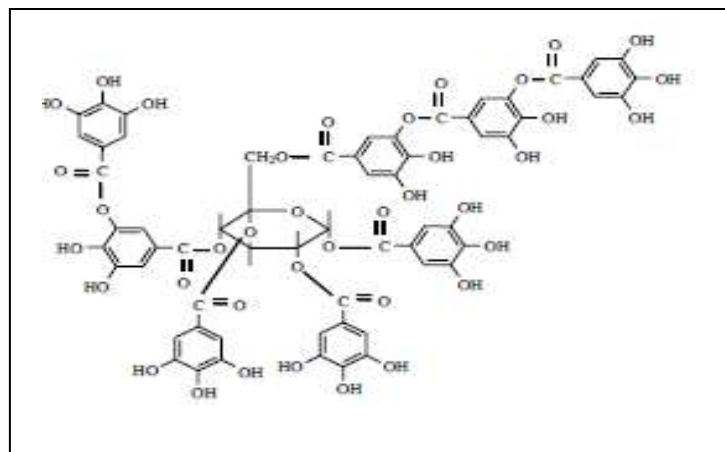


Figure 14: Structure d'un tanin hydrolysable (Naczka et Shahidi, 2004)

▪ Tanins condensés

Ils sont des poly-phénols de masse moléculaire élevée (Wolfgang et Ankanal., 2000). Formés par la condensation d'unités flavonoïdes reliées par des liaisons fortes carbone le plus souvent 4-8 non hydrolysables. Ils sont également appelés

proanthocyanidine de couleur rouge par rupture de la liaison interflavane en milieu acide et en condition d'oxydation(Fig.15) (Richer, 1993).

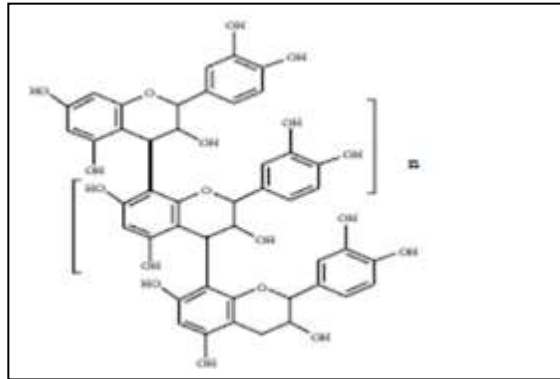


Figure 15: Structure d'un tanin condensé (Naczk et Shahidi, 2004)

II- 3-3. Activités biologiques des composés phénoliques

Les activités biologiques des composés phénoliques sont principalement reconnus pour leur importante activité antioxydant, anticancéreuse (Karakaya, 2004;Elnour *et al.*,2018); activités antibactérienne (Amiour *et al.*,2014),vasculoprotectrices, anti hépatotoxiques, antiallergiques, anti-inflammatoires, antiulcéreuses et anti tumorales, antivirale(Ghedira,2005,Choi *et al.*, 2009, Khahri *et al.*, 2013).Ces activités sont en général attribuer à leur capacité à piéger les radicaux libres, chélate les ions métalliques ou inhiber les enzymes de la formation des radicaux ainsi que de la modulation de la transduction du signale.

II- 3-3-1 Activités anticoccidienne des composés phénoliques

Plusieurs études ont déjà montré l'activité anticoccidienne de certains extraits de plante qui a été principalement attribué aux composés phénoliques. Cette activité a été démontrée *in vivo* et *in vitro*.

Une étude a été réalisée par Christaki *et al.* (2004), pour évaluer l'effet de l'incorporation dans l'aliment d'une préparation commerciale (Apacox®), contenant un mélange d'extraits de plantes (*Agrimoniaeupatoria*, *Echinaceaangustifolia*, *Ribesnigrum* et *Cinchonasuccirubra*), sur le développement d'une coccidiose expérimentale due à *Eimeria tenella* (6×10^4 oocystes/sujet). Le nombre d'oocystes excrétés dans les groupes traités à l'Apacox® a été plus faible que dans le groupe témoin infecté non traité. Les auteurs ont conclu que l'Apacox® a un effet coccidiostatiques contre *E. tenella*. Ces auteurs ont attribué l'activité anticoccidienne aux composants phénoliques.

Une autre étude réalisée par Nweze et Obiwulu (2009), qui a évalué l'effet anticoccidien d'*Ageratum conyzoides*, ont pu montrer que l'administration des extraits de

cette plante (500 à 1000mg/kg de poids vif) chez les poulets infectés avec *E. tenella*, réduit l'excrétion d'oocystes et améliore le gain de poids. Les auteurs ont attribué les effets de la plante à sa teneur en flavonoïdes.

Dans leur étude Zaman *et al.* (2012), ont réalisé une étude pour l'évaluation des effets anticoccidien de différentes concentrations d'un complexe à base de 4 plantes (*feuilles d'Azadirachta indica et Nicotiana tabacum, fleurs de Calotropisprocera et graines de Trachyspermum ammi*) chez le poulet de chair en comparaison avec l'anticoccidien Amprolium (ionophore). Le complexe de plantes a démontré un effet anticoccidien intéressant contre *Eimeria tenella* (75×10^3 oocystes/sujet), à travers l'amélioration du gain de poids, l'indice de consommation et une réduction de l'excrétion d'oocystes. Les auteurs ont attribué les effets de la plante à sa teneur en tanins.

Dans une étude menée par Ola-Fadunsin et Ademola, (2014) ont montré que le groupe traité avec 6.0 g/kg de poids corporel d'extraits de feuilles de *Morinda lucida* a produit le pourcentage le plus élevé de réduction d'oocystes d'*Eimeria* au 7^{ème} jour de l'étude.

Selon Messaï (2015), qui a testée *Artemisia herba-alba* Asso pour ses effets anticoccidiens chez le poulet de chair. L'incorporation de la plante dans l'alimentation (5%) a permis de prévenir la mortalité, de réduire l'excrétion d'oocystes, d'atténuer la sévérité des lésions induites par *Eimeria tenella* dans cette expérience il est difficile de parler de la nature exacte du principe actif responsable de la réduction de l'excrétion d'oocystes.

Bakli(2020), a étudié l'activité anticoccidienne des extraits des feuilles de *P. lentiscus*, des graines de *T. foenum-graecum* et des bulbes d'*A. Sativum*. L'incorporation des plantes testées dans l'alimentation (graines de *T. foenum-graecum* à 5 g.kg⁻¹ de P.V.) et dans l'eau de boisson (feuilles de *P. lentiscus* à 3 g.kg⁻¹ de P.V. et bulbes d'*A. sativum* à 7 g.kg⁻¹ de P.V.) et l'administration de leurs extraits méthanolique à 2 g.kg⁻¹ ont montré une activité anticoccidienne intéressante chez le poulet de chair, à travers la prévention de la mortalité et la diminution de l'excrétion d'oocystes induite par *E. tenella*.

Activité anticoccidienne des plantes médicinales



Echinacea angustifolia



Echinacea angustifolia



Ribesnigrum



Cinchona succirubra



Artemisia herba-alba asso



Ageratum conyzoides



Feuilles d'*Azadirachta indica*



Nicotiana tabacum



Fleurs de *Calotropisprocera*



Graines du *Trachyspermum ammi*



Graines de
Trigonellafoenum-graecum



Feuilles et fruits de *P. lentiscus*



Allium Sativum



Morinda lucida

Figure 16 : Quelques plantes riches en composés phénoliques (Iserin, 2001; Bezza *et al.*, 2010;Bammou *et al.*, 2015; Oueslati et Ghedira, 2015; Gambogouet *et al.*, 2019)

II-2-1-2. Huiles essentielles

Les huiles essentielles, appelées aussi essences, ne sont pas toujours présentes chez tous les végétaux. Néanmoins, elles existent en grande partie dans le règne végétale et se rencontrent uniquement chez les plantes supérieures: il ya environ 500 000 plantes sur terre réparties en 60 familles botanique; 10 000 d'entre elles possèdent des propriétés médicinales (El Abed et Kambouche, 2003).

Nous citerons entre autres: les Astéracées (armoise, camomille, pissenlit); les Myrtaceae (eucalyptus, girofle ...); Les Rutaceae ou Hespérides (citrons, orange ...); les Apiaceae (anis, angéliques, carotte, carvi, cerfeuil, persil, coriandre ...); les lamiaceae (thym, lavande, menthe, patchouli, romarin, basilic ...) et les conifères (cèdre, cyprès, pin, épicéa, sapin) (El Abde et Karbouche, 2003).

Elles sont localisées dans toutes les parties vivantes des plantes, aussi bien fleurs (bergamotier, tubéreuse), feuilles (citronnelle, eucalyptus ...) et bien que cela soit moins habituel, dans les écorces (cannelier), des bois (bois de rose ...), des racines (vétiver), des richzomes (gingembre), des grains (muscade), les zestes (citron, orange, bergamote). (Bruneton, 1999).

La synthèse et l'accumulation des HE sont généralement associées à la présence de Structures histologiquement spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante. Selon la famille des plantes à titre d'exemple (Bruneton, 2016):

- les cellules à huiles essentielles: chez les *Lauracées* et les *Zingiberacées*.
- les poils sécréteurs: chez les *Lamiacées*.
- les poches sécrétrices: chez les *Myrtacées* et les *Rutacées*.
- les canaux sécréteurs: chez les *Apiacées* et les *Astéracées*.

Les HEs ou essences végétales sont des propriétés organoleptiques communes comme le fait d'être liquides à température ambiante, substances odorantes et très volatiles, c'est-à-dire qu'elles s'évaporent rapidement dans l'air et incolore ou jaune pâle sauf pour les huiles essentielles de cannelle, girofle, camomille matricaire, vétiver et bouleau où la couleur est relativement foncée (Phatak *et al.*, 2002). Elles ne sont pas solubles dans l'eau mais en revanche soluble dans les solvants organique et présentes en petites quantités par rapport à les masses végétales (valent, 2001).

L'extraction des huiles essentielles est certainement la phase la plus délicate. Elle a pour but de capter les produits les plus subtils et les plus fragiles élaborées par le végétal. Et obtenues par entrainement à la vapeur d'eau ou par hydro distillation ou extraction par expression à froid ou L'enfleurage ou par les solvants organiques. De nouvelles techniques

permettant d'augmenter le rendement de production, ont été développées comme l'extraction par le CO₂ liquide à basse température et sous haute pression ou l'extraction assistée par ultrasons ou micro-ondes (Boukhatem *et al.*, 2019).

II-2-1-2-1. Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles et les essences sont donc des métabolites secondaires appartenant principalement à la classe des terpènes et des composés présentant un noyau aromatique (phénylpropanoïde) (Bruneton, 1999).

La composition d'une huile essentielle (HE) est souvent très complexe. La plupart du temps, une HE comporte un ou deux composants majoritaires qui vont jouer un rôle central dans ses propriétés thérapeutiques. D'une façon générale, les constituants appartiennent principalement à deux types chimiques.

D'un côté, on retrouve les composés terpéniques (hydrocarbures): monoterpènes (C₁₀), sesquiterpènes (C₁₅), diterpènes (C₂₀), triterpènes (C₃₀). Ce sont les molécules les plus fréquemment rencontrés dans les HE.

D'un autre côté, l'autre groupe correspond aux composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Bouharmont, 2007).

Les HEs sont classés usuellement selon la nature chimique de leurs principes actifs majoritaires, plus rarement selon leur mode d'extraction, ou leurs effets biologiques (pharmaceutique/cosmétologique ou phytosanitaire).

▪ Composés terpéniques

Les terpènes constituent une famille de composés largement répandus dans le règne végétal. Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette hydrocarbure d'une unité isoprénique à 5 atomes de carbone (C₅H₈) dérivés du 2-méthylbutadiène (Bakkali *et al.*, 2008).

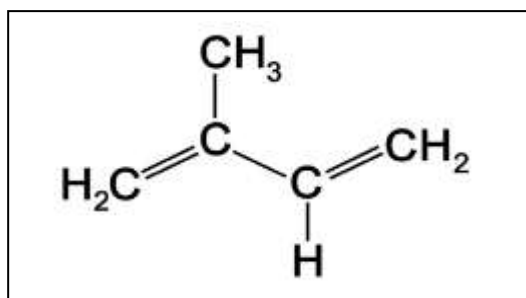


Figure 17: Structure générale de terpène (Bekhechi et Abdelouahid, 2010)

Cet isoprène est à la base du concept de la règle isoprénique. Cette règle considère le diphosphate d'isopentényl (IPP), désigné sous le nom d'isoprène actif comme le véritable précurseur de la molécule terpénique.

Selon le nombre d'unité isoprène qui est incorporés dans leur structures, les terpènes sont subdivisés en classer (Fig.18): en héli – (C5), mono-(C10), sequi-(C15), di (C20), tri (C 30), tétra (C40) terpène et polyterpènes. Seuls les terpènes les plus volatils (mono et sesquiterpènes) sont rencontrés dans la composition chimique des HE (Bouharmont, 2007).

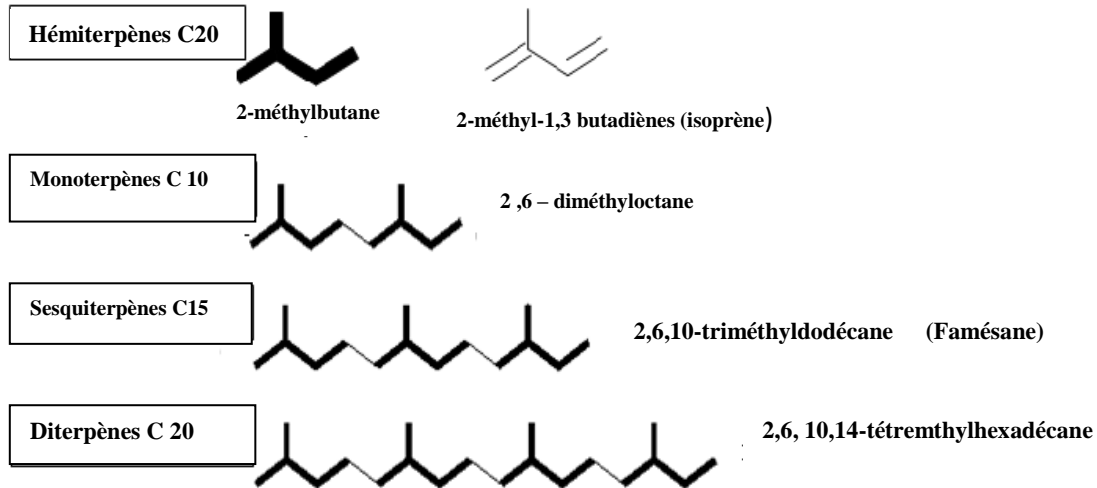


Figure 18 : Parents hydrocarbonés des terpènes des huiles essentielles (Breitmaier, 2006)

▪ Monoterpènes

Les hydrocarbures monoterpéniques ont un suffixe en « -ène ». Ce sont constitués de deux unités d'isoprènes, leur formule chimique brute est $C_{10}H_{16}$. Ces composées peuvent être acycliques (Myrcène, ocimènes), monocycliques (α et γ -terpinène, β -cimène) ou bicycliques (pinènes, sabinène, camphène) (Bekhechi *et al.*, 2012).

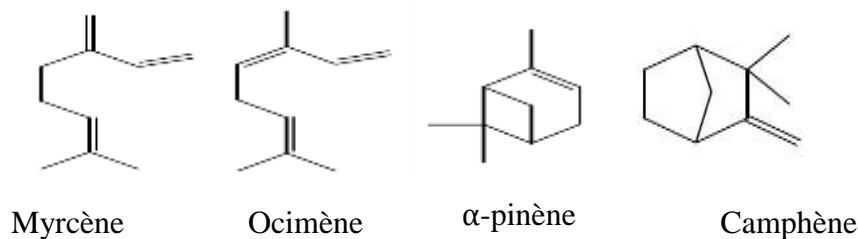


Figure 19 : Structure de quelques monoterpènes (Lamartin *et al.*, 1994)

Les terpènes peuvent présenter diverses fonctions chimiques qui justifient l'existence de nombreuses molécules : alcools (géraniol, α -terpinéol, boronéol, trans-trans-franésol), Phénols (thymol, menthol), aldéhydes (citronellal), cétones (carvone, β -vétivone) ester (Acétate de linalyle) éther (1,8- cinéole) (Bekhechi et Abdelouahid, 2010).

Activité anticoccidienne des plantes médicinales

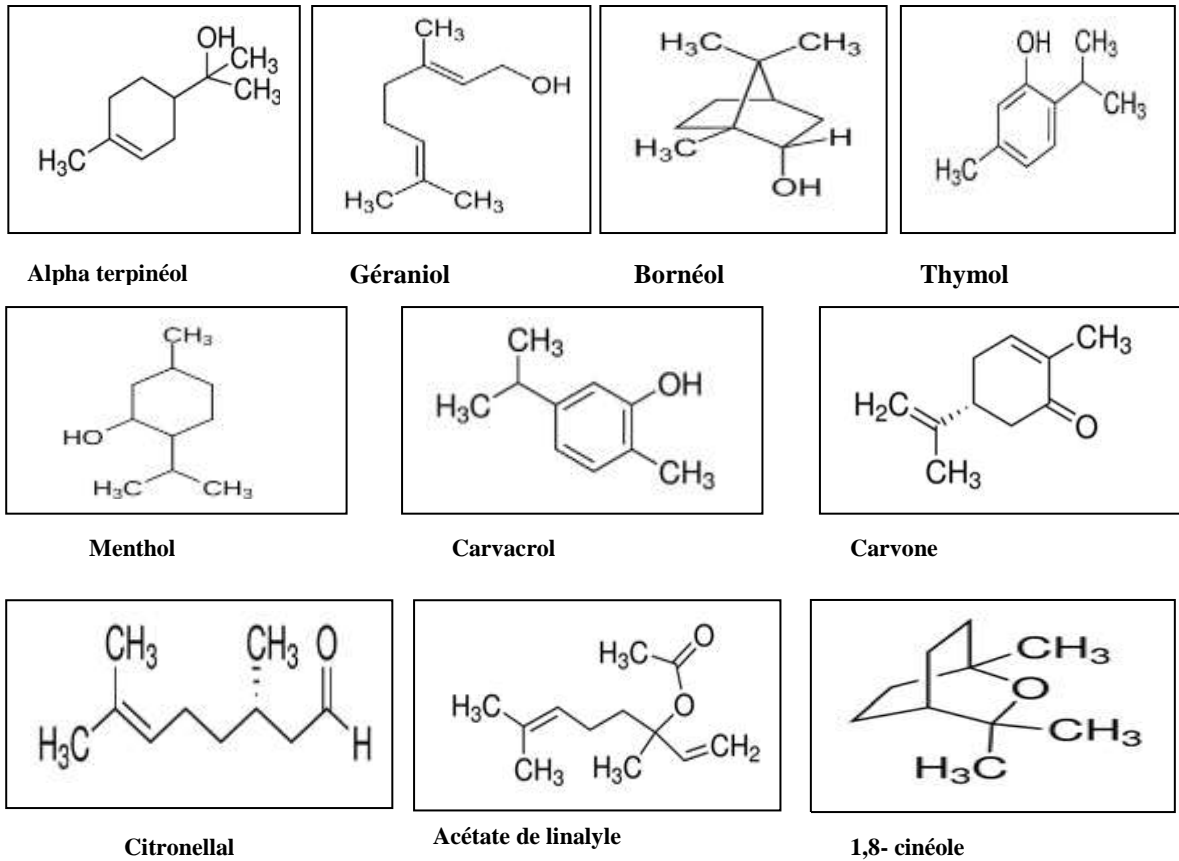


Figure 20: Structure chimiques de certaines composées d'huile essentielle (Bekhechi et Abdelouahid, 2010)

▪ Sesquiterpène

Les sesquiterpènes sont une classe de terpènes formés de trois unités isopréniques et donc ils contiennent 15 carbones, leur formule brute est $C_{15}H_{24}$ (Fig.21). Ils peuvent être également, comme les monoterpènes, acyclique (farnésol), monocyclique (humulène, alpha-zingibérène) ou polycyclique (matricine, artéannuine, bêta-artémisinine). Ils renferment aussi des fonctions comme alcools, cétones, aldéhydes, esters (Couic-Marinier et Lobstein, 2013).

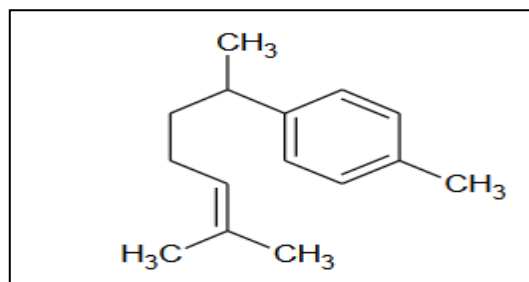


Figure 21: Structure générale d'un sesquiterpène (Bekhechi et Abdelouahid, 2010)

Ils ont les mêmes caractéristiques (propriétés odorantes) que les monoterpènes. Ils sont présents en plus faibles proportions que les monoterpènes dans les HE. Ils présentent une très grande variété de squelettes. Des exemples sont illustrés dans la (Fig.22)

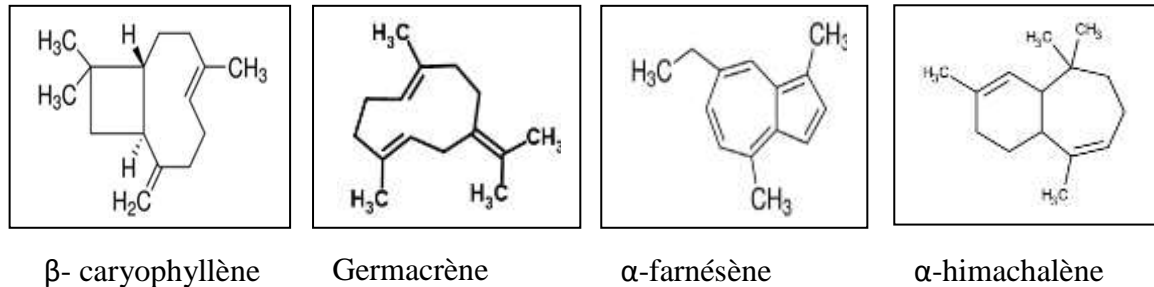


Figure 22: Structure de quelque sesquiterpène (Bekhechi et Abdelouahid, 2010)

▪ Composés aromatiques

Les huiles essentielles renferment aussi des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (C₆-C₃), mais qui sont beaucoup moins fréquentes que les précédents. Ce sont très souvent des allyles- et des propénylphénols, parfois des aldéhydes. On peut également rencontrer dans les huiles essentielles des composés en (C₆-C₁) comme la vanilline ou comme l'antranilate de méthyle (Bekhechi et Abdelouahid, 2010).

II-4. Activité biologique des huiles essentielles

Les huiles essentielles font actuellement l'objet de nombreuses études pour leurs propriétés biologiques à savoir; antimicrobienne (Alitonou *et al.*, 2004; Sharopov *et al.*, 2015), antifongique (Hanana *et al.*, 2014), antioxydant (Edris, 2007), anti-inflammatoire (Sliva *et al.*, 2003) et leur application dans de multiples et diverses industrie cosmétique et alimentaire: parfums, crèmes, savons, conservateurs et additifs de saveur pour les aliments (Da Cruz *et al.*, 2013).

II-4-1. Activité anticoccidiennes des huiles essentielles

L'activité antiparasitaire de certaines huiles essentielles est bien documentée (Janssen *et al.*, 1987; Bakkali *et al.*, 2008; Mohsenzadeh *et al.*, 2011) et beaucoup de produits phyto-gènes sont considérés comme contribuant à la protection de l'épithélium intestinal contre les dommages causés par la coccidiose (*Eimeria sp.*) (Denli *et al.*, 2004).

Des plantes aromatiques et en particulier le thym et l'origan, montrent une activité contre *E. tenella* lorsque l'huile essentielle est incorporée dans le régime alimentaire des poulets (Giannenas *et al.*, 2003).

Activité anticoccidienne des plantes médicinales

En 2001, l'équipe d'E vans *et al.* A étudié un mélange d'huile essentielle de clou de girofle, de thym, de menthe poivrée et de citron et elle a montré une réduction de l'excrétion d'oocystes (œuf encapsulé des protozoaires sporozoaires) chez les poussins nourris avec l'ajout de ce mélange à leur diète.

En 2011, l'étude menée par Remmal et ses collaborateurs ont étudié des huiles essentielles extraites de l'absinthe (*Artemisia absinthium*), le thym (*Thymus vulgaris*), le clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) et l'arbre à thé (*Melaleuca alternifolia*) se sont montrées actives sur une suspension parasitaire contenant 45% *Eimeria tenella*, 32% *E. maxima*, 10% *E. acervulina*, 6% *E. necatrix* et 7% *E. mitis*, à des concentrations allant de 0,3 à 20mg/ML.

Une autre étude menée dans leur laboratoire sur l'action de ces quatre HE chez des poulets infectés expérimentalement a donné des résultats préliminaires qui confirment leur action anticoccidienne, sans apparition de résistance, sans récurrence après l'interruption du traitement, et sans aucun problème de goût ou de toxicité pour les poulets.

Avec un mélange d'HE contenant principalement du Carvacrol, Leillehoj *et al.*, (2011) ont observé une réduction de la perte de poids de l'animal consécutive à une infection par *E. acervulina*, ainsi qu'une réduction de la quantité d'oocystes excrétés.

Également, une étude menée par Rahmani *et al.* (2015) sur l'effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur l'infection coccidienne des poulets de chair. L'activité anticoccidienne a été évaluée en mesurant les signes cliniques, le taux de mortalité, l'excrétion oocystale, le score lésionnel, le gain de poids corporel et la conversion alimentaire.

Les résultats de la supplémentation en huiles essentielles démontrent une amélioration significative du gain de poids et de l'indice de conversion alimentaire de l'ordre 23% par rapport au groupe inoculé non traité ($P < 0,05$) ainsi qu'une réduction significative de l'excrétion oocystale à raison de 28% ($P < 0,05$). Une protection significative a été observée contre les lésions induites par *E. acervulina*.

En outre, plusieurs études ont déjà été menées sur les huiles essentielles d'*Artemisia annua* (Allen *et al.*, 1997; Bhakuni *et al.*, 2001; Geoffrey *et al.*, 2003; Goudarzi Torabi *et al.*, 2006; Del Cacho *et al.*, 2010; Drăgan *et al.*, 2010; Thofner *et al.*, 2013; Ahmadreza *et al.*, 2015; Ahmadreza *et al.*, 2017; Youyou, 2021).

Dans une étude plus ancienne, Allen *et al.* (1997) ont rapporté que l'administration dans l'aliment des feuilles séchées d'*Artemisia annua* (5%) ou de l'artémisinine pure (17ppm), améliore le gain de poids et confère une protection significative contre les lésions dues à *Eimeria tenella*. Il a été démontré également au cours de la même étude que

d'autres composants chimiques d'*Artemisia annua*, le camphre et le 1,8-cinéole, administrés de 119ppm améliorent le gain de poids et réduisent les lésions cœcales.

Le groupe de recherche à l'institut de recherche de chine médical dirigé par Youyou Tu a mené des études systématiques sur les composants chimiques de l'*Artemisia annua*. Parmi les 17composés à l'exclusion de l'analyse par chromatographie en phase gazeuse. L'huile essentielle d'*Artemisia annua* parties aériens constitué de camphre (44%), de germacreine (16%) de trans-pinocarvéol (11%), de bi- sélénène (9%), de b-caryophyllène(9%), et d'*Artemisia* cétone (3%).

D'autres composés d'huile essentielle ont été isolés des graines d'*Artemisia annua*: Quatorze sesquiterpènes, trois monoterpènes et un produit diterpènes.

En parallèle, l'étude expérimentale de Goudarzi *et al.* (2006) ont testé l'efficacité de l'extrait de feuille et de plante d'*Artemisia annua* sur la coccidiose chez les poulets de chair par rapport à la Salinomycine et à l'amprolium. Cent quatre –vingt-neufs coqs âgés de 21 jours ont été classés en 6groupes comme suit : Amprolium (120 partie per million (ppm)), Salinomycine (60 parti per million (ppm)), poudre de feuilles (2,5%), extrait d'éther de pétrole (1950 partie per million (ppm)) fraction avec un maximum d'artémisinine (142 partie per million (ppm)).

Après l'infection, les scores des lésions, les gains de poids corporel et les extractions d'oocystes ont été étudiés au cours de la première semaine.

Les résultats montrés que dans tous les groupes expérimentaux, les traitements ont réduit de manière significative le nombre d'oocystes par poulets par jour. De plus, les groupes traités ont montré un gain de poids similaire qui était significativement plus élevé que les groupes non traités ($P < 0,05$).

Collectivement, les données sur le prix de poids corporel, le score des lésions et les extractions d'oocystes ont indiqué que l'extrait d'éther de pétrole d'*Artemisia annua* ou la fraction contenant le maximum d'Artémisinine était la plus efficace. Bien sûr, l'extrait a un avantage de coût par rapport à une fraction.

Del Cacho *et al.*, (2010) ont montré que l'incorporation des extraits d'*Artemisia annua* (10 et 17ppm) dans l'aliment des poulets infectés avec *Eimeria tenella*(7×10^3 oocystes/poulet), réduit significativement ($P < 0.05$) l'excrétion d'oocystes. Les auteurs ont montré également que le taux de sporulation des oocystes émis par les animaux infectés et traités avec les extraits de la plante était significativement ($P < 0.01$) réduit.

Drăgan *et al.*, (2010), en étudiant l'effet anticoccidien de la même plante sur l'infection à *Eimeria tenella*(1.5×10^3 oocystes/poulet), ont montré que la production d'oocystes fécaux a été significativement réduite ($P < 0.05$) chez des poulets traités avec

Artemisia annua incorporée dans l'aliment (1.5%), en comparaison avec le groupe recevant une alimentation standard.

En 2013, Thofneretses collaborateurs ont testé l'efficacité des extraits d'artémisinine qui a un effet positif sur l'évolution de la coccidiose clinique cœcale, considérée comme une diminution de la gravité de la lésion.

Par ailleurs, Ahmadreza *et al.* (2015) ont comparé l'effet de différents extraits d'*Artemisia annua* sur le taux de sporulation d'oocystes mixtes d'*Eimeria acervulina*, *Eimeria tenella*. Trois types d'extraits d'*A. Annua* comprenant des extraits d'éther de pétrole, d'éthanol 96° et d'eau. L'Artémisinine, une endoperoxyde sesquiterpène lactone dérivé de l'analyse *A. annua* de chaque extrait a été réalisé par chromatographie liquide haute performance avec détection ultraviolette (HPLC-UV). Des échantillons fécaux frais contenant trois espèces d'*Eimeria* ont été flottés et comptés et les oocystes ont transférés dans 50 tubes, chacun contenant 10⁵ oocystes par millilitre cinq tubes étaient témoins.

Chacun des 45 autres tubes contenait l'une des trois doses 1 part per trillion (ppt), 2ppt et 5ppt) et l'un des trois extraits (extraits PE, E et W) avec cinq réplifications. Les tubes ont été incubés pendant 48 h à 25 – 29°C et aérés. Un test d'inhibition de la sporulation a été utilisé pour évaluer l'activité des extraits.

Les résultats ont montré que l'extrait d'éther de pétrole, d'éthanol 96° inhibent la sporulation à des concentrations de 2 et 5 parti per trillion (ppt) mais l'extraits de l'eau la stimule à toutes les concentrations (mille ppt et 2 ppt, 5ppt). Les proportions d'inhibition de l'oocystes par rapport au témoin étaient de 31%(5ppt) et 29% (2 ppt) pour le PE et 34%(5ppt) et 46%(2ppt) pour l'extrait E.

De plus, de nombreux oocystes des groupes éther de pétrole (PE) et éthanol (E) étaient ridés et contenaient des sporocystes anormaux. Les proportions de stimulation de la sporulation par rapport au témoin étaient de 22%(5ppt), 24% (2ppt) et 27% (1ppt) dans l'extrait de l'eau(W).

Ahmadreza *et al.* (2017), a été étudié l'effet de l'extrait éthanoliques d'*Artemisia annua* (AE) sur la coccidiose expérimentale chez les poulets de chair Cent quatre –vingt –douze poussins d'un jour ont été répartis en 8 groupes (n=24), y compris le groupe de prévention des extraits éthanoliques (EI), le groupe de traité par extrait éthanoliques (EI), le groupe traité par extrait éthanoliques (EI) simultanément. Le groupe provoqué - non traité (contrôle positif), non contesté –groupe non traité (témoin négatif), groupe de prévention de la Salinomycine, groupe traité par Salinomycine et groupe traité par Salinomycine simultanément contesté, dans une conception complètement randomisée. Challenge oral réalisé par une suspension contenant un mélange de 200 000 oocystes *E.*

acervulina, 30 000 oocystes *E. necatrix* et 20 000 oocytes *E. tenella* au jour 21 d'âge. Le gain de poids dans le groupe de prévention des extraits éthanoliques(EI) a augmenté de manière significative par rapport au groupe témoin positif ($P<0,05$).

Contrairement au groupe de prévention de la Salinomycine, le rapport de conversion alimentaire (FCR) du groupe de prévention des EI n'était pas significativement plus élevé que le témoin négatif. Oocystes par gramme (OPG) dans le groupe médicamenteux *Artemisia annua*(AE) simultanément provoqué n'a pas eu de différence significative, tandis que pendant 38% des jours, dans le groupe traité Salinomycine simultanément provoqué a significative diminué ($P<0,05$). La prise alimentaire du groupe traité par *Artemisia annua* (AE) n'avait pas de différence significative avec le groupe traité par la Salinomycine ($P<0,05$). Dans la moitié des jours d'échantillonnage des OPG, le groupe traité par AE était significativement réduit par rapport au groupe témoin positif ($P<0,05$).

D'autres espèces *Artemisia* ont fait également l'objet d'études pour l'évaluation de leurs effets anticoccidiens:

Kostadinovic *et al.* (2012) ont étudié l'effet de différentes doses d'extraits d'*Artemisia absinthium* au cours d'une infection à *E. tenella* (20×10^3 oocystes/sujet). Les auteurs ont montré que les extraits de la plante (1, 2 et 3mg/kg/jour) sont capables de réduire l'excrétion d'oocystes chez les animaux infectés.

Arab *et al.* (2006), ont montré que les extraits d'*Artemisia sieberi* (2,5mg/kg/jour) administrés trois fois par jour pendant 5 jours chez des animaux infectés par *E. tenella* et *E. maxima* réduisent significativement ($P<0,05$) l'excrétion d'oocystes.

L'Artémisinine est un sesquiterpène ayant un groupement endoperoxyde qui engendre un stress oxydatif chez les coccidies (Allen *et al.*, 1998; Naciri *et al.*, 2005), et conduit à leur destruction. Il semble que ce composé modifie le processus de formation de la paroi des oocystes, aboutissant à une paroi incomplète, avec la mort d'oocystes en développement et une réduction du taux de sporulation (Del Cacho *et al.*, 2010). Cette altération est due à la réduction de l'expression de la SERCA (Sarco/Endoplasmique Réticulum Ca^{+2} -ATPase) dans les macrogamètes. La SERCA joue un rôle dans l'homéostasie du calcium et intervient dans la sécrétion des organes formant la paroi de l'oocyste (Del Cacho *et al.*, 2010).

Activité anticoccidienne des plantes médicinales



Thymus vulgaris



Syzygium aromaticum



Artemisia annua



Origan commun



Citrus Limon(L)



Melaleuca alternifolia

Figure 23 : Quelques plantes riches en huile essentielle (Hmamauchi, 1999; Wichtl et Anton, 2003; Hesini *et al.*, 2007)

II-2-1-3. Alcaloïdes

En 1806, DEROSN a isolé le premier alcaloïde semi-pur du latex sec de l'opium (*Papaver somniferum*), une drogue utilisée depuis des siècles pour des propriétés analgésique et narcotique. En 1805, SERTURNE a caractérisé cet alcaloïde et la nommée morphine, (Walton et Brown, 1999).

Plusieurs définitions du terme alcaloïde ont pu être données depuis son apparition, où W. Meissner a défini les alcaloïdes comme étant des « *substances dérivées de plantes qui réagissent comme des alcalis* ».

Au cours des années et des découvertes de nouveaux alcaloïdes, la définition a évolué. En 1896, I. Guareschi écrit que « *le terme alcaloïde est applicable à tous composés organiques basiques obtenus à partir du règne animal ou de plantes, ou préparé artificiellement* ».

Au 20^{ème} siècle, des tournures différentes sont utilisées, la plus récente étant celle de S. W. Pelletier en 1983 : « *un alcaloïde est un composé organique cyclique contenant un atome d'azote dans un degré d'oxydation négatif qui a une distribution limitée à certains organismes vivants* ».

Dans son livre, M. Hesse définit les alcaloïdes comme étant des substances organiques d'origine naturelle contenant un ou plusieurs atomes d'azote avec un caractère basique de degré plus ou moins fort » (Hesse M., 2002).

Les alcaloïdes sont des composés organiques hétérocycliques d'origine naturelle, le plus souvent végétale, azotés, (Shauenbreg et Paris, 2005) plus ou moins basiques, de distribution restreinte à faible dose (Zenk *et al.*, 2008). A forte dose ce sont des composés toxiques et ils se produisent dans la plante sous forme de sels ou de bases libres ou en combinaison (avec les tanins en particulier) (Kashani *et al.*, 2012).

Les alcaloïdes sont principalement présents dans le règne végétal chez les Angiospermae qui en contiennent 10 à 15%. Certaines familles ont une tendance marquée à les élaborer: c'est vrai aussi bien chez les Monocotylédones (Amaryllidaceae, Colchicaceae) que chez les Dicotylédones (Annonaceae, Apocynaceae, Lauraceae, Loganiaceae, Magnoliaceae, Menispermaceae, Papaveraceae, Ranunculaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Solanaceae, Asteraceae, etc.....). Ils sont exceptionnels chez les bactéries (Pyocyanine de *Pseudomonas aeruginosa*) et assez rares chez les champignons (ergoline des claviceps) ils existent également chez les animaux (flustramine, saxitoxine, samandarine,...) (Singla *et al.*, 2010; Couplan, 2011).

Les alcaloïdes peuvent se trouver dans toutes les parties de la plante, mais selon l'espèce de la plante, ils s'accumulent dans les écorces, dans les racines, dans les feuilles ou dans les fruits. La partie dans laquelle les alcaloïdes s'accumulent n'est pas forcément celle où ils sont synthétisés, ils existent rarement à l'état libre dans la plante, mais le plus souvent le plus souvent ils sont combinés à des acides organiques ou à tanins (Ziegler et Facchini, 2008).

Les alcaloïdes ont des masses moléculaires variant de 100 à 900 Daltons. Si la plupart des bases non oxygénées sont liquides à température ordinaire (Ex : nicotine), celles qui comportent dans leur formule de l'oxygène sont des cristaux blancs en général (exception de la berbérine Jaune). Presque toujours capables de dévier la lumière polarisée, les bases cristallisées donnent des points de fusion nets, sans décomposition surtout au-dessous de 200°C. En règle générale, les alcaloïdes Dans les solvants organiques (l'éther, le benzène, et le chloroforme) plus soluble que dans l'eau ; puisque de ces substances sont insolubles ou très peu solubles dans l'eau (Bruneton, 2009).

L'extraction des alcaloïdes sont basées sur des principes généraux simples se prêtant à de très nombreuses modalités d'application en fonction des conditions de travail. Aussi la plupart des alcaloïdes sont extraits en utilisant les caractères de solubilités ; D'une part la solubilité des alcaloïdes libres dans les solvants organiques non miscibles à l'eau. D'autre part la solubilité des sels d'alcaloïdes dans les solvants polaires comme l'eau, l'alcool éthylique (Hayouni *et al.*, 2007).

Les méthodes de détection actuellement employées sont précédées d'une extraction Consistent en une macération dans un alcool évaporée et le résidu repris par de l'eau acidifiée ; Après filtration les alcaloïdes sont recherchés dans le filtrat. Ces derniers ont la capacité de se combiner avec les métaux et les métalloïdes, et c'est sur cette dernière propriété que l'on se base pour les détecter, le principe est d'obtenir une précipitation en milieu acide, en présence de réactifs appropriés. Les plus utilisés sont les suivants : Réactif de Mayer, Réactif de Dragendorff (Dewick, 2009).

II-2-1-3-1. Classification des alcaloïdes

La classification des alcaloïdes la plus utilisées est celle se basant sur l'origine biosynthétique et leurs précurseurs moléculaires, la structure chimique de ces composés la voie de biosynthèse, la structure chimique (Aniszewaski, 2007; Bruneton, 2009).

✚ Classement des alcaloïdes d'après leurs origines biosynthétiques

Ont été divisée en trois grandes classes en fonction des précurseurs et la structure finale :

Les alcaloïdes « vrais » qui possèdent un azote intra cycle, ce sont des substances d'origine naturelle et de distribution restreinte, de structure souvent complexe et de caractère basique. Ils existent dans la plante sous forme de sels, soit sous forme libre, soit comme N-oxide. Les protoalcaloïdes proviennent d'acides aminés dont l'azote n'est pas inclus dans un système hétérocyclique, (L-phénylalanine, acides aminés aliphatiques) (Corteau *et al.*, 2000).

Enfin les pseudo-alcaloïdes ne sont pas dérivés d'acides aminés qui sont des métabolites présentant les caractéristiques des alcaloïdes vrais, excepté leur origine biosynthétique. Dans la majorité des cas connus, ce sont des dérivés d'isoprénoïde et du métabolisme de l'acétate (dérivés xanthiques, terpéniques, stéroïdiens, pipéridiniques) (Glenn *et al.*, 2013).

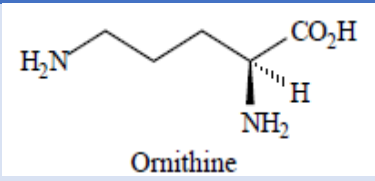
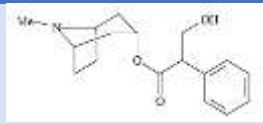
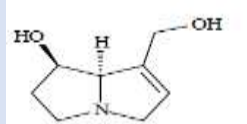
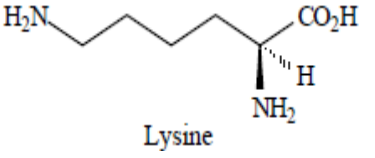
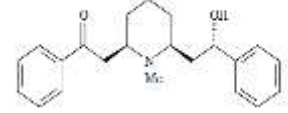
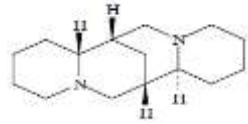
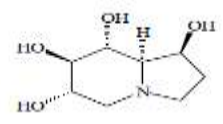
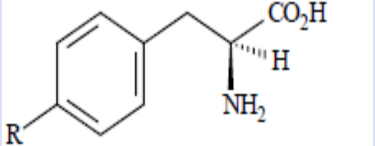
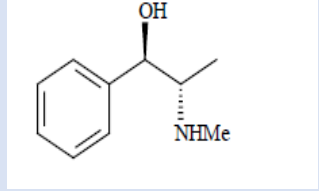
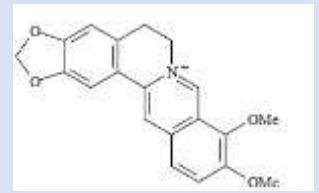
✚ Classement des alcaloïdes d'après leurs précurseurs

L'atome d'azote dans les alcaloïdes provient, en général, d'un acide aminé dont la structure carbonée reste souvent intacte dans la structure finale de l'alcaloïde.

Une façon raisonnable est alors de classer les alcaloïdes en groupes, selon leur précurseur biosynthétique. Il existe cependant un grand nombre d'alcaloïdes qui n'ont pas forcément un acide aminé comme précurseur. Dans ces cas-là, l'atome d'azote est incorporé à un stade avancé de la biosynthèse par réactions d'animation sur des intermédiaires aldéhydes ou cétones (Bhat *et al.*, 2005).

Tableau 6 : Origine biosynthétique de différentes classes d'alcaloïdes. Les noyaux de base de ces différents alcaloïdes dérivent des acides aminés (Mann *et al.*, 1994 ; Harborne et Herbert, 1995 ; Dewick, 2001 ; Hesse, 2002 ; Fu *et al.*, 2004 ; ; Bhat *et al.*, 2005 ; Bruneton, 2009).

Activité anticoccidienne des plantes médicinales

Acide aminé	Type d'alcaloïde	Structure chimique des alcaloïdes	Références
 <p style="text-align: center;">Ornithine</p>	<p>Pyrrolidines</p> <p>Tropane</p>	 <p style="text-align: center;">Atropine</p>	(Harborne et Herbert, 1995)
	<p>Pyrrolizidines</p>	 <p style="text-align: center;">Rétronécine</p>	
 <p style="text-align: center;">Lysine</p>	<p>Pipéridines</p> <p>Quinolizidines</p> <p>Indolizidines</p>	 <p style="text-align: center;">Lobéline</p>  <p style="text-align: center;">Sparteine</p>  <p style="text-align: center;">Castanospermine</p>	(Dewick, 2001)
 <p style="text-align: center;">R = H, Phénylalanine R = OH, Tyrosine</p>	<p>Alcaloïdes Du type éphédrine</p> <p>isoquinoline</p>	 <p style="text-align: center;">éphédrine</p>  <p style="text-align: center;">Berbérine</p>	(Bhat et al., 2005)

✚ Classement des alcaloïdes d'après leur structure chimique

Les alcaloïdes sont aussi catégorisés en fonction de leur structure chimique : Ainsi, on peut distinguer 12 principales classes d'alcaloïdes comme suit :

Les alcaloïdes sont aussi catégorisés en fonction de leur structure chimique. Ainsi, on peut distinguer 12 principales classes d'alcaloïdes comme suit (Croteau *et al.*, 2000):

- Alcaloïdes tropanique,
- Alcaloïdes pyrrolizidiniques,
- Alcaloïdes quinolizidinique,
- Alcaloïdes indolizidiniques,
- Alcaloïdes pipéridiniques,
- Alcaloïdes pyridiniques,
- Alcaloïdes isoquinoléiques,
- Alcaloïdes indoliques,
- Alcaloïdes quinoléiques,
- Alcaloïdes imidazoliques,
- Alcaloïdes terpéniques,
- Bases puriques.

Contrairement à la plupart des autres types de métabolites secondaires, les nombreuses classes d'alcaloïdes ont des origines biosynthétiques uniques (Fig.24). Les noyaux de bases de ces différents alcaloïdes dérivent des acides aminés du métabolite primaires (Ziegler et Facchini, 2008).

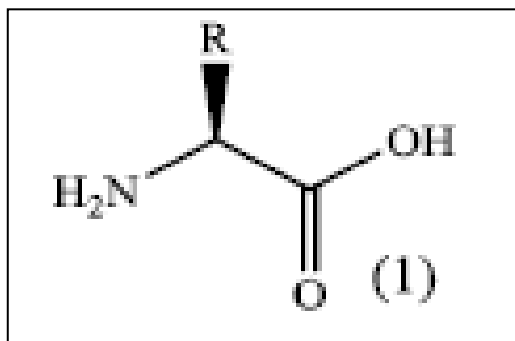


Figure 24: Structure général de l'acide aminé

II-5. Activité biologique des alcaloïdes

Les alcaloïdes sont parmi les plus importants produits naturels, en raison de leurs diversités structurales et leurs propriétés pharmacologiques et médicinales parmi lesquelles; propriétés analgésique comme (morphine, la codéine) dans le cadre de protocoles de sédation (anesthésie, atropine) souvent accompagnés des hypnotiques, ou comme agents antipaludéens (quinine, chloroquinine) ou agents anticancéreux (taxol, vinblastine, vincristine) (Yinyang *et al.*, 2014), anti-inflammatoire (Bribi *et al.*, 2020), antioxydant (Benaïssa *et al.*, 2016), antimicrobiennes (Behidj *et al.*, 2013).

II-5-1. Activités anticoccidienne des alcaloïdes

Dans ce contexte, notre étude menée pour évaluer l'activité anticoccidiens des alcaloïdes chez les poulets de chair.

Dans une étude, Harrou et Sahraoui (2020) ont testé l'efficacité anticoccidienne Des alcaloïdes totaux extraits à partir de plantes *Fumaria capreolata*, une plante riche en alcaloïdes isoquinoléique (Maïza- benabdesselam *et al.*, 2007).

Les résultats obtenus révèlent que l'extraits d'AFC réduit considérablement le nombre des oocytes *in vitro*, allant de $7,86 \times 10^5$ à $4,89 \times 10^5$ oocytes /Ml après 24 heures D'incubation, en utilisant l'extrait le plus dilué 5,375 mg/ml, suffisant pour induire un effet coccidiocides. la concentration létal DL 50 de l'extrait de *Fumaria capreolata* est de 21,5 mg /ml avec lequel le nombre des oocystes est réduits de moitié (50%). Les résultats indiquant également que l'effet des extraits des alcaloïdes de *Fumaria capreolata* (AFC) est directement proportionnel au temps et à l'augmentation de la concentration d'extraits.

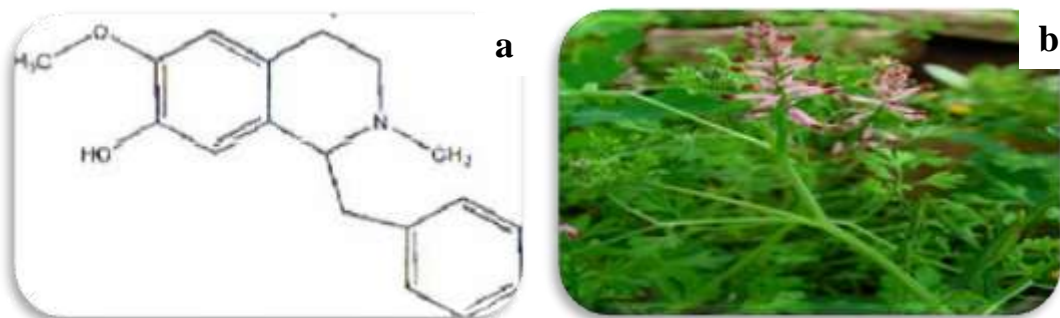


Figure 25: a) Structure chimiques des alcaloïdes isoquinoline, b) Fleurs de *Fumaria capreolata* (Benont, 2012)

Activité anticoccidienne des plantes médicinales

En outre, étude documentée par Ait fella (2012) a révélé que les différents extraits de ces plantes *Peganum harmala*, *Retama sphaerocarpa* et les grains de Pollen ayant une activité anticoccidienne intéressant *in vitro*. Ont été étudié ces plantes pour leur teneur en alcaloïdes de différents types, Concernant *Peganum harmala* riche en particulièrement dans les graines et racines [2–7%] (Frison *et al.*, 2008) par rapport aux tiges [0,36 %] et feuilles [0,52 %]. Ces alcaloïdes (Fig. 26).Sont de type B-carbolines (Mahmoudian *et al.* 2002). Cependant *Retama sphaerocarpa* (L.) riche en alcaloïdes de type quinolizidinique à partir des fleurs et des tiges de cette plante (Fig. 26).

Les résultats obtenus montrent que les différents extraits de ces plantes détruisent les oocystes d'*Eimeria sp* de manière dose dépendante, dans un intervalle de concentration situé entre 10 et 30mg/ml. Exprimé sous forme de LC50, les résultats indiquent que le traitement le plus toxique ou coccidiocides est celui de l'extrait aqueux de *Retama sphaerocarpa* suivi par les extraits méthanolique de *Peganum harmala*, *Retama sphaerocarpa*, et le Pollen avec des proportions d'oocystes détruits de 48%, 33%, 29%, et 21,5% respectivement en comparaison avec le témoin ($P < 0,05$). Une importante libération de matériaux cellulaires absorbants à 273nm est également observée. Elle varie de manière linéaire et proportionnelle à la concentration des différents extraits (5, 10, 20 et 30mg/ml).

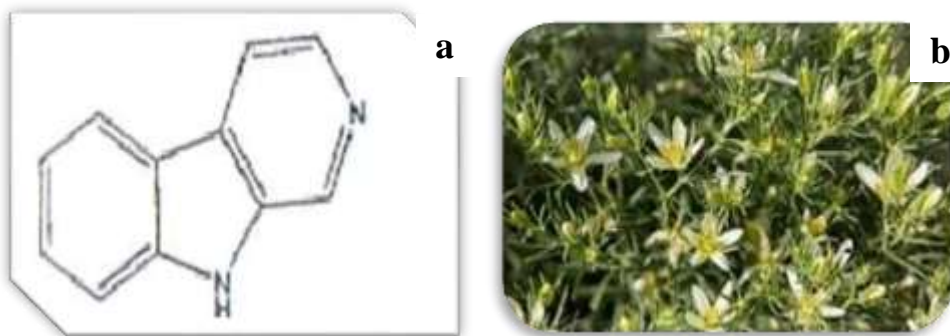


Figure 26 : a) Structure chimique de B-carboline (Mahmoudian *et al.*, 2002), b) Image des fleurs de *Peganum harmala* (Trabsa, 2011).

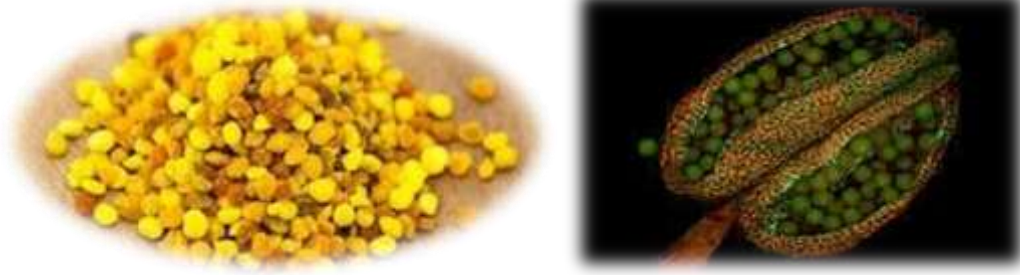


Figure 27 : Graines de pollen

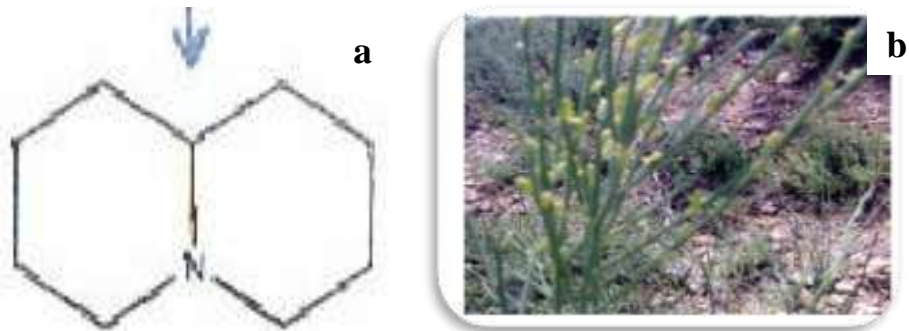


Figure 28 : a) Structure de quinolizidines, b) Espèce *Retama sphaerocarpa* (Boussahel, 2010)

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion

Une étude bibliographique est réalisée sur la coccidiose chez le poulet de chair qui représente une menace sérieuse pour l'industrie avicole, affectant la production et entraînant une morbidité, une mortalité élevée et des coûts importants résultant du traitement et de prophylaxie. L'investigation pharmacologique des plantes médicinales traditionnelles reste importante pour offrir des bases scientifiques pour l'usage traditionnel des plantes et fournir à la société de nouvelles sources de médicaments sains.

Les maladies aviaires dont la coccidiose et l'émergence de problèmes liés à la résistance aux médicaments et aux résidus d'antibiotiques dans la viande de poulet et face au coût élevé et aux difficultés liées à la production de vaccins ont incités la recherche des stratégies de contrôle alternatives sûres et efficaces.

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 et qui jouent un rôle important dans la santé humaine. Leur utilisation comme antimicrobiens, antioxydants, etc. naturels suscite de plus en plus d'intérêt pour la prévention et le traitement de plusieurs pathologies. C'est ce qui justifie le nombre croissant de travaux consacrés aux espèces végétales susceptibles d'être de potentielles sources naturelles.

Les résultats de la recherche bibliographique donnent un aperçu général sur le potentiel biologique des plantes médicinales et de leurs extraits. Des études faites sur ces plantes méritent d'être poursuivies et les perspectives qui en résultent sont :

- ✓ Réalisation de tests complémentaires tels que les activités anti-inflammatoire et inhibition d'enzymes.
- ✓ Purification et identification des composés des extraits actifs de plantes testées, ainsi que la détermination de leurs modes d'action. Il serait aussi très utile de tester leurs cytotoxiques dans le but de mettre en place des traitements naturels de maladies infectieuses mieux tolérés.
- ✓ Augmentation du nombre d'espèces de coccidies et la réalisation d'essais sur des effectifs plus importants *in vivo*.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- ✚ **Abayomi S., 2010.**Plantes médicinales et médecine traditionnelle, Karthala ,2ème édition.
- ✚ **Adewole S.O., (2012).** The efficacy of drugs in the treatment of coccidiosis in chicken in selected poultries. *Academic Research International* 2 (1): 20-24.
- ✚ **Aharoni, A. and Galili, G., (2011),** Metabolic engineering of the plant primary–secondary Metabolism interface, *Current Opinion in Biotechnology* 22: 239–244.
- ✚ **Ahmadreza Fatemi., Seyyed Mostafa Razavi., keramatt Asasi, Maiid Torabi .2015.**Effets des extraits d’*Artemisia annua* sur la sporulation des oocystes d’*Eimeria*. *Recherche en parasitologie* 114 (3), 1207-1211.
- ✚ **Ahmadreza Fatemi., Seyyed Mostafa Razavi., keramat Asasi.2017.** Effet anticoccidiens de l’extrait éthanoliques d’*Artemisia annua*: prévention, provocation simultanée et traitement. *Recherche en parasitologie* 116(9), 2581- 2589.
- ✚ **Alamargot. J, 1982.** Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaires, édition. *Le point vétérinaire*, 15 – 129.
- ✚ **Allen P-C., Lydon J., Danforth H. 1997.** Effects of components of *Artemisia annua* on *Coccidia* infections in chickens. *Poulet. Science.*, 76: 1156-1163.
- ✚ **Alkured A., Hamed T. R., Al-Sayyed H., 2008.**Tannin Contents of Selected Plants Used in Jordan. *Jordan Journal of Agricultural Sciences* 4: 265 - 274.
- ✚ **Alitonou Guy, Félicien Avlessi, Valentin D Wotto, Ahoussi Edwige, Dangou J 2004.** Composition chimique, propriétés antimicrobiens et activités sur les tiques de l’huile essentielle d’*Eucalyptus tereticornis* *Sm Comptes Rendus chimie* 7 (10-11) ,1051-1055.
- ✚ **Ali A.Z., Lahlou Y., Bousliman Y., (2013).** Enquête sur les aspects toxicologiques de la phytothérapie utilisée par herboriste à Fès, Maroc, *the Pan African Medical Journal* ,14.
- ✚ **Amiour Daas S., Alloui- Lombarkia O., Bouhdjila F., Ayachi A., Hambaba L.2014.** Etude de l’implication des composés phénoliques des extraits de trois variétés de datte dans son activité antibactérienne. *Phytothérapie* 12(2), 135- 142.
- ✚ **Anis zewaski T., 2007.** Alkaloïde-Secrets of life: Alkaloïde Chemistry, Biological Significance, Application and Ecological Role. Edition. *Elsevier*.
- ✚ **Arab H-A., Rahbari S., Rassouli A., Moslemi M-H., Khosravirad F. 2006.**Determination of Artemisinin in *Artemisia sieberian* Anticoccidial effects of the plant extract in broiler chickens. *Trop Anim Health Prod.*, 38: 497-503.

B

- ✚ **Bahorun T., 1997.** Substances naturelles actives: La flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielles. *Food and agriculture resarchcouncil, Réduit, Maurtius.*
- ✚ **Bakkali, F., S. Averbek, D. Averbek, and M. Idaomar. 2008.** Biological effects of essential oils. *Food and chemical Toxicology* 46:446-75.
- ✚ **Bakli S., (2020).** Activité antimicrobienne, antioxydant et anticoccidienne des extraits phénoliques de quelques plantes médicinales locales. Doctorat en Sciences. Université Ferhat Abbas Sétif 1 Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.
- ✚ **Bammou, M., Daoudi, A., Slimani I., Najem M., Bouiamrine El H., Ibjibijen J. & Nassiri L. (2015).** Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus L.*»: Étude ethnobotanique, Screening phytochimiques et pouvoir antibactérien. *Journal of Applied Biosciences*, 86: 7966-7975.
- ✚ **Bate., Smithe, E.C., Swain, T ,1962.** Flavonoide Compounds in comparative Biochemistry Academic Press. *New York*, P 755- 809.
- ✚ **Beecher G.R., 2003.** Overview of dietary flavonoide: nomenclature, occurrence and intake. *Journal. Nutri*, 133 (10), 32 48S – 3254 S.
- ✚ **Bekhechi C., Atik Bekkara F., Consiglio D., Bighelli A., Tomi F., 2012.** Chemical Variability of the Essential Oil of *Juniperus phoeniceavar. Turbinata* from Algeria *Chemistry & Biodiversity* 9, 2742–2753.
- ✚ **Benaissa A., Cherifa R., L., Canabadv –Rochelle, Dominique Perrin .2016.** *Conférence Ade bio Tech.* Modulation du stress oxydant: Nouveau concepts pour de nouvelle application.
- ✚ **Benont B. ,2012.***Fumaria capreolata L.* Edition Tela Botanica Base de données Nomenclature de la flore de France V4.
- ✚ **Beniston B., 1982.** Fleurs d'Algérie –*ENA* .2p 47.
- ✚ **Benhamou N. 2009.** La résistance chez les plantes. Principe de la stratégie défensive et application agronomique. Edition TEC &DOC. *Lavoisier.*
- ✚ **Bhakuni RS., Jain DC., Sharma RP., Kumar S., 2001.** Métabolites secondaires d'*Artemisia annua* et leur activité biologique, *Science actuelle* ,35-48.
- ✚ **Bhat S. V., Nagasampagi B. A., Sivakumar M. Chemistry of Natural Products.** Narosa, New Delhi, India. 2005, *Chemistry*. 4, 237.
- ✚ **Bouhelier B. 2005.** Prévalences des coccidies en élevage de poulets sous label rouge du Gers. Thèse doctorale, *école nationale vétérinaire de Toulouse*. 3-4121, pp -59-148.

- ✚ **Boukhatem M N, Ferhat A., Kamel A., 2019.** Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles. *Revue de littérature. Une* 3,4.
- ✚ **Bouzarari C. (2016)** coccidiose aviaire *Ecole supérieure vétérinaire.*
- ✚ **Bribi N., Rodriguez-Nogales A., Vezza T., Francesca. 2020.** Intestinal anti-inflammatory activity of the total Alkaloide fraction from *Fumaria capreolata* in the DSS model of colitis in mice. *Bioorganic & Medicinal Chemistry letters* 30 (18) ,127414.
- ✚ **Bruneton, J., (1999),** Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 3e édition. Tec & Doc Éditions *médicales internationales, Paris.*
- ✚ **Bruneton, J., (2008),** Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 4e édition. Tec & Doc Éditions *médicales internationales, Paris.*
- ✚ **Bruneton, J., (2009),** Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 4e édition. Tec & Doc Éditions *médicales internationales, Paris.*
- ✚ **BRUNETON J. 2016.** Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales - (5° Edition Tec& Doc *Lavoisier paris*).
- ✚ **Breitmaier P.D.E. 2006.** Terpènes: Flavors, Fragrances, Pharmaca, Pheromones. Édition Lavoisier. -BUSSIERAS J; CHERMETTE R, (1992b). Fascicule II: protozoologie vétérinaire, In Abrégé de parasitologie vétérinaire. Edition: *Alfort.*
- C**
- ✚ **Carvalho F.S., Wenceslau A.A., Teixeira M., Carneiro J.A.M., Melo A.D.B. and 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.
- ✚ **Chartier C. and Paraud C. (2012).** Coccidiosis due to *Eimeria* in sheep and goats, a review: *Small Ruminant Research* 103: 84-92.
- ✚ **Chapman HD, 1999.** The development of immunity to *Eimeria* species in broilers given Anticoccidial drugs *Avian Pathol*, 28: 155- 162
- ✚ **Chapman HD, Master PL, Muthavarapu VK, Chapman ME, 2005** Acquisition of immunity to *Eimeria maxima* in newly hatched chickens given 100 oocysts. *Avian Disease*. 49 (3): 426.
- ✚ **Chapman H.D. (2007).** Rotation programmers for coccidiosis control. *International Poultry Production* 15: 7-9 6429.

- ✚ **Chapman, H.D. (2014).** Milestones in avian coccidiosis research: a review. *Poultry science*, 93 (3): 501-511.
- Chira K., Such J., Saucier C., Teissèdre L. (2008).** Les polyphénols du raisin: *Springer*. 6:75-82.
- ✚ **Christaki, E., Florou-Paneri, P., Giannenas, I., Papazahariadou, M., Botsoglou, N.A. & Spais, A.B. (2004).** Effect of a mixture of herbal extracts on broiler chickens infected with *Eimeria tenella*. *Animal Research*, 53: 137-144.
- ✚ **Clardy J., Walsh C., 2004.** Lessons from natural molecules. *Nature* 432: 729 - 837.
- ✚ **Conway D-P; Mc kenzie M-E, (2007).** Poultry coccidiosis: Diagnostic and testing Procedures. Third Edition. *Blackwell publishing*. 17-40.
- ✚ **Couic-Marinier F., Lobstein A.** Composition chimique des huiles essentielles. *Actuel pharm* 2013; 52 (525) : 22-25.
- ✚ **Croteau, R., Kutchan, T. M., Lewis, N. G., (2000),** Natural Products (Secondary Metabolites). *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*, B. Buchanan, W. Gussem, R. Jones, Editions. *American Society of Plant Physiologists*.
- ✚ **Couplan F., 2011.** Guide nutritionnel des plantes sauvages et cultivées. *Edition graficas Estella Espagne*.
- ✚ **Cyrilbol S., JEAN-LUC G, (2007).** Les coccidioses aviaires; *école Nationale vétérinaire Toulouse*.
- D**
- ✚ **Dakpogan H.B., Salifou S., Mensah G.A., Gbangbotche A., Youssao I., Naciri M. et -- 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.
- ✚ **Da Cruz –Cabral L.; Fernandez – Pinto, V.; Patriarca, A. Int.J.2013, Food Microbial** 166, 1-14.
- ✚ **Decaux I., (2002).** Phytothérapie : Mode d'emploi. Edition : *le bien public*. P 6.
- ✚ **De Rijke E., Out P., Niessen W M A., Ariese F., Gooijer C., Brinkman U A T., 2006.** Analytical separation and detection methods for flavonoid. *Journal of Chromatography A* 1112: 31 – 63.
- ✚ **Dewick, P. M.; 2001** Medicinal Natural Products. *White Y., Ch. 6, 291*.
- ✚ **Dewick, P. M., (2009),** Medicinal natural products: a biosynthetic approach. Third Edition.
- ✚ **Del Cacho E., Gallego M., Francesch M., Quílez J., Sánchez-Acedo C. 2010.** Effect of Artémisinine on oocysts wall formation and sporulation during *Eimeria tenella* infection. *Parasitology International*. 59 (4): 506-511.

- ✚ **Denli, M., F. Okan, and A. N. Uluocak. 2004.** Effect of dietary supplementation of herb essential oils on the growth performance, carcass and intestinal characteristics of quail (*Coturnixcoturnix japonica*). *South African Journal of Animal Science* 34:174–179.
- ✚ **Drăgan L., Titilincu A., Dan I., Dunca I., Drăgan M., Mircean V. 2010.** Effects of *Artemisia annua* and *Pimpinella anisum* on *Eimeria tenella* (Phylum Apicomplexa) low Infection in chickens. *Science Parasitol.*, 11 (2): 77-82.
- ✚ **Dutil, L., Irwin, R., Finley, R., Ng, L.K., Avery, B., Boerlin, P., Bourgault, A.M., Cole, L., Daignault, D., Desruisseau, A., Demczuk, W., Hoang, L., Horsman, G.B., Ismail, J., Jamieson, F., Maki, A., Pacagnella, A., & Pillai, D.R. 2010.** Ceftiofur resistance in *Salmonella enteritidis* Heidelberg from chicken meat and humans, *Canada. Emerging Infectious Diseases*, 16, 48-54.

E

- ✚ **Edris, A.E. 2007** Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review. *phytotherapy Research* 21:308-323
- ✚ **Edeas, M. (2007).** Les polyphénols et les polyphénols de thé. *Phytothérapie*, 5 : 264-270
- ✚ **El Abed, D et Kambouche N,** « les huiles essentielles » Edition *Dar el Gharb* ,2003.
- ✚ **Elnour, A.A.M., Mirghani, M.E.S., Musa, K.H., Kabbashi, N.A., & Alam, M.Z. (2018).** Challenges of Extraction Techniques of Natural Antioxidants and Their Potential Applications Opportunities as Anti-Cancer Agents. *Health Science Journal*, 12 (5): 1- 25.
- ✚ **Eckert J., Taylor M., Catchpole J., Licois D., Coudert P. and Bucklar H. (1995).** Morphological characteristics of oocysts. In: Eckert J., Braun R., Shirley M.W., Coudert P. Biotechnology. Guidelines on Techniques in Coccidiosis Research. *The European Commission*, pp. 103-119.
- ✚ **Euzeby J. 1987.** Protozoologie médicale comparée. *Collection fondation Marcel Merieux*. 122-238pp.
- ✚ **Evans, J.W., M.S. Plunkett, E and. Giralt and J. Banfield.** Effect of an essential oil blend on coccidiosis in broiler chicks. *Poultry Science* 80(Suppl....258).

F

- ✚ **Farnsworth N.K., Akerele O., Bingel A.S., Soejarto D.D., & Guo Z., (1986).** Places des plantes médicinales dans la thérapeutique. *Bulletin de l'organisation mondiale de la santé* 64 (2): 159-164.
- ✚ **Fontaine M. 1992.** Vade-mecum du vétérinaire. Edition 15ème, volume 1, *ENV Lyon*, pp 256 -275.

- ✚ **Finar, I. L** « Organic chemistry », Ed. Longman Scientific & technical, *New York* 1994, P965.
- ✚ **Fleuriet A., Jay-Allemand C., Macheix J.J., 2005.** Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. *Presses polytechniques et universitaires romandes* pp 121-216.
- ✚ **Fritzsche B., Gerriets E. 1965.** Maladies des volailles, Vigot frères éditeurs.
- ✚ **Fu, PP., Xia, Q., Lin, G., Chou, M. W., (2004),** Pyrrolizidine alkaloids – genotoxicity, metabolism, enzymes, metabolic activation, and mechanisms, *Drug Metabol Rev* 36: 1–55.
- G**
- ✚ **Gàbor M, Cody V, Middleton E J, Harborne J B, Beretz A, Liss A R,1988.** Plants Flavonoïde in biology and Medicine II; Biochemical, Cellular and Medicinal properties. *New York*, 1-15 p.
- ✚ **Gambogou, B., Ameyapoh, Y.A., Gbekley, H.E., Djeri, B., Soncy, K., Anani, K. & Karou, S.D. (2019).** Revue sur l'Ail ET SES Composés Bioactifs. *Européen Scientifique Journal*, 15 (6) : 74-90.
- ✚ **Geoffrey D Brown, Guang- Yi Liang, Lai- King Sy 2003.**Terpénoides des grains d'*Artemisia annua* *Phytochimie* 64(1), 303,2003.
- ✚ **Giannenas, I., P.Florou- Paneri, M. Papazahariadou, E .Christaki ,N .A. Botsoglou, and A.B.Spais.2003.**Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella*. *Archives of animal Nutrition* 57:99-106.
- ✚ **GhestemA ., Segun E., Paris M ., Orecchioni A-M .2001 .**Le préparateur En pharmacies : Botanique –pharmagnoise Phytothérapie –Homéopathie .Lavoisier Tec & Doc, paris.
- ✚ **GhediraK., 2005.** Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emploi en thérapeutique. *Phytothérapie* 3(4), 162-169.
- ✚ **Gorham j., 1997.** Lunularicacid and related compounds in the liverworts, algae and hydrangea. *Phytochemistry*. Vol. (16):p249-123.
- ✚ **Goudarzi M Torabi, Rahbari S, Hadadzadeh HR., Parast M Yeganeh.SA .2006.** Effets de l'extrait de feuille et de plante d'*Artemisia annua* sur la coccidiose chez les poulets de chair. *Journal de recherche vétérinaire* 61(4) ,339-344.
- ✚ **Glenn, W. S., Runguphan, W., S. E O'Connor. (2013),** Recent progress in the metabolic Engineering of alkaloids in plant systems, *Current Opinion in Biotechnology* 24: 354–365
- ✚ **Guareschi, I. Einführungin1896.**Le stade de l'alcaloïde avec une attention particulière à l'alcaloïde végétal et à la ptomine, *Gaertners Verlagsbuchhandlung, Berlin*.

✚ **Guyonnet, V. (2015).** Coccidioses. In : Manuel de pathologie aviaire. ED ; *association Française pour l'avancement des sciences (AFAS)*. Paris. France. Pp : 408-417.

H

✚ **Hakem, A., Titouche, Y., Houali, K., Yabrir, B., Malki, O., Chenouf, N., Yahiaoui, S., Labiad, M., Ghenim, H., Kechih-Boumar, S., Chirilă, F., Lapusan, A., Fit, N.I. 2013.** Screening of Antibiotics Residues in Poultry Meat by Microbiological Methods. Bulletin UASVM, *Veterinary Medicine*, 70, 77-82.

✚ **Hammiche V., Maiza K., 2006.** Traditional medicine in Central Sahara: Pharmacopoeia of Tassili N'ajjer. *Journal of Ethnopharmacology*105, 358–367.

✚ **Hmamouchi M.1999.** Les plantes médicinales et aromatiques marocaines. Editions *Fedala, Mohammedia*.

✚ **Hanana M., Bejia A., Amri I., GargouriS., Jamoussi B., Hamrouni L.,** Activités biologiques des huiles essentiels de pins 2014 *Journal New Science* 4, 18-32.

✚ **Harborne JB. , 1982.** Introduction to Ecological Biochemistry. Academic Press, London.

✚ **Harborne JB., Williams C.A., 2000.** Advances in flavonoide research since 1992. *Phytochemistry*, 55:p481-504.

✚ **Harborne, J. B., Herbert B.1995.** Phytochemical Dictionary: A Handbook of Bioactive Compounds from Plants. *Bristol: Taylor & Francis*.

✚ **Hartmann T., 2007.** From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry*68: 2831 - 2846.

✚ **Harrou W., Saharoui N., (2020).** Evaluation in vivo de l'activité anticoccidienne de *Fumaria Capreolata* chez les poulets de chair. Doctarl dissertation. *Ecole National Supérieure vétérinaire*.

✚ **Hannebelle T., Sahpaz S., Bailleul F., 2004.** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentielles dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 1:3-6

✚ **Hayouni E.A., Abderabb, AM. , & Hamdi M., 2007.** The effect of solvents and extraction method .*Food chem*.

✚ **Halliwell B., Whiteman M., 2004** .Measuring reactive specs and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean .*British journal of pharmacology*.142: 31-2.

✚ **Heim K.L., Tagliaferro A.R. and Bobilya D.J. 2002.** Flavonoide antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*.13: 572–584.

✚ **Hesse, M.2002** Alkaloids, Nature's Curse or Blessing 1ère édition .Edition .Wiley-VHC, New York .USA, 413 p.

✚ **Hseini S. Kahouadji A.** Étude ethnobotanique de la flore médicinale dans la région de Rabat (Maroc occidental). *Lazaroa*2007; 28: 79-93.

I

✚ **Iserin P., Masson M., Restalline J.P, Yberte E., De laage De Meux A., Moulrad F ., Zha E., De la Roque R., De la Roque O., Vican P., Deelesalle – Féat T, Biaujeaud M ., Ringuet J., Bloth J .et Botrel A.,2001.** Larousse des plantes médicinales. Identification, préparation, soins .Edition .Larousse, Paris .France .

J

✚ **Janssen, A, M., J. J .Scheffer, and A.B. Svendsen. 1987.** Antimicrobial activities of essential oils .A 1976- 1986 literature review on possible application. *Pharmaceutisch Weekblad. Scientific edition* 9: 193-197.

✚ **Jeffers T. 1997.** Control of avian coccidiosis into the next millenium. In: *Shirley MW, Tomley FM, Freeman BM (Eds).*

✚ **Jean -Jacques Macheix. 1996.** Les composes phénoliques des végétaux quelles perspective à fin de 20éme Siècle. *Acta Botanic Galla* .143:6,473-479.

✚ **Jeurissen S.H.M., Janse E.M., Vermeulen A.N. and 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: lésion scoring technique in battery and floor- pen experiments with chickens –exp, *Parasitol*, 28, 30-36.

✚ **Jolley WR., Burton SD., and Nyberg PA., 1976.** Formation of sulfhydryl groups in the of Eimeria Stieda and Eimeria tenella oocysts subjected to in vitro excystation. *Journal, Parasitol.* 62, 2, 199- 202.

✚ **Jordan F., Pattison M., Alexander D., Faragher T. 2001.** Poultry Diseases. Ed 5ème. Editions W.B. *Saunders*, pp. 405-421.

K

✚ **Kashani H., Hoseini E., Nikazad H., Arabi M., (2012).**Pharmacological proprieties of medicinal herbs by focus on secondary medicinal .*Life sciences journal* 9.509-520.

✚ **Kawazoe U., Tomley F.W., Frazier J. A., 1992.** Fractionation and antigenic characterization of organelles of *Eimeria tenella* sporozoïtes. *Parasitology*, 992 : 104 , 1, 1-9.

- ✚ **Khadhira A., El Mokni R., Smiti S., 2013.** Composés phénoliques et activités antioxydants de deux extraits de chardon à glu: *Atractylisgummifera*. *Revue Sci Nat de Tunisia* 39, 44-52.
- ✚ **Kreier JP and Baker JR .1987.** Parasitic Protozoa. Ed. Allen and Unwin, Boston, MA. Morris GM, Gasser RB 2006 Biotechnological advances in the diagnostics of avian coccidiosis and the analysis of genetic variation in *Eimeria* .*Biotechnology advances* 24: 590-603.
- ✚ **Koyabizo Y.F.A. (2009).** La poule, l'aviculture et le développement: *science et technique de base*. Paris: L'Harmattan, p. 11.
- L**
- ✚ **Lamarti A., Badoc A., Deffieux J., Carde J ., 1994 .** Biogénèse des monoterpènes .*Journal de pharmacologie* ,13: p 69-118
- ✚ **Larbier. M et Leclercq. B, 1992,** Nutrition et alimentation des volailles, édit. INRA, 38 - 47.
- ✚ **Larry R., McDougald L.R., Reid M. 1997.** Coccidiosis. In: Diseases of poultry. 10th edition ., Calnek B.W., John Barnes H, Beard C.W. McDougald L.R., Saif Y.M., *Eds Iowa State University Press,*
- ✚ **Lancaster-j E, (1983).** Incidence des Maladies aviaires:5e conférence de la commission Régionale de l'O.I.E pour l'Afrique. *Rev. Sci. Tech. O.I.E.*1088-1081.
- ✚ **Lillehoj H.S., Kim D.K., Bravo D.M., Lee S.H., 2011.** Effects of dietary plant –derived phytonutrients on the genome –wide profilnes and coccidiosis resistance in the broiler chickens .*BMC proc.*
- ✚ **Ling, K.H., Rajandream, M.A., Rivaller, P., Ivens, A., Yap, S.J., Madeira, A.M., Mungall, K., Billington, K., Yee, W.Y., Bankier, A.T., Carroll, F., Durham, A.M., Peters, N., Loo, S.-S., Mat Isa, M.N., Novaes, J., Quail, M., Rosli, R., Shamsudin, M.N., Sobreira, T.J.P., Tivey, A.R., Wai, S.-F., White, S., Wu, X., Kerhornou, A., Blake, D., Mohamed, R., Shirley, M., Gruber, A., Berriman, M., Tomley, F., Dear, P.H. &Wan, K.-L. (2007).** Sequencing and analysis of Chromosome 1 of *Eimeria tenella* reveals a unique segmental organization. *Genome research*, 17 (3): 311-319.
- ✚ **Levine ND, Corliss JO, and COXFE.1980.** A newly revised classification of the Protozoa. *Journal .Protozool*, 27, 1, 37-58.
- ✚ **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

- ✚ **Madden AN., Vetterling JM., 1978.** Scanning electron microscopy of schizogony in *Eimeria tenella* *J. Protozool*, 25, 3, 298 -301.
- ✚ **Mabberley D., 1987.** *The Plant Book Camb .Univ. Press ,Cambridge ,New York*
- ✚ **Maiza –benabddesslam F.; Chibane M., Madani K., Henrv M. 2007.** *Journal african de biotechnologoie*6-(21).
- ✚ **Mahmoudi S., KhaliM., Mahmoudi N.2012.** Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la Fleur D'artichaut (*Cynara Scolymus L .Revue nature et technologie V 5 (2) p 35-40.*
- ✚ **Mahmoudian M, Jalilpour H, and Salehian P, 2002.** Toxicity of Peganum harmala: Review and a Case Report. *Iranian. Journal. Pharmacol. Ther*, 1, 1, 1-4.
- ✚ **Mann, J. ; Davidson, R. S. ; Hobbs, J. B.; Banthorpe, D. V. ; Harborne, J. B. 1994.** Natural Products. *Longman.*, Ch. 7, 389.
- ✚ **Martin S. &Andriantsitohaina R. (2002).** Cellular mechanism of vasculo-protection Inducedby polyphénol on the endothelium. *Annales de cardiologie et d'angéiologie*, 51: 304-315.
- ✚ **Marín, L., Gutiérrez-del-Río, I., Entrialgo-Cadierno, R., Villar, C.J. &Lombó, F. (2018).** De novo biosynthesis of myricetin, kaempferol and quercetin in *Streptomyces Albus* and *Streptomyces coelicolor*. *Plos one*, 13 (11): 1-16.
- ✚ **Mc Dougald LR, Da sliva JML, Sails J, Braga M. (1987)** A survey of sensitivity to Anticoccidial drugs in 60 isolates of coccidia from broiler chickens in Brazil and argentine *Avian Diseases* 31(2):287-292.
- ✚ **Mc Dougald LR .2003.** Coccidiosis .*Diseases of Poultry (11 Th edition)*. Iowa state university press: *Ames, IA, USA*.
- ✚ **McDougald, L.R. & Fitz-Coy, S.H. (2008).** Protozoal Infections. Pp.: 1067-1085. In: *Diseases of Poultry. 12 Th Editions. Blackwell Publishing.*
- ✚ **Macheix, J.J., Fleuriet, A. & Jay- Allemand, C.H. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux. *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.*
- ✚ **Macheix J.J., Fleuriet A. et Sarni- Machado P. 2006.** Composés phénoliques dans la plante : Structure, biosynthèse, et rôles. *Les polyphénols senagro alimentaire. Edition Tec &Doc Lavoisier.*
- ✚ **Mc Sweeney C.S .Palmer B., Mcneill D.M., Krause D.O., 2001.** Microbial interaction with tannins: nutritional consequence for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*.Vol (91) p 83- 93.

- ✚ **Mehlhorn, H. (2016).** Protozoan Parasites. *Animal Parasites*. Pp: 33-249.
 - ✚ **Merck S; Dohme I, (1958).** Manuel aviculture. 1er Edition. P 52-46, boul. *l'atour-Maubourg, Paris*.
 - ✚ **Messaï A, (2015).** Utilisation de l'armoise et de l'eau de riz en traitement adjuvant de la Coccidiose chez le poulet de chair. Université frères Mentouri-Constantine, Institut des Science en vétérinaires. *Option Pathologie aviaire*. Constantine (Algérie).
 - ✚ **Meissner, W. J. 1819 .***Chem. Phys.*, 25, 379.
 - ✚ **Mohamed Hachimi, Driss Belghyte, Khadija El kharrim, Youssef ElGumarie 2008.** Coccidiose du Poulet dans les régions du GARB (MAROC):149; 45-60.
 - ✚ **Mohsenzadeh, F., A. Chehregani, and H. Amiri.2011.**Chemical composition, antibacterial activity and cytotoxicity of essential oils of *Tanacetum parthenium* in different developmental stages. *Pharmaceutical Biology* 49:920-6.
 - ✚ **Mohsenzadeh, F., A. Chehregani, and H. Amiri. 2011.** Chemical composition, antibacterial activity and cytotoxicity of essential oils of *Tanacetum parthenium* in different developmental stages. *Pharmaceutical Biology* 49:920–6.
 - ✚ **Mncwangi, W .Chen, I. Vermaak, A .M. Vilojoen, and N. Guericke .2012.** Devil's claw a review of the ET hnotbny, photochemistry and biological activity of *Harpagophytum procumbens*. *Journal of Ethanopharmacologie*143:755-771.
- N
- ✚ **Naciri M. 2001.** Les moyens de lutte contre la coccidiose aviaire. Nouzilly, édition ; *INRA*. 124p.
 - ✚ **Naciri M., De Gussem K., Fort G., Bernardet N., Nérat F. et Chaussé A.M. (2003).** Intérêt des anticoccidiogrammes pour une prévention efficace de la coccidiose du poulet. *Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole*, Tours.
 - ✚ **Naciri M., fort G., Picaud T. et Rcoquillay F. (2005).** Etude de l'efficacité de deux formules d'extraits végétaux EMX1 et EMX2 dans la prévention des coccidioses a *E. acervulina* et *E. tenella* du poulet label. *Sixièmes journées de la recherche avicole, StMalo, France*, 384-388.
 - ✚ **Naciri, M. & Brossier, F. (2009).** Les coccidioses aviaires: importance et perspectives de Recherche. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*. Pp.: 47-50.
 - ✚ **Naczki, M. & Shahidi, F. (2004).** Extraction and analysis of phenolic in food. *Journal of Chromatography A*, 1054: 95–111.
 - ✚ **Nowak, R. 1994.** Hungary sees an improvement in penicillin resistance. *Science*, 264, 364.

O

- ✚ **Ola-Fadunsin, S.D. & Ademola, I.O. (2014).** Anticoccidial effects of *Morinda lucida* Acetone extracts on broiler chickens naturally infected with *Eimeria* species. *Pharmaceutical biology*, 52 (3): 330-334.
- ✚ **Oueslati, H.-A. & Ghédira, K. (2015).** Notes ethnobotanique et phytopharmacologique sur *Trigonella foenum graecum*. *Phytothérapie*, 13: 234-238.
- ✚ **Ovington KS, Alleva LM, Kerr EA .1995.** Cytokines and immunological control of *Eimeria* SPP, *International Parasitology* 25:1331-1351.

P

- ✚ **Pacheco N.O, Vetterling J.M., Doran D.J., 1975** Ultrastructure of cytoplasm and nuclear changes in *Eimeria tenella* first generation schizogony in cell culture. *Journal Parasitol*, 61, 1, 31 -42.
- ✚ **Pelletier S. W.** Alkaloids, Chemical and Biological Perspectives, Ed. S. W. Pelletier, *John Wiley and Sons, New York*, 1983.
- ✚ **Phatak H., Phatak SV., Heble MR., (2002).** Organogenesis and terpenoides, *Fitoterapia*, 73,32-39.
- ✚ **Price K. and Barta J.R. (2010).** Immunological control of coccidiosis in poultry. *Studies by Undergraduate Researchers at Guelph*, 4 (1): 101-108.

Q

- ✚ **Quiroz-Castañeda, R.E. & Dantán-González, E. (2015).** Control of avian coccidiosis: future and present natural alternatives. *Bio Med research international*, Pp.: 1-11.

R

- ✚ **Rahmani A., Ghalmi F., Koualed Y., Chibani A., Klikha A., Saadi A., 2015** .Effets de l'huile essentielle de thymus vulgaris sur l'infection coccidiens des poulets de chair : évaluation de l'efficacité anticoccidienne et des performances zootechniques 7^{ème} séminaire International de Médecine Vétérinaire ISVK – 11&12 Avril 2015
- ✚ **Remmal A., Achahbar S., Bouddine L., Chami N. and Chami F. (2011).** In vitro destruction of *Eimeria* oocysts by essential oils. *Veterinary Parasitological* 182: 121-126.
- ✚ **Richter, G. (1993).** Les composés phénoliques métabolisme des végétaux, (physiologie et Biochimie), Edition Dunod, Pp: 331-337.
- ✚ **Ruff M.D. (1999).** Important parasites in poultry production systems. *Veterinary Parasitological* 84: 337-347.

S

- ✚ **Shirley M.W. (1995).** *Eimeria* species and strains of chickens. In: Eckert J., Braun R., Shirley M.W., and Coudert P. Biotechnology Guidelines on Techniques in Coccidiosis Research. *Published by the European Commission. Luxembourg*, pp. 1-24.
- ✚ **Shirley M W., Adrian LS ., Tomley F M. 2005.** La biologie des *Eimeria* aviaire avec un accent sur leur contrôle par vaccination. *AdvParasitol*; 60: 285- 330.
- ✚ **Shauenbreg.P, Paris F., 2005.** Guide de plantes médicinales. Analyse, description et utilisation de 400 plantes .2éme édition. Edition .*Delachux et Niesté, Neuchatel.Suisse*
- ✚ **Silva, J.; W. Abebe, S .M. Sousa, V. G. Duarte, M. I. Machado and F. J .Matos. 2003** Analgesic and anti –inflammatory effects of essential oils of Eucalyptus *journal of Ethanopharmacologie*.
- ✚ **Singla D., Sharma A., Kaur J., Panwar B., Gajendra PS., &Raghava. 2010.** BIAdb : A curated database of alkaloids .*BMC Pharamacology*, 8 : 4-10
- ✚ **Souilem. O et Gogny. M, 1994,** Particularités de la physiologie digestive des volailles. *Revue de la médecine vétérinaire*, juillet 1994, (145), 525 – 537
- ✚ **Subramani, R, M, Narayanasamy, and K-D. Feussner .2017.** Plant –dervied antimicrobials to fight against multi-drug –resistant human pathogens .*Avian pathology* 40: 341- 347
- ✚ **Stewart, k. M, and D. Cole.2005.**the commercial harvest of Devil’s Claw (*Harpagophytum* spp) in southern Africa: the devil’s in the details. *Journal of Ethnopharmacology* 100:225-236.
- ✚ **Stotish RL, Wang CC., and Meyenehofer M. 1978.** Structure and composition of the oocysts wall of *Eimeria tenella* .*Parasitol*, 64, 6, 1074- 1081.

T

- ✚ **Tanghort M, (2013).** Action oocysticide des huiles essentielles et leur composés majoritaires in vitro/Application in vitro sur la coccidiose sévère la dinde. Université de Sidi Mohamed Ben Abdellah. Faculté des sciences et techniques. Département Des sciences de la vie.
- ✚ **Thillerot.M, 1980 .**Chapitre IV Principales maladies infectieuses des volailles. *Hygiène vétérinaire*, édition. j.-b. baillière, 114 - 117.
- ✚ **Thofner I., Susanne Elisanthpors., Torben Wilde Schou ., Per TheboOle .2013.**Effets protecteurs extraits d’Artemisinine et *Artemisia annua* sur la coccidiose caecale clinique chez les poulets de chair. *Acts du 18e Congrès de l’association mondiale de la volaille vétérinaire* ,721-722.

- ✚ Tierney J., Gowing H., Van Sincere D., Flynn S., Stanley L., McHardy N., Hallahan S. and Mulcahy G. (2004). In vitro inhibition of *Eimeria tenella* invasion by indigenous chicken *Lactobacillus* species. *VeterinaryParasitology*122 : 171-182.
- ✚ Trabsa H, 2011. Propriétés antioxydants et activité inhibitrice de la xanthine oxydase des extraits de la plante médicinale *Peganum harmala* L. Thèse de Magister en biotechnologie, Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie, Université Mohammed Kheider, Biskra.
- ✚ Trease G.E., Evans W.C., 1989. A textbook of pharmacognosy (13 Edition) *Bacilluere Tianl L td, London.*
- V
- ✚ Vancraeynes D. Mariem M, De pandt W, Nérat F, Naciri ,2011.effet du décoquetâtes sur la coccidiose du poulet de chair déterminée par les tests de sensibilités aux coccidiostatiques neuvième journée de recherche avicole, tours 533 – 537
- ✚ Valent .j .Aromathérapie « traitement des maladies par les essences des plantes » Edition, Vigot 2001.
- ✚ Villate. D, 2001. Anatomie des oiseaux, Maladies et affections diverses. Édition. INRA, 18 – 362, l'appareil digestif, pages 27-38 Les maladies des volailles.
- W
- ✚ Waldenstedt, L., Elwinger, K., Lunden, A., Thebo, P. &Uggla, A. (2001). Sporulation of *Eimeria maxima* oocysts in litter with different moisture contents. *Poultry science*, 80(10): 1412-1415.
- ✚ Wichtl, M., and Biss ET N G., 2000. Herbal drugs and phytopharmaceuticals. Third Edition, CRC press: *Boca Raton, FL, USA*, 708p.
- ✚ Wichtel M., Anton R. Plantes thérapeutiques: tradition, pratiques officinales, *science et thérapeutiques*, 1999, Edition. Tec ET Doc.
- ✚ Williams R.B. (1999).Compartmentalized model for the estimation of the cost of coccidiosis to the world's chicken production industry. *International Journal for Parasitology*29: 1209-1229.
- ✚ Williams C.A., Grayer R .J., 2004. Anthocyanin and other flavonoïde. *Nat .Prod .Rep.* 21(4), 539-573.
- ✚ Wolgast J., Anklam E., 2000. Review on polyphenol in *Theobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International* 33: 423 - 447.

Y

- ✚ **Yinyang J1, Mpondo E1, Tchatat M2, Ndjib RC3, Mvogo Ottou PB3, Dibong SD 2014.** Les plantes à alcaloïdes utilisées par les populations de la ville Douala (Cameroun). *Journal of Applied Biosciences* 78:6600 – 6619.
- ✚ **Yvoré P. 1992.** Les coccidioses en aviculture in : Manuel de pathologie aviaire. *Maison d'Alfort: ENVA, Paris*, pp 313-317.
- ✚ **Youyou Tu ,2021** Avancées des recherche sur les ingrédients chimique dans l'Artemisia annua L. *D'Artemisia annua L .aux artémisinine* ,133-148.

X

- ✚ **Xu J-H., Qin Z-H., Liao Y-S., Xie M-Q., Li A-X., Cai J-P. 2008.** Characterization and expression of an actin-depolymerizing factor from *Eimeria tenella*. *Parasitol Res.*, **103** : 263-270.

Z

- ✚ **Zaman, M.A., Iqbal, Z., Abbas, R.Z. & Khan, M.N. (2012).** Anticoccidial activity of Herbal complex in broiler chickens challenged with *Eimeria tenella*. *Parasitology*, 139: 237-243.
- ✚ **Zenk M H., Juenger M., 2007.** Evolution and currents status of the photochemistry of nitrogenous compounds. *Phytochemistry*.68. 2757-2772.
- ✚ **Ziegler J., Facchini P., (2008).** Alkaloïde Biosynthesis: Metabolism and Trafficking. *Annu Revue Biol.* Vol (59): 735-769.

GLOSSAIR

Glossaire

- ✚ **Aliments en conversion:** Les « aliments en conversion », sont les aliments pour animaux produits au cours de la période de conversion à la production biologique.
- ✚ **Anticoccidiens:** Sont des antibiotiques utilisés contre la coccidiose aviaire.
- ✚ **Apicomplexa:** un organisme unicellulaire parasite de métazoaires, sans flagelle ou appareil locomoteur spécialisé sauf à certains moments (avec complexe apical) du cycle vital qui fait généralement intervenir plusieurs hôtes.
- ✚ **Aviaire:** Relatif aux oiseaux.
- ✚ **Aviculture:** Elevage des oiseaux, surtout des volailles : poulets, dindes, oies, canards.
- ✚ **Conversion:** La "conversion" est le passage de l'agriculture non biologique à l'agriculture biologique pendant une période donnée, au cours de laquelle les dispositions relatives au mode de production biologique ont été appliquées.
- ✚ **Coccidies:** sont des **parasites protozoaires** (appartenant au groupe des Apicomplexa), qui se caractérisent par une infestation digestive chez l'hôte définitif, aboutissant à la production d'oocystes libérés dans les fèces.
- ✚ **Corps de Stieda:** bouchon qui renferme un sporocyste de coccidie.
- ✚ **Densité:** La densité qui définit le nombre de sujets par unité de surface.
- ✚ **Entérocytes:** cellules des intestins et du colon qui participe à l'absorption des nutriments et la sécrétion des enzymes digestives.
- ✚ **Fèces:** Matières fécales restes de la digestion éliminé par l'anus.
- ✚ **Gamogonie:** phase sexuée du cycle qui se termine par la fécondation, la formation du zygote et l'émission de l'oocyste dans le milieu extérieur.
- ✚ **Gain de poids :** Le poids vif des poussins a été enregistré chaque six jours dès le départ du traitement.
$$\text{GPM} = (\text{poids moyen final des oiseaux vivantes dans une cage}) - ((\text{poids moyen initial de tous les oiseaux dans cette cage}) + (\text{poids des oiseaux morts})).$$
- ✚ **Hôte:** organisme qui porte le parasite.
- ✚ **Indice de consommation IC :** représente le rapport entre la quantité d'aliments consommés et le gain de poids obtenu :
$$\text{IC} = \frac{\text{Quantité d'aliment consommé pendant une période (g)}}{\text{gain de poids durant la période (g)}}.$$
- ✚ **Litière:** matière organique de débris végétaux amassée sur le sol.

- + **Mérogonie:** pénétration du stade infectant (le sporozoïte) dans les cellules de l'hôte et série de multiplication asexuées.
- + **Mérozoïtes:** est une cellule fille d'un protozoaire parasite. Les mérozoïtes sont le résultat de la reproduction asexuée (schizogonie, mérogonie). Dans le cas de la coccidiose, les mérozoïtes forment la première phase du cycle de vie interne du coccidia.
- + **Oocyste:** œuf enkysté de protozoaires.
- + **Ookystes:** forme de reproduction et de résistance enkystée de certains protozoaires
Comme les coccidies qui résulte de la fusion, des micros et macrogamètes pour former un œuf.
- + **Schizogonie:** formation de schizogonies (mérozoïtes) dans des cellules cibles.
- + **Sporogonie:** période pendant laquelle les oocystes (formes libres dans le milieu extérieur) vont sporuler pour devenir infectants.
- + **Trophozoïte:** est l'étape de l'alimentation active dans le cycle de vie des parasites protozoaires. Le Trophozoïte subit la schizogonie et se développe en schizose qui contient les mérozoïtes.
- + **taux de mortalité:** est un facteur important de rentabilité puisqu'il influence aussi bien l'indice de consommation que le prix de revient. Le taux de mortalité exprimé en pourcentage (%) est calculé à partir de la formule suivante :
TM (%) = Nombre de sujets morts / Nombre de sujets mis en place

الملخص

كوكسيديا هو التهاب طفيلي شائع لدى الطيور ناتج عن الاوليات *Eimeria* من عائلة *Eimeriidae* المنتمية الى شعبة *Apicomplexa* والتي تضم سبعة انواع المعروفة جيدا عند الدجاج اللحم، وهذه الانواع هي: *Eimeria tenella*, *Eimeria brunetti*, *Eimeria maxima*, *Eimeria necatrix*, *Eimeria acervulina*, *Eimeria praecox* et *Eimeria mitis* وهذه الاخيرة تتطور على المستوى نسيج داخلي للأمعاء.

التعفن بواسطة *Eimeria* يسبب أضرار على المستوى نسيج داخلي للأمعاء مصحوبا بالتهاب حاد وسوء الامتصاص للأغذية، خسارة الوزن وارتفاع معدل الوفيات.

الطرق المتخذة في العلاج تتوقف على استعمال مضادات كوكسيديا وعلى التطعيم ولكن ظهور سلالات مقاومة للمضادات كوكسيديا توجب علينا ايجاد طرق بديلة للعلاج.

دراستنا لها هدف وهو ذكر امثلة عن المستخلصات نباتية الطبية التي لها نشاط مضاد للكوكسيديا.

مختلف النباتات التي ذكرناها ومستخلصاتها كشفت لنا انها تقلص من انتاج البويضات، *Eimeria* تقلل من شدة الضرر، تحسن من زيادة الوزن ومؤشر استهلاك

هذا تأثير مضاد كوكسيديا راجع الى توفره على مكونات نشطة لاسيما في المركبات الفينولية، الزيوت الاساسية والقلويدات.

الكلمات المفتاحية: نشاط المضاد للكوكسيديا، كوكسيديا الطيور، النباتات الطبية، دجاج اللحم

Résumé

La coccidiose est une infection parasitaire fréquente chez les volailles. Elle est causée par des protozoaires du genre *Eimeria* de la famille des *Eimeriidae* appartenant au phylum *Apicomplexa*, qui inclut sept espèces bien connues chez les poulets de chair (*Eimeria tenella*, *Eimeria brunetti*, *Eimeria maxima*, *Eimeria necatrix*, *Eimeria acervulina*, *Eimeria praecox* et *Eimeria mitis*). Pouvant infecter les poulets et se développer spécifiquement dans les entérocytes de l'épithélium intestinal.

L'infection par *Eimeria* provoque des dommages de l'épithélium intestinal qui s'accompagne d'une inflammation sévère, une mauvaise absorption des nutriments, une perte de poids et une forte mortalité chez les poulets. La prophylaxie repose sur l'utilisation d'anticoccidiens et sur la vaccination. Mais l'apparition des souches résistantes aux anticoccidiens nécessite de trouver des moyens de lutte alternative.

Notre étude a pour objectif de citer des exemples d'extraits de plantes médicinales ayant une activité anticoccidienne. Les différentes plantes mentionnées et leurs extraits révèlent que leurs substances bioactives réduisent l'excrétion d'oocystes d'*Eimeria sp*, diminuent la gravité des lésions, préviennent la mortalité, améliorent le gain de poids et l'indice de consommation. Cet effet anticoccidien est attribué à leur richesse en principes actifs, notamment les composés phénoliques, les huiles essentielles et les alcaloïdes.

Mots-Clés : Activité anticoccidienne, coccidiose aviaire, métabolites secondaires, plantes médicinales, poulets de chair.

Abstract

Coccidiosis is a Common parasitic infection in poultry. It is caused by protozoa of the genus *Eimeria* of the *Eimeriidae* family belonging to the phylum *Apicomplexa*, which includes seven species well known in broilers (*Eimeria tenella*, *Eimeria brunetti*, *Eimeria maxima*, *Eimeria necatrix*, *Eimeria acervulina*, *Eimeria praecox* and *Eimeria mitis*). Can infect chickens and develop specifically in enterocytes of the intestinal epithelium.

Infection with *Eimeria* causes damage to the intestinal epithelium which is accompanied by severe inflammation, poor absorption of nutrients, weight loss and high mortality in chickens. Prophylaxis is bases on the use of anticoccidial drugs and vaccination. But the emergence of strains resistant to anticoccidials requires finding alternative means of control.

Our study aims to cite examples of extracts of medicinal plants with Anticoccidial activity. The various herbs mentioned and their extracts show that their bioactive substances reduce the excretion of *Eimeria* sp oocysts, decrease the severity, improve weight gain and consumption index. This anticoccidial effect is attributed to their richness in active ingredients, in particular phenolic compounds, essential oil and alkaloids.

Key-words: Anticoccidial activity, avian coccidiosis, secondary metabolites, medicinal plants, broilers.