



Institut des Sciences  
Vétérinaires-Blida

Université Saad  
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

**L'IMPACT DE L'ASPERGILLOSE DANS LES ÉLEVAGES AVICOLES DANS  
LA REGION DE SOUAGUI DE LA WILAYA DE MEDIA**

Présenté par

➤ **LARACHI Billal**  
➤ **DELLOULI AISSA**

Devant le jury :

<b>Présidente :</b>	ABDELAOUI Lynda	MAA	ISV. BLIDA
<b>Examinatrice :</b>	DAHMANI Asma	MAA	ISV. BLIDA
<b>Promotrice :</b>	AIT ISSAD Nassima	MAA	ISV. BLIDA

**Année : 2016/2017**



## **REMERCIEMENT**

*Avant tout, je remercie **Dieu** de m'avoir  
donné le courage, la patience et la  
volonté pour achever ce travail.*

*Mes vifs remerciements et ma profonde  
gratitude s'adressent respectivement à ;  
ma promotrice*

*AIT ISSAD Nassima*

*Qui a accepté de m'encadrer. je la  
remercie infiniment pour son aide, ses  
orientations, sa patience.*

*Je tiens à remercier*

*Madame ABDELLAOUI Lynda  
d'avoir Accepté de présider cetravail*

*Madame DAHMANI Asma*

*pour avoir accepté d'examiner mon travail.*

*.Je remercie tous les vétérinaires pour  
leur aimable accueil.*

*Je remercie enfin tous ceux qui ont participé de près ou de loin  
pour la réalisation de ce travail*

# *DEDICACE*

**A MA TRÈS CHÈRE MÈRE : CHERIFA**

**A MON TRÈS CHER PÈRE : MOHAMMED**

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour vous. Vous m'avez comblé avec votre tendresse et affection tout au long de mon parcours. Vous n'avez cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, vous avez toujours été présents à mes cotés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour vous, recevez ce travail en signe de ma vive reconnaissance et mon profond estime. Puisse le tout puissant vous donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse vous combler à mon tour.

**A Mes frères et sœurs : Fouzia, Hamza, Assia, Saïd**

**Sans oublier mon frère Abdelrahmen et aemme Khadîdja et ma sœur Djamilia  
et son mari Saleh**

**Je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de  
Réussite et de sérénité.**

**Je vous exprime à travers ce travail mes sentiments de  
Fraternité et d'amour**

**A mes très chers oncles : Elsaid, Lakhdar, Bachir, Belkhacem, Ayache et sa  
famille**

**A mes chères tantes : M'barka, Saadia, Razika, Khadîdja et sa famille**

**Vous avez toujours été présents pour les bons conseils.  
Votre affection et votre soutien m'ont été d'un grand secours au  
Long de ma vie professionnelle et personnelle.**

**Veillez trouver dans ce modeste travail ma reconnaissance pour  
Tous vos efforts.**

**A mes chers ami(e)s : Bilel, belkhacem, Omar, Bachir, Ayache, Hakim, Imad,  
Yacine**

**Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon  
affection et mes pensées, vous êtes pour moi des  
Frères et des amis sur qui je peux compter.**

**En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de  
Tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous dédie  
Ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de  
Bonheur.**

**LARACHI BILLAL**

# *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire à :*

*• Mes parents :*

*Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*Mon Père et mon grand Frère, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.*

*Mes frères et sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.*

*A mes Amis (Dr roufaïda, Dr kihal mourad ,Dr larachi bilal, Dr jedi ahmed khlofi ,*

*Dr chatouh oussama)*

# Résumé

## **Résumé**

*Aspergillus fumigatus*, moisissure banale de l'environnement, est un pathogène opportuniste majeur pour les oiseaux. ce travail présente dans un premier temps une synthèse bibliographique des connaissances actuelles sur l'aspergillose des oiseaux d'élevage. Dans un second temps, une enquête conduite auprès de 20 vétérinaires spécialisés en médecine aviaire, a pour objectif d'évaluer l'importance de cette maladie dans l'élevage avicole.

Cette enquête a montré que l'aspergillose aviaire reste une maladie d'actualité. Elle affecte majoritairement les dindes et les poulets. Son apparition semble favorisée par certaines conditions d'élevage (paille poussiéreuse, sous ventilation, surdensité) accentuées pendant les saisons froides. L'aspergillose s'exprime surtout par des troubles respiratoires dans sa phase aiguë comme chronique, bien qu'elle puisse devenir systémique. L'enjeu actuel pour les vétérinaires de terrain concerne les mesures de lutte, en l'absence de traitements autorisés sur les animaux.

### **Mots clés :**

ASPERGILLOSE, QUESTIONNAIRE, PROFESSION VETERINAIRE, AVICULTURE, VOLAILLES.



## **Summary**

The fungal species *Aspergillus fumigatus* is considered as a major opportunistic pathogen in birds. The first part of the present thesis is a bibliographic synthesis of actual knowledge on aspergillosis in poultry. The second part includes a questionnaire-based survey driven to 20 veterinary practitioners specialized in avian medicine. This survey aimed to assess the importance of aspergillosis in avian farms in Medea in 2017. This investigation confirmed that aspergillosis remains a real problem especially in turkeys and in ducks. Predisposing factors include certain conditions of animal husbandry (straw full of dust, under aeration, high density) accentuated during cold seasons. Aspergillosis is a respiratory disease in its acute or chronic form, although it can become systemic. The major concern for the practitioners is the control of the disease, in the absence of treatments registered in animals.

### **Keywords:**

ASPERGILLOSIS, QUESTIONNAIRE, VETERINARY PROFESSION, POULTRY  
FARMING, POULTRY

## المخلص

الأسبرجلوس فوميجاتوس هو نوع من الفطريات الإنتهازية المسببة للأمراض وبشكل كبير عند الطيور. تقدم هذه الأطروحة في المرحلة الأولى إستعراض المعرفة الحالية حول داء الأسبرجلوز عند تربية الطيور. وفي المرحلة الثانية إستطلاع على شكل مجموعة من الأسئلة أجري بين 20 من الأطباء البيطريين المتخصصين في طب الطيور، ويهدف إلى تقييم أهمية هذا المرض في إقليم المدية للعام 2017. وأظهر هذا الإستطلاع أن أسبرجلوز الطيور لا يزال المرض الحالي. وهو يؤثر بشكل رئيسي على الديك الرومي و الدجاج. ظهوره يتجلى في بعض شروط التربية (قلة التهوية أو إنعدامها، الكثافة العالية، والأتبان المتسخة) تزداد حدته في المواسم الباردة. الأسبرجلوز يتمثل أساسا في إضطرابات الجهاز التنفسي في المحلة الحادة كما المزمنة، على الرغم من أنها يمكن أن تصبح نظامية. التحدي الحالي للبيطريين يتمثل في مقاييس السيطرة، في ظل غياب العلاج المعتمد على الحيوانات.

### الكلمات المفتاحية :

الأسبرجلوز، لائحة الأسئلة، البيطرة، تربية الدواجن، الدواجن.

# Liste des figures

<b>Figure 01</b>	Principaux producteurs de viande de volailles dans le monde en 2011.	<b>PAGE 01</b>
<b>Figure 02</b>	Évolution de la part des principaux exportateurs dans les échanges mondiaux de viande de volailles entre 1994 et 2011.	<b>PAGE 01</b>
<b>Figure 03</b>	Répartition des différentes spéculations avicole en Algérie.	<b>PAGE 02</b>
<b>Figure 04</b>	Organisation schématique des filières avicoles en fonction des produits terminaux.	<b>PAGE 03</b>
<b>Figure 05</b>	Organisation schématique d'un couvoir.	<b>PAGE 05</b>
<b>Figure 06</b>	Secteur propre du couvoir (incubateurs).	<b>PAGE 05</b>
<b>Figure 07</b>	Secteur sale du couvoir (tri des poussins).	<b>PAGE05</b>
<b>Figure 08</b>	Secteur sale du couvoir (éclosion des poussins).	<b>PAGE05</b>
<b>Figure 09</b>	Filière chair.	<b>PAGE06</b>
<b>Figure10</b>	Filière ponte.	<b>PAGE06</b>
<b>Figure 11</b>	Les phases d'élevage successives dans les filières chair et ponte.	<b>PAGE 07</b>
<b>Figure 12</b>	Culture d' <i>Aspergillus fumigatus</i> .	<b>PAGE 08</b>
<b>Figure 13</b>	Hyphes du champignon <i>Aspergillus fumigatus</i> .	<b>PAGE 08</b>
<b>Figure 14</b>	Polysaccharides composant la paroi d' <i>Aspergillus fumigatus</i> .	<b>PAGE 09</b>
<b>Figure 15</b>	Caractéristiques ultrastructurales de la paroi du mycélium (a, b) et de la conidie (c, d) d' <i>A.fumigatus</i> .	<b>PAGE 10</b>
<b>Figure 16</b>	Conidiophore d' <i>A. Fumigatus</i> en microscopie électronique à balayage	<b>PAGE 12</b>
<b>Figure 17</b>	Schéma d'une tête aspergillaire.	<b>PAGE 12</b>
<b>Figure 18</b>	Cycle du développement des champignons du genre <i>Aspergillus</i> .	<b>PAGE 13</b>
<b>Figure 19</b>	Importance de l'aspergillose parmi les maladies parasitaires et fongiques de la dinde en 2010.	<b>PAGE 14</b>
<b>Figure 20</b>	Œufs infectés par <i>A.fumigatus</i> .	<b>PAGE 15</b>
<b>Figure 21</b>	Facteurs influençant la qualité de la litière et l'apparition de la maladie.	<b>PAGE 17</b>
<b>Figure 22</b>	Dyspnée chez un poussin.	<b>PAGE 20</b>
<b>Figure 23</b>	Troubles nerveux chez un poulet, paralysie partielle des ailes et paralysie postérieure.	<b>PAGE 20</b>
<b>Figure 24</b>	Hyphes obstruant la lumière des para bronches.	<b>PAGE 22</b>
<b>Figure 25</b>	Nodules aspergillaires sur un poumon de dinde.	<b>PAGE 22</b>
<b>Figure 26</b>	Poumon et sacs aériens de dinde recouverts d'un matériel caséux blanchâtre avec de la moisissure grisâtre, suggérant une sporulation fongique.	<b>PAGE 22</b>
<b>Figure 27</b>	lipidose hépatique, congestion hépatique de dinde.	<b>PAGE 22</b>
<b>Figure 28</b>	Section longitudinale d'une colonne vertébrale de poulets.	<b>PAGE 22</b>
<b>Figure 29</b>	Culture d' <i>Aspergillus fumigatus</i> sur milieu Sabouraud-chloramphénicol.	<b>PAGE 23</b>

<b>Figure 30</b>	Coupes histologiques de poumon de poulet atteint d'une aspergillose pulmonaire ( <i>Coloration HES/grossissement x 400</i> ).	<b>PAGE 24</b>
<b>Figure 31</b>	Coupes histologiques de poumon de poulet atteint d'une aspergillose pulmonaire ( <i>Coloration HES/grossissement x 1000</i> ).	<b>PAGE 24</b>
<b>Figure 32</b>	Coupes histologiques de poumon de poulet atteint d'une aspergillose pulmonaire ( <i>Coloration PAS/grossissement x 400</i> ).	<b>PAGE 24</b>
<b>Figure 33</b>	Coupes histologiques de poumon de poulet atteint d'une aspergillose pulmonaire ( <i>Coloration PAS/grossissement x 630</i> ).	<b>PAGE 24</b>
<b>Figure 34</b>	Aspects histologiques d'une aspergillose pulmonaire de poulet ( <i>Coloration GG/grossissement x 400</i> ).	<b>PAGE 24</b>
<b>Figure 35</b>	Coupes histologiques d'une aspergillose pulmonaire de poulet ( <i>Coloration GMS/grossissement x 400</i> ).	<b>PAGE 24</b>
<b>Figure 36</b>	Aspect histologique d'un granulome d'origine fongique chez un oiseau.	<b>PAGE 25</b>
<b>Figure 37</b>	Pourcentage des vétérinaires ayant répondu pour l'espèce considérée comme la plus touchée par la maladie.	<b>PAGE 40</b>
<b>Figure 38</b>	Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives au poulet de chair (atteintes d'aspergillose), en fonction de l'âge.	<b>PAGE 41</b>
<b>Figure 39</b>	Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives à la dinde (atteinte d'aspergillose), en fonction de l'âge.	<b>PAGE 41</b>
<b>Figure 40</b>	Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives à la poule pondeuse (atteintes d'aspergillose), en fonction de l'âge.	<b>PAGE 42</b>
<b>Figure 41</b>	Pourcentage sur l'ensemble des réponses, du type de litière dans les élevages touchés par l'aspergillose.	<b>PAGE 42</b>
<b>Figure 42</b>	Nombre de réponses en fonction de la saison	<b>PAGE 43</b>
<b>Figure 43</b>	Parmi ceux qui ont répondu, pourcentage de vétérinaires ayant donné une estimation de l'hygrométrie moyenne du bâtiment.	<b>PAGE 44</b>
<b>Figure 44</b>	Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives aux troubles respiratoires, des différents signes cliniques rencontrés.	<b>PAGE 45</b>
<b>Figure 45</b>	Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives aux troubles nerveux, des différents symptômes rencontrés.	<b>PAGE 45</b>
<b>Figure 46</b>	Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives à l'atteinte de l'état général, des différents signes cliniques rencontrés.	<b>PAGE 46</b>
<b>Figure 47</b>	Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives aux troubles respiratoires, des différents symptômes rencontrés.	<b>PAGE 46</b>
<b>Figure 48</b>	Parmi ceux qui ont répondu, pourcentage des vétérinaires ayant évalué le taux de morbidité des jeunes.	<b>PAGE 47</b>
<b>Figure 49</b>	Parmi ceux qui ont répondu, pourcentage de vétérinaires ayant évalué le taux de morbidité des adultes.	<b>PAGE 48</b>

<b>Figure 50</b>	Parmi ceux qui ont répondu, pourcentage de vétérinaires ayant évalué le taux de mortalité des jeunes.	<b>PAGE 48</b>
<b>Figure 51</b>	Parmi ceux qui ont répondu, pourcentage de vétérinaires ayant évalué le taux de mortalité des adultes.	<b>PAGE 49</b>
<b>Figure 52</b>	Parmi ceux qui ont répondu, pourcentage de vétérinaires en fonction du/des lieux où est établi le diagnostic.	<b>PAGE 50</b>
<b>Figure 53</b>	Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives au traitement, des différentes molécules utilisées.	<b>PAGE 50</b>
<b>Figure 54</b>	Parmi ceux qui utilisent un traitement, pourcentage de vétérinaires en fonction du mode d'administration.	<b>PAGE 51</b>
<b>Figure 55</b>	Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, de l'état de la litière dans les élevages touchés par l'aspergillose.	<b>PAGE 51</b>

# Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b>	Résultats des vétérinaires ayant répondu pour l'espèce considérée comme la plus touchée par la maladie.	<b>PAGE 32</b>
<b>Tableau 02</b>	Résultats de l'ensemble des réponses relatives aux trois spéculations (atteintes d'aspergillose), en fonction de l'âge.	<b>PAGE 33</b>
<b>Tableau 03</b>	Résultats de l'ensemble des réponses, du type de litière dans les élevages touchés par l'aspergillose.	<b>PAGE 33</b>
<b>Tableau 04</b>	Résultats du nombre de réponses en fonction de la saison.	<b>PAGE 34</b>
<b>Tableau 05</b>	Résultats des vétérinaires ayant donné une estimation de l'hygrométrie moyenne du bâtiment.	<b>PAGE 34</b>
<b>Tableau 06</b>	Résultats cliniques rencontrés en forme aigüe. de l'ensemble des réponses relatives aux différents signes.	<b>PAGE 35</b>
<b>Tableau 07</b>	Résultats de l'ensemble des réponses relatives aux différents signes cliniques rencontrés en forme chronique.	<b>PAGE 36</b>
<b>Tableau 08</b>	Résultats des vétérinaires ayant évalué le taux de morbidité des jeunes et des adultes.	<b>PAGE 37</b>
<b>Tableau 09</b>	Résultats des vétérinaires ayant évalué le taux de mortalité des jeunes des adultes.	<b>PAGE 37</b>
<b>Tableau 10</b>	Résultats des vétérinaires ayant précisé la méthode diagnostique.	<b>PAGE 38</b>
<b>Tableau 11</b>	Résultats de l'ensemble des réponses, en fonction des molécules utilisées et le mode d'administration.	<b>PAGE 38</b>
<b>Tableau 12</b>	Résultats des vétérinaires ayant précisé les facteurs favorisant l'aspergillose.	<b>PAGE 39</b>

# Liste des abréviations

<b>ADN</b>	Acide Désoxyribonucléique.
<b>CAM</b>	Chorioallantoic membrane (Membrane Chorioallantoidienne).
<b>ELISA</b>	Enzyme Line Immunosorbent Assay (méthode immmmuno-enzymatique).
<b>GMQ</b>	Gain Moyen Quotidien.
<b>HES</b>	Hemalun Eosine Safran .
<b>OAC</b>	Œuf à Couver.
<b>PAS</b>	Acide Périodique Schiff.
<b>PI</b>	Post Infection.
<b>PIB</b>	Produit intérieur brut.
<b>UE</b>	Union Européenne.
<b>ONAB</b>	Office Nationale des Aliments du Bétails.
<b>ORAC</b>	Office Régionale d'Aviculture du Centre.
<b>ORAVIO</b>	Office Régionale d'Aviculture de l'OUEST.
<b>ORAVIE</b>	Office Régionale de l'Aviculture de l'Este.
<b>EUA</b>	Etats-Unis d'Amérique
<b>IC</b>	Indice de Consommation

# Sommaire



# INTRODUCTION

## Synthèse bibliographique

### Chapitre I: Economie de l'aviculture

1. Marché mondial.....	01
2. Situation nationale.....	02

### Chapitre II: Organisation des filières de production en aviculture

1. Spécialisation des élevages avicoles.....	04
1.1. Sélection génétique.....	04
1.2. Accoupage .....	04
2. Grande diversité de production.....	06

### Chapitre III : Biologie de la moisissure *Aspergillus fumigatus*

1. Classification.....	08
2. Aspect des colonies .....	08
3. Morphologie microscopique.....	08
3.1. Mycélium d' <i>Aspergillus fumigatus</i> .....	08
3.2. Paroi d' <i>Aspergillus fumigatus</i> .....	09
3.3. Membrane plasmique d' <i>Aspergillus fumigatus</i> .....	10
4. Cycle d' <i>Aspergillus fumigatus</i> .....	11
5. Pouvoir pathogène et virulence.....	11

### Chapitre IV : Aspergilloses aviaires

1. Epidémiologie.....	14
1.1. Epidémiologie descriptive .....	14
1.2. Epidémiologie analytique .....	15
1.2.1. Source d' <i>Aspergillus fumigatus</i> .....	15
1.2.2. Modes de contamination .....	15
1.2.3. Réceptivité et sensibilité .....	16
1.3. Epidémiologie synthétique .....	16
2. Physio-pathogénie.....	18
3. Expression clinique.....	19

3.1. Chez le poussin.....	19
3.2. Chez l'adulte.....	19
4. Diagnostic d'aspergillose.....	20
4.1. Diagnostic clinique.....	20
4.2. Diagnostic lésionnel.....	20
4.3. Culture fongique .....	23
4.4. Histologie .....	23
4.5) Fluorescence et immunohistochimie.....	25
4.6. Sérologie.....	25
5. Mesures de lutte .....	26
6. Impact économique de l'aspergillose.....	26

## **Etude expérimentale**

1. Objectif.....	28
2. Matériel et méthode.....	29
2.1. Matériel.....	29
2.1.1. Population cible .....	29
2.1.2. Echantillon .....	29
2.1.3. Questionnaire d'enquête .....	29
2.2. Méthodes.....	30
3. Présentation des résultats.....	32
3.1. Caractéristiques des élevages infectés.....	32
3.2. Expression de la maladie.....	35
3.3. Diagnostic .....	38
3.4. Traitement.....	38
3.5. Facteurs favorisants.....	39
4. Analyse des résultats.....	40
4.1. Caractéristiques des élevages infectés.....	40
4.1.1. Pourcentage des vétérinaires ayant répondu pour l'espèce considérée comme la plus touchée par la maladie.....	40
4.1.2. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives aux trois spéculations (atteintes d'aspergillose), en fonction de l'âge.....	41
4.1.3. Pourcentage sur l'ensemble des réponses, du type de litière dans les élevages touchés par l'aspergillose .....	42

4.1.4. Nombre de réponses en fonction de la saison .....	43
4.1.5. Pourcentage des vétérinaires ayant donné une estimation de l'hygrométrie moyenne du bâtiment.....	44
4.2. Expression de la maladie .....	45
4.2.1. Forme aiguë.....	45
4.2.2. Forme chronique.....	46
4.2.3. Morbidité.....	47
4.2.4. Mortalité.....	48
4.3. Diagnostic .....	49
4.4. Traitement.....	50
4.4.1. Pourcentage de l'ensemble des réponses, en fonction des molécules utilisées.....	50
4.4.2. Pourcentage de l'ensemble des réponses, en fonction du mode d'administration.....	51
4.5. Facteurs favorisants.....	51
4.5.1. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, en fonction de l'état de la litière sur l'aire de vie des volailles.....	51
4.5.2. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, de renouvellement récent de la litière dans les élevages touchés par l'aspergillose.....	52
4.5.3. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, de la qualité des poussins de 1 jour dans les élevages touchés par l'aspergillose.....	52
4.5.4. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, de la température ambiante excessive dans les élevages touchés par l'aspergillose.....	52
4.5.5. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, de défaut de ventilation dans les élevages touchés par l'aspergillose.....	52
4.5.6. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, de l'hygrométrie excessive dans les élevages touchés par l'aspergillose.....	53
5. Discussion des résultats .....	53

# INTRODUCTION

# INTRODUCTION

Depuis une quarantaine d'années, la consommation mondiale de la viande de volailles a subi une forte progression (elle a été multipliée par 7,5). D'ici 2030, la position de la viande blanche devrait se consolider pour prendre la première place à terme (Chambre d'agriculture de Bretagne, 2007).

Les volailles, majoritairement produites dans des élevages industriels pratiquant des méthodes intensives, possèdent le meilleur taux de conversion protéines végétales/protéines animales. Leur viande est de facto la moins coûteuse à produire et par suite la moins chère sur le marché. L'aviculture se veut donc un secteur d'activité d'avenir et qui, dès à présent, occupe une place importante dans l'agriculture nationale et mondiale.

L'aspergillose est une maladie causée par une moisissure du genre *Aspergillus*, régulièrement observée dans les élevages avicoles. Cependant, il n'existe pas de données précises ou récentes évaluant concrètement le préjudice subi.

Ce travail a pour objectif de présenter cette affection et d'évaluer son importance au sein des élevages avicoles. Cette étude n'a pas la prétention d'être exhaustive mais vise à réaliser un premier état des lieux de l'impact de cette maladie fongique.

Une première partie bibliographique présentera l'organisation globale des filières avicoles, le champignon *Aspergillus fumigatus* et surtout expliquera les facteurs qui, au cœur même des élevages de volailles, favorisent le développement de cet agent pathogène.

Dans un second temps, une enquête, sous forme de questionnaires ciblant les vétérinaires dont l'activité est essentiellement consacrée à l'aviculture.

# Synthèse bibliographique

## 1. Marché mondial :

La production mondiale de viande de volailles (101 millions de tonnes) en 2011 pointe en 2ème position juste derrière la viande de porc (110 millions de tonnes) mais loin devant la viande bovine (69 millions de tonnes). Les principaux producteurs de volailles de chair au niveau mondial sont les Etats-Unis d'Amérique, la Chine, le Brésil et l'UE (36) (Figure 01).

Le premier producteur d'œufs est de loin la Chine avec 23,8 millions de tonnes soit plus de 37 % de la production mondiale, suivie par l'UE à 27 avec 9,8 % et les Etats-Unis d'Amérique avec 8,5 % du total(29).

En 2011, les deux pays exportateurs majoritaires sont les EUA et le Brésil. Les importateurs les plus importants sont la Russie, les pays du Proche et Moyen Orient et l'Afrique.

La place de l'UE dans le commerce international de volailles est en diminution depuis 15 ans, passant de 20 % en volume en 1994 à 11 % en 2011(36) (Figure 02).

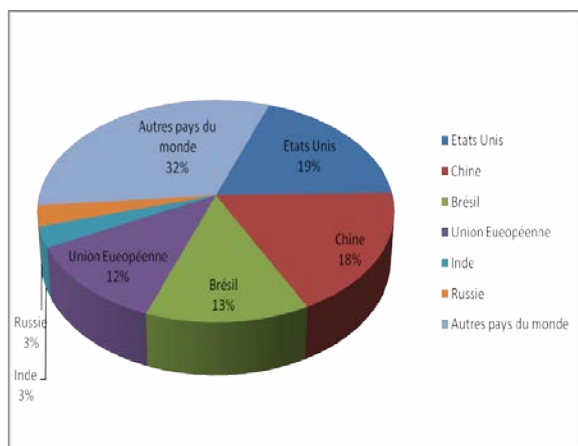


Figure 01 : Principaux producteurs de viande de volailles dans le monde en 2011. (36)

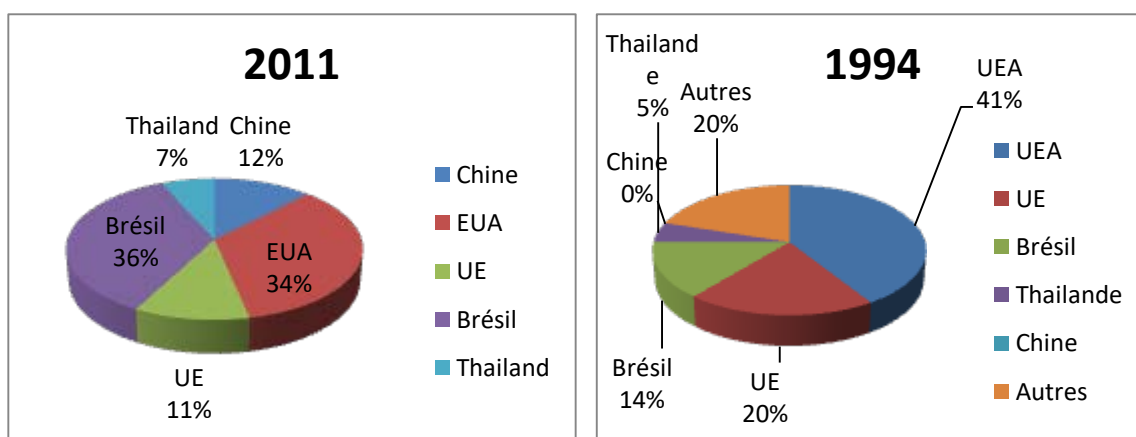


Figure 02 : Évolution de la part des principaux exportateurs dans les échanges mondiaux de viande de volailles entre 1994 et 2011. (36)

# Chapitre I : Economie de l'aviculture

## 2. Situation nationale :

L'aviculture en Algérie est une activité en pleine expansion. Elle assure l'autosuffisance du pays en œufs de consommation et en viandes blanches. La filière avicole a atteint un stade de développement qui lui confère désormais une place de choix dans l'économie nationale en général (1,1% du PIB national) et dans l'économie agricole (12 % du Produit agricole brut). (Figure 03).

De toutes les productions animales en Algérie, cette spéculation est la plus intensive, qu'elle soit pour l'œuf de consommation ou pour la viande totalement « artificialisée » depuis les années 80, elle est pratiquée de manière industrielle dans toutes les régions du pays, même dans le Sud avec cependant une plus grande concentration autour des grandes villes du Nord.

La structure actuelle de l'aviculture en Algérie résulte des politiques mises en œuvre par l'État, au début des années 80, dans une perspective d'autosuffisance alimentaire. Les filières avicoles algériennes ont connu des transformations importantes consécutivement à la réforme économique et au processus de libération enclenchés depuis le début des années 90. La mise en œuvre de la politique avicole a été confiée dès 1970 à l'ONAB et depuis 1980, aux offices publics issus de la restructuration de ce dernier (ONAB, ORAC, ORAVIO, ORAVIE).

L'aviculture algérienne produit entre 350 et 475 mille tonnes de viande de volailles (soit environ 240 millions de poulets par an) et plus de 3 milliards d'œufs de consommation. Elle est constituée de 20.000 éleveurs, emploie environ 500.000 personnes et fait vivre 2 millions de personnes (79).

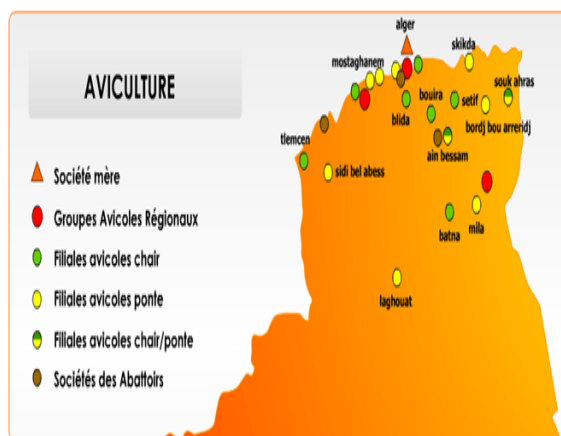


Figure 03 : Répartition des différentes spéculations avicole en Algérie (79).



## Chapitre II : Organisation des filières de production en aviculture

Une filière est un « système complexe, encadrant l'ensemble des acteurs impliqués dans la formation d'un produit final, destiné au consommateur. Elle s'étend de l'amont de la production jusqu'aux marchés de consommation finale ». Deux grands types de production peuvent être distingués schématiquement en aviculture en fonction des produits terminaux qu'ils génèrent : la viande (volaille de chair) et les œufs de consommation. Les filières englobent les fournisseurs d'intrants (aliments, litière, médicaments, équipements...) (40) (Figure 04).

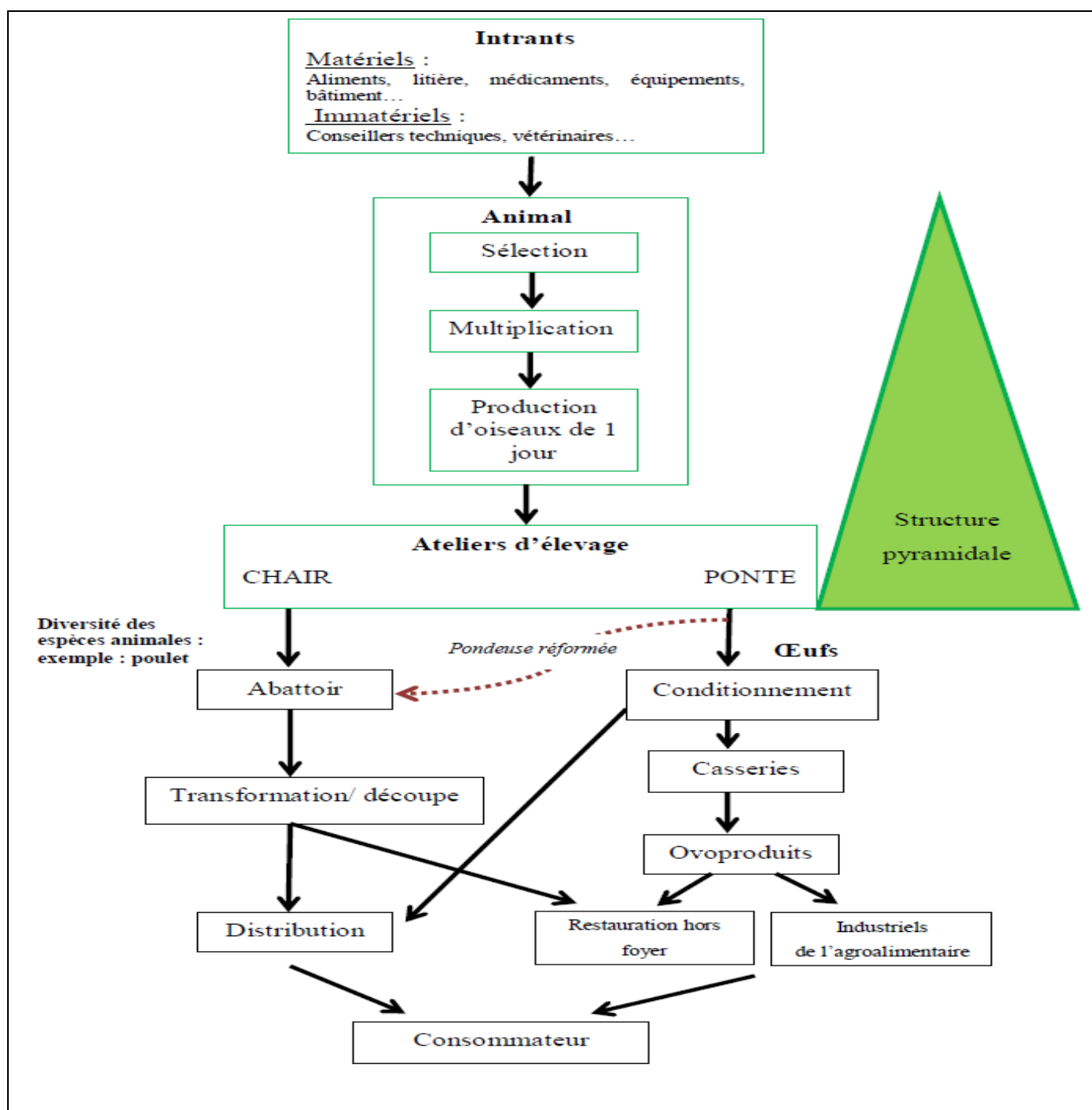


Figure 04 : Organisation schématique des filières avicoles en fonction des produits terminaux(8).

### 1. Spécialisation des élevages avicoles :

#### 1.1. Sélection génétique :

La sélection avicole est réalisée par un nombre très restreint de grands groupes internationaux. A titre d'exemple, Aviagen (groupe allemand), Hubbard (groupe français) et Cobb Vantress (groupe américain) contrôlent le marché mondial de la sélection des souches de poulets de chair (4).

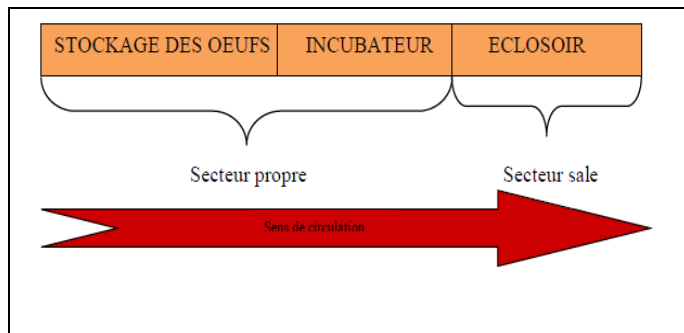
Les critères de sélection génétique varient logiquement en fonction du type de production et impliquent le recours à des lignées génétiques spécialisées (viande ou ponte) (69). En filière chair, ils concernent l'augmentation du GMQ avec, en parallèle la diminution de l'indice de consommation pendant la phase d'élevage, la qualité des viandes et le rendement des carcasses (développement des muscles pectoraux) après abattage (13). En filière ponte, le nombre d'œufs pondus pendant le cycle de ponte, le poids de l'œuf en début et fin de ponte, la diminution de l'IC, la docilité et la rusticité des poules pondeuses, la qualité externe comme interne de l'œuf (résistance de la coquille, hauteur du jaune *versus* de l'albumen, qualité de l'albumen...), constituent autant de caractères considérés dans les schémas de sélection (5).

#### 1.2. Accoupage :

Le maillon accoupage comprend : « l'élevage des futures volailles reproductrices (représentant les futurs parentaux depuis l'âge d'un jour jusqu'à la mise en reproduction), l'élevage de ces reproducteurs (mâles et femelles pour la production d'OAC) jusqu'à la réforme, et le couvoir (incubation artificielle des OAC). Une entreprise d'accoupage a pour but de produire des OAC et/ou des animaux d'un jour, mais elle ne peut pas posséder ces 3 structures » (4).

Le rôle du couvoir consiste en l'incubation des œufs embryonnés, pendant des périodes variables en fonction des espèces, qui après éclosion dans un secteur dédié, donnent naissance à des poussins. La maîtrise sanitaire constitue un enjeu majeur à ce niveau afin de limiter la transmission des agents pathogènes dans le couvoir, comme dans les élevages dans lesquels les animaux seront placés (61) (Figure 05). Ainsi, le personnel à l'instar des OAC doit impérativement respecter le principe de la marche en avant, c'est-à-dire respecter un sens de circulation unique, du secteur dit « propre » (œufs et incubateurs) (Figure 06) vers un secteur dit « sale » (éclosoir, tri des poussins, vaccination) (50) (Figure 07, 08).

## Chapitre II : Organisation des filières de production en aviculture



**Figure 05 :** Organisation schématique d'un couvoir (61).



**Figure 06 :** Secteur propre du couvoir (incubateurs) (50).



**Figure 07 :** Secteur sale du couvoir  
(tri des poussins) (61).



**Figure 08 :** Secteur sale du couvoir  
(éclosion des poussins) (61).

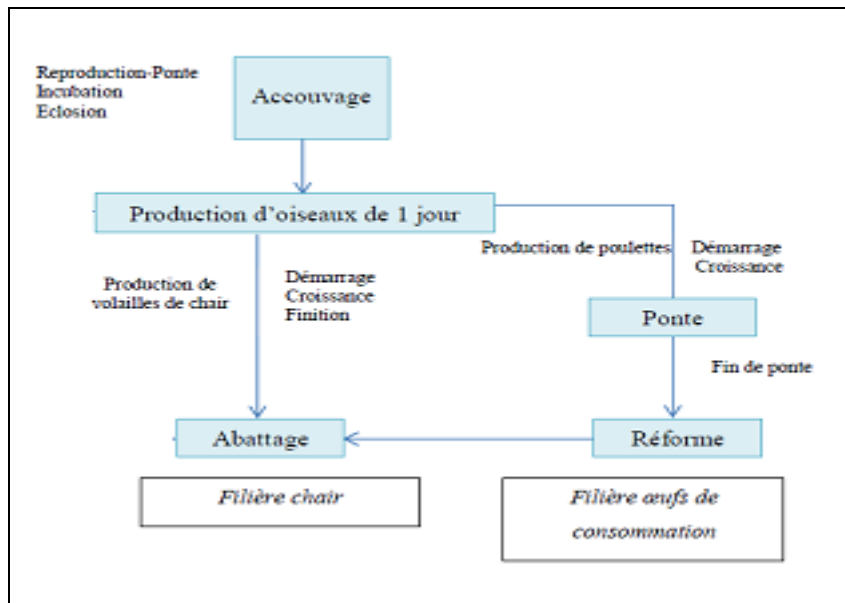
### 2. Grande diversité de productions :

Les filières avicoles présentent la particularité de pouvoir offrir au consommateur potentiel une très importante variété de produits par la diversité que l'on peut rencontrer au niveau (71):

- Des espèces élevées : poulet (*Gallus gallus*), dinde (*Meleagris gallopavo*), canard (*Cairina moschata*, *Anas platyrhynchos* et leurs hybrides), pintade (*Numida meleagris*), caille (*Coturnix japonica*), pigeon (*Columba livia*), oie (*Anser anser*) (48).
- Des souches et lignées disponibles.
- Des modalités d'élevage (bâtiments, parcours, plein air).
- Des produits finaux (carcasses avec de très nombreux produits de découpes, œufs) (47).

Ainsi, deux filières se dessinent : viande de volaille au sens strict (**Figure 09**), œufs de consommation. (**Figure 10**). Différentes phases d'élevage se succèdent, pendant lesquelles, pour répondre aux besoins physiologiques de l'animal corrélés à son âge, l'ambiance dans le bâtiment et l'alimentation sont adaptées (33) (**Figure 11**).





**Figure 11** : Les phases d'élevage successives dans les filières chair et ponte (2).

### 1. Classification :

Actuellement, *Aspergillus fumigatus* appartient au règne des Eucaryotes Opisthokonta, à l'embranchement des Ascomycètes (champignon à mycélium cloisonné, existence d'une reproduction sexuée avec formation d'asques) sous embranchement des *Pezizomycotina*, classe des Eurotiomycètes, ordre des *Eurotiales* (reproduction asexuée par des phialoconidies, reproduction sexuée donnant des asques), famille des *Trichocomaceae*.

Le genre *Aspergillus* se répartit en plusieurs sous-genres, *Aspergillus fumigatus* appartient au sous-genre *Aspergillus* et à la section *Fumigati* (45).

### 2. Aspect des colonies :

La description macroscopique inclut la taille, la texture et la couleur des colonies. En culture, ces dernières ont un aspect velouté (ou floconneux), formant un gazon blanc (avant la sporulation (52)., les colonies sont dites « albinos ») puis vert ou gris bleuâtre et devenant à maturité, brunes comme de la fumée (d'où l'épithète spécifique issue du verbe latin *fumigare* : faire de la fumée) (16) (Figure 12)

### 3. Morphologie microscopique :

#### 3.1. Mycélium d'*Aspergillus fumigatus* :

Un champignon est un eucaryote hétérotrophe possédant une structure syncytiale (territoire cytoplasmique délimité par une membrane et contenant plusieurs noyaux). *Aspergillus* est un champignon filamenteux : son appareil végétatif forme un mycélium constitué d'un ensemble de tubes aux parois parallèles, les hyphes (Figure 13). Ces hyphes septées, mesurant 8 µm de diamètre sont elles-mêmes constituées de compartiments, séparés par des parois possédant un pore central(3).

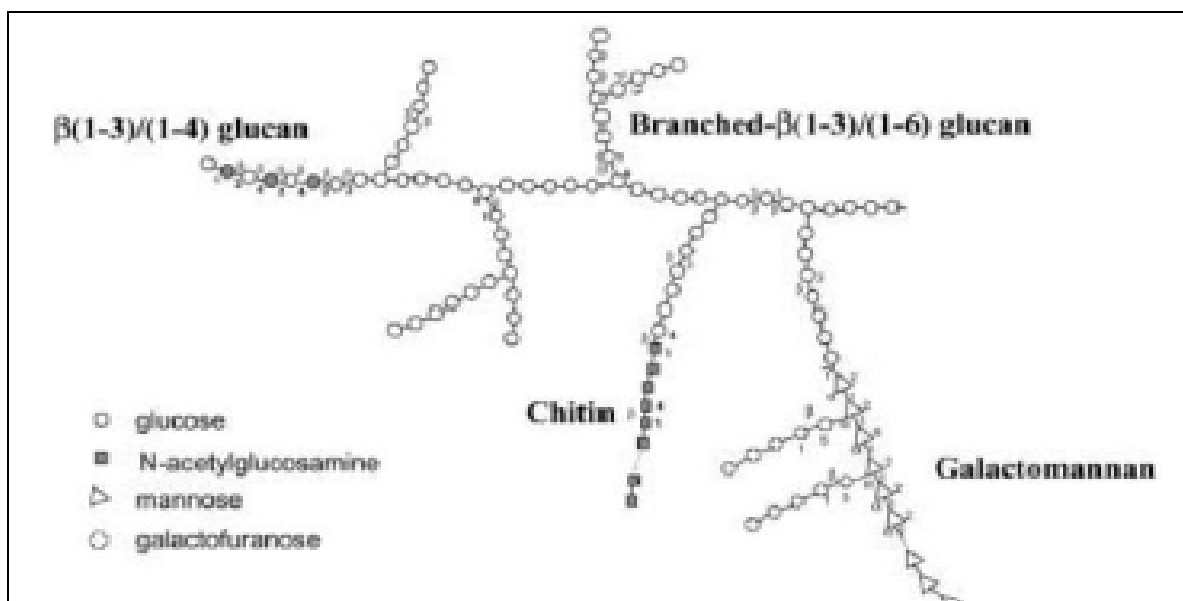


**Figure 12 :** Culture d'*Aspergillus fumigatus*(10). **Figure 13 :** Hyphes du champignon *Aspergillus Fumigatus* (3).

### 3.2. Paroi d'*Aspergillus fumigatus* :

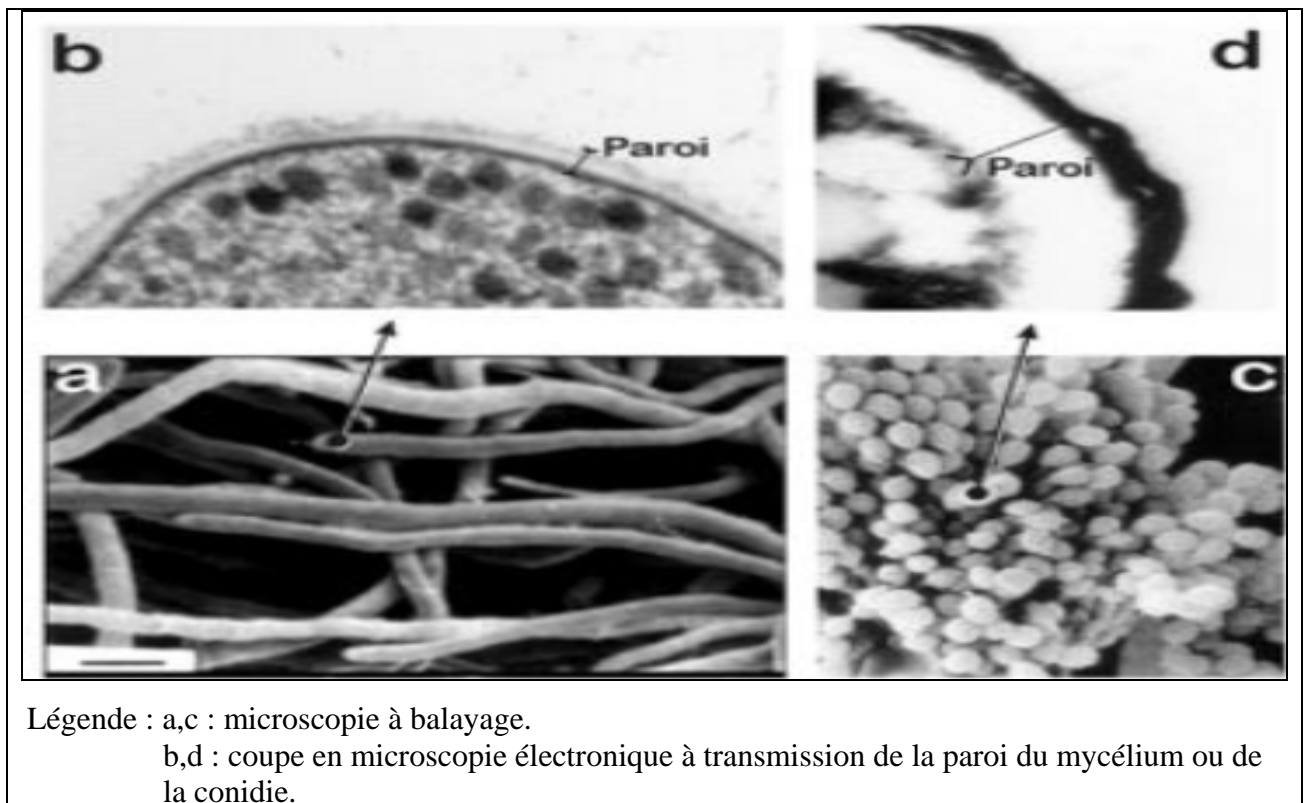
Les éléments structuraux majoritaires de la paroi du mycélium sont représentés par des polysaccharides. L'architecture pariétale tridimensionnelle repose essentiellement sur 4 constituants : l' $\alpha$ (1-3) glucane, le galactomannane (composé d' $\alpha$ -mannose et de courtes chaînes de  $\beta$ (1-5) galactofuranose), le  $\beta$ (1-3) glucane et la chitine (enchaînement de résidus N-acétylglucosamine reliés par des liaisons  $\beta$ (1-4)). Ces trois derniers constituants sont responsables de la rigidité pariétale (**Figure 14**).

Certains antigènes de paroi, dont le galactomannane, peuvent être libérés dans l'environnement ou l'organisme hôte par le parasite en croissance et sont utilisés dans le diagnostic d'aspergillose (10).



**Figure 14** : Polysaccharides composant la paroi d'*Aspergillus fumigatus* (9).

La paroi des conidies (spore) a une structure et des propriétés différentes. Elle possède à sa surface, des protéines particulières, les hydrophobines. Celles-ci forment une couche responsable de l'hydrophobicité des spores. Des récepteurs de différentes molécules (collagène par exemple), disséminés sur la paroi, permettent des interactions avec certains tissus de l'organisme hôte (9) (**Figure 15**).



**Figure 15** : Caractéristiques ultrastructurales de la paroi du mycélium (a, b) et de la conidie (c, d) d'*A.fumigatu* (10).

### 3.3. Membrane plasmique d'*Aspergillus fumigatus* :

L'ergostérol, phospholipide équivalent du cholestérol des animaux représente un constituant clef de la membrane fongique. Etant absent des cellules animales, il constitue une cible potentielle de choix pour les molécules thérapeutiques. Deux modes d'action existent :

- l'inhibition de sa synthèse au niveau du cytochrome P450 (cas des imidazolés comme le parconazole) (6).
- la fixation directe sur celui-ci (cas des polyènes comme l'amphotéricine B).

Il en résulte une augmentation de la fluidité et de la perméabilité membranaire avec pour conséquence des déséquilibres des flux ioniques (15).



### 4. Cycle d'*Aspergillus fumigatus* :

Les champignons se nourrissent par absorption des nutriments présents dans le milieu environnant. *Aspergillus fumigatus*, moisissure aérobie et thermophile, peut se développer dans une gamme de température allant de 25 à 50°C (optimum à 30°C) (78). L'activité de l'eau minimale autorisant sa croissance est de 0,82 à 40°C ce qui en fait un xérophile marginal(22). Ainsi, cette faculté de pouvoir croître dans un milieu aride avec une température élevée lui confère un avantage écologique sous climat tropical par exemple. Il s'agit donc d'un champignon qui peut s'adapter à différents milieux de l'environnement (56). Il est ainsi capable de se développer sur des matières en décomposition, des ensilages, des litières organiques, des aliments moisissés... Cependant, *Aspergillus* est également capable d'exploiter des substances organiques (13).

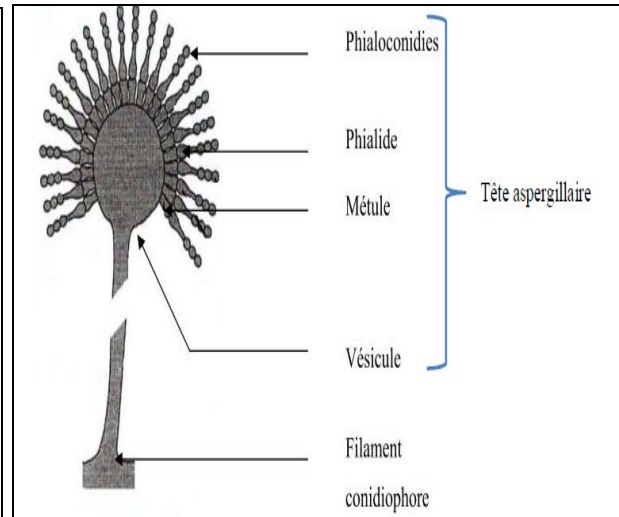
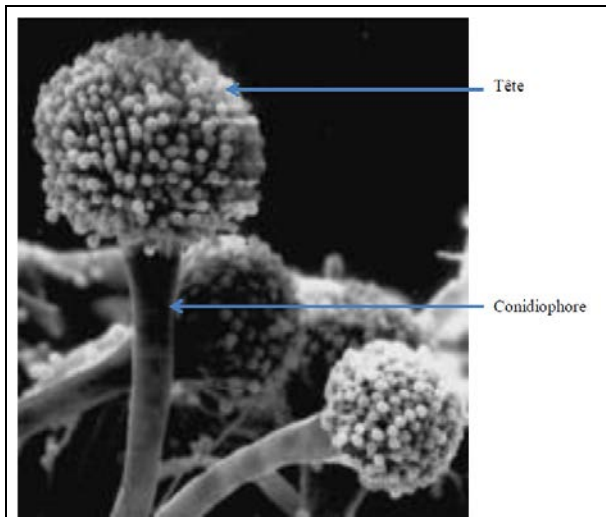
Le développement des *Aspergillus* s'opère principalement par voie asexuée(53). A partir du mycélium, des sections d'hyphes s'élargissent et forment des cellules particulières dites « *foot cells* » ou « cellule du pied ». Un filament conidiophore se développe alors verticalement et perpendiculairement à celles-ci, puis s'élargit à son sommet pour former une vésicule (Figure 16). Cette dernière se recouvre, chez certaines espèces, de métules, portant elles-mêmes des phialides conidiogènes qui vont produire des spores asexuées ou conidies assemblées en chaînes. L'ensemble (vésicule + métules + phialides + conidies) constitue la tête aspergillaire (59) (Figure17)

Les conidies, ovoïdes se détachent des phialides et sont mises en suspension à l'occasion de mouvements d'air potentiellement générés par les oiseaux au sein des bâtiments d'élevages(74). Leur petite taille explique la facilité avec laquelle elles peuvent atteindre l'appareil respiratoire profond. Les spores peuvent germer si les conditions environnementales sont favorables (humidité, chaleur..) et générer ainsi un nouveau mycélium (16) (Figure 18)

### 5. Pouvoir pathogène et virulence :

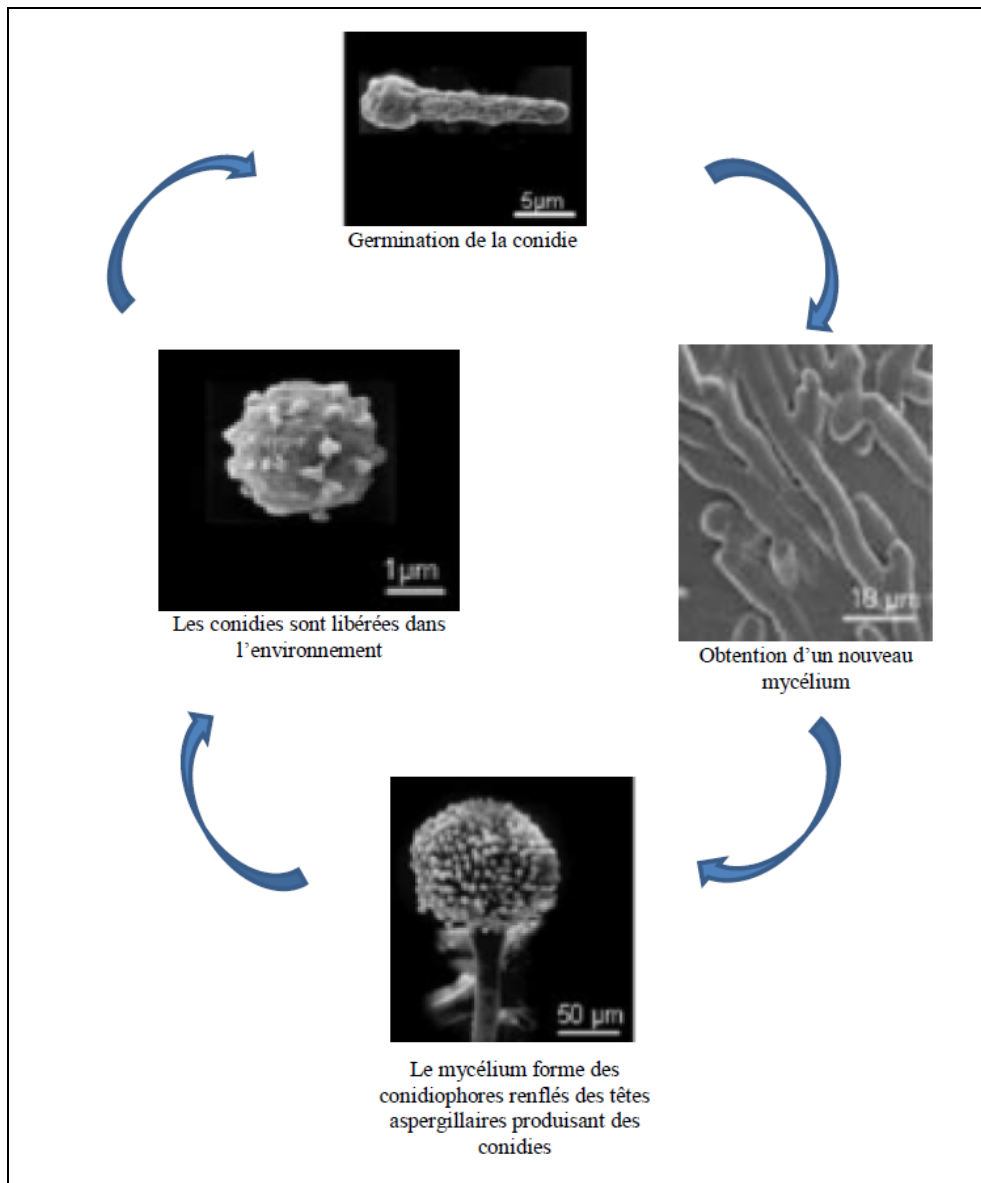
La virulence est multifactorielle chez *A. fumigatus*, liée à la paroi (protection du champignon et interaction avec l'hôte), à la thermotolérance, à la résistance à la réponse immunitaire, à la production de molécules de nature diverses dont (1) :

- Des enzymes (protéases, phospholipases, catalases, hémolysine) (68). *Aspergillus fumigatus* peut notamment sécréter une enzyme digérant la kératine des plumes constituant ainsi une source d'azote et de carbone pour la moisissure (67).
- Des mycotoxines telles l'aflatoxine, carcinogène, surtout produite par l'espèce *Aspergillus flavus*, (24), aux propriétés immunosuppressives et cytotoxiques (56).



**Figure 16 :** Conidiophore d'*A. Fumigatus* en microscopie électronique à balayage(13).

**Figure 17 :** Schéma d'une tête aspergillaire(13).



**Figure 18** : Cycle du développement des champignons du genre *Aspergillus* (16).

## Chapitre IV : Aspergilloses aviaires

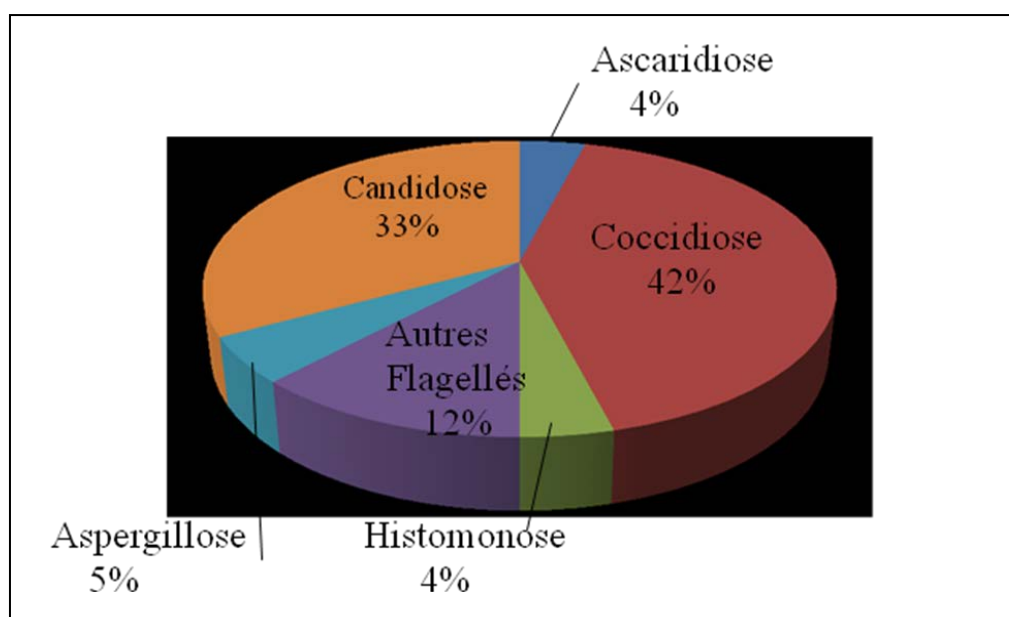
### 1. Epidémiologie :

#### 1.1. Epidémiologie descriptive :

L'aspergillose est une maladie infectieuse considérée comme non contagieuse. Elle se traduit de manière classique par une forme aiguë chez le jeune, associée à une importante morbidité et mortalité et par une forme plutôt sporadique et chronique chez l'adulte souvent à mettre en lien avec une immunodépression (45).

Chez le poussin, la forme aiguë, également appelé « pneumonie des couvoirs » engendre une mortalité importante qui culmine dans les 10 premiers jours de leur existence. Le taux de mortalité oscille entre 5 et 10 % et peut aller jusqu'à 30 à 40 % (il peut atteindre 70 à 90 % chez le dindonneau). (31).

Si l'on s'intéresse plus particulièrement aux maladies parasitaires et fongiques, l'aspergillose se positionne après certaines affections telles que les coccidies, dominantes pathologiques en élevage (72). En effet, sur 3296 lots de dindes autopsiées en France en 2010, 5% des lots étaient atteints d'aspergillose contre 42% de coccidiose (23) (Figure 19).



**Figure 19** : Importance de l'aspergillose parmi les maladies parasitaires et fongiques de la dinde en 2010 (23).

## Chapitre IV : Aspergilloses aviaires

---

### 1.2. Epidémiologie analytique :

#### 1.2.1. Source d'*Aspergillus fumigatus* :

L'environnement constitue le réservoir naturel des *Aspergillus*. Cet agent pathogène opportuniste est capable de se développer sur toute litière organique mal entretenue ou sur les aliments altérés (grains, fourrage, ensilage...). Ses caractéristiques biologiques et écologiques expliquent sa présence dans les bâtiments et, par suite, l'infection possible des volailles (3).

#### 1.2.2. Modes de contamination :

La contamination se fait essentiellement :

- Par inhalation de spores suite à une exposition environnementale à de la litière ou des aliments contaminés, d'où l'atteinte préférentielle des poumons et des voies aériennes supérieures comme les bronches ou les sinus(65).
- Par contamination directe par déposition de spores sur des plaies ou brûlures cutanées, ou un site opératoire, peut aboutir à des infections locales à risque de dissémination en fonction du contexte clinique (7).
- Durant l'incubation : Les pores de la coquille peuvent constituer des portes d'entrée pour les germes qui contaminent ensuite le sac vitellin pendant l'incubation entraînant l'infection du poussin (19 ). les conditions de température ambiante et d'hygrométrie relative régnant dans les incubateurs ou les éclosoirs sont particulièrement propices au développement du champignon (35) (Figure 20).

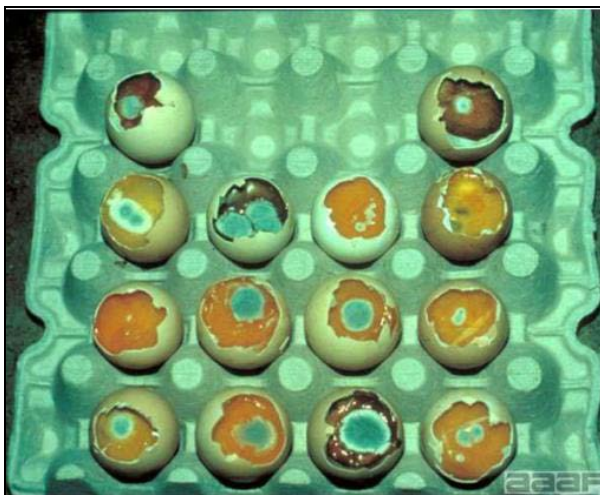


Figure 20 : Œufs infectés par *A.fumigatus*(37).

## Chapitre IV : Aspergilloses aviaires

---

### 1.2.3. Réceptivité et sensibilité :

*Aspergillus fumigatus* est une espèce qui affecte une grande variété d'hôtes vertébrés ou invertébrés (13). Cependant, les oiseaux, jeunes en particulier, s'avèrent *a priori* les plus sensibles (76). Des cas d'aspergilloses ont été décrits chez de nombreuses espèces domestiques : poulet, caille, pigeon, canard, oie, dinde. Les dindes font parties des espèces les plus sensibles, suivies par les canards, les pintades et les poulets (32).

### 1.3. Epidémiologie synthétique :

La litière est l'élément central favorisant le développement de l'aspergillose (Figure 21). Elle peut intervenir à deux niveaux : en permettant le développement du parasite et/ou en favorisant l'apparition de maladies qui fragilisent les volailles. Or, plusieurs paramètres d'ambiance, étroitement liés, ont un impact direct sur sa qualité :

▪ Température : en effet, une température ambiante insuffisante se traduira par des troubles digestifs avec production de fientes semi-liquides et brillantes responsables d'un croûtage des litières, d'une répartition inégale des animaux, et de salissures du plumage (21). Une température chaude quant à elle, favorise le développement du champignon (66).

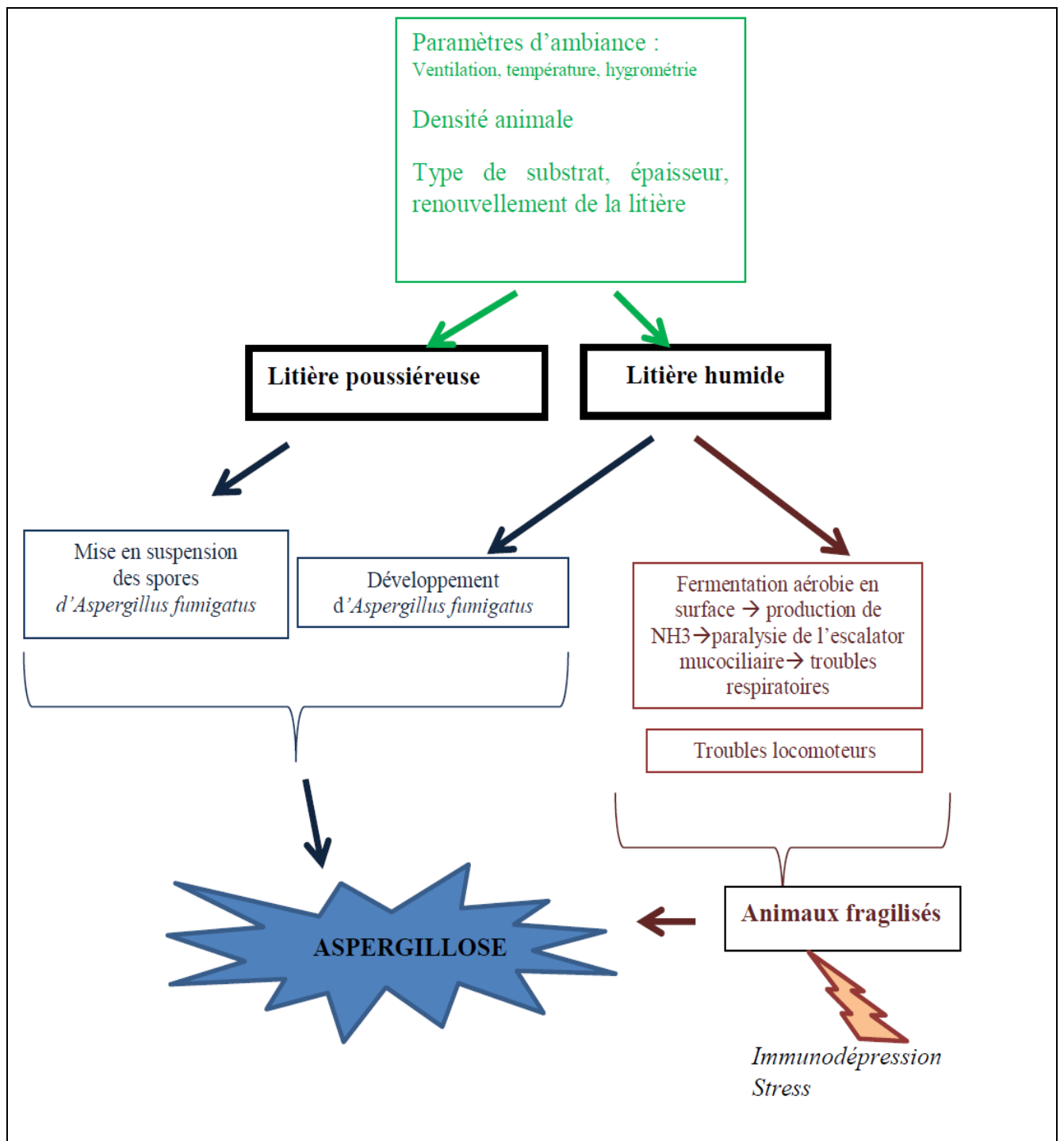
▪ Densité : la densité animale joue également : production de déjections, dégagement de vapeur d'eau et de CO<sub>2</sub>. Elle devient critique à partir de 21 poulets par m<sup>2</sup> (21).

▪ Humidité : la fermentation de la litière, consécutive à une humidité trop importante, dégage de l'ammoniac qui va paralyser l'escalator mucociliaire et favoriser le développement de maladies respiratoires. D'autre part, l'humidité favorise la croissance fongique (28). L'humidité de la litière est bien sûre dépendante de l'hygrométrie. Par ailleurs, une atmosphère sèche favorise la mise en suspension des poussières et donc des spores d'*A. fumigatus*.

▪ Ventilation : une litière trop fine va potentialiser la présence de poussières (dont la dispersion sera favorisée par le brassage de l'air) et par suite fragiliser les voies respiratoires supérieures(51).. En revanche une sous ventilation engendre une atmosphère chargée en particules et une mauvaise élimination des gaz (14).

Le choix de la litière (type de substrat choisi) et sa gestion interviennent également. Par exemple si de la paille hachée est utilisée en élevage de dindes, elle aura tendance à se tasser sous le poids des animaux ce qui accélère sa dégradation (21). De plus, une étude a montré qu'un renouvellement de la litière était associé à des cas d'aspergillose (la litière utilisée était de la bagasse) (34).

## Chapitre IV : Aspergilloses aviaires



**Figure 21** : Facteurs influençant la qualité de la litière et l'apparition de la maladie(36).

## Chapitre IV : Aspergilloses aviaires

---

### 2. Physio-pathogénie :

► *Chez l'embryon :*

Le passage du champignon par la coquille lors de l'incubation entraîne une infection du sac vitellin. Il peut proliférer radialement sur la membrane chorioallantoïdienne et envahir les vaisseaux puis les tissus. (38).

► *Chez l'oiseau :*

- **Atteinte majoritaire de l'appareil respiratoire**

Les spores, véhiculées par l'air inhalé, se retrouvent, dans les sacs aériens caudaux et les poumons puis dans les sacs aériens crâniens. Les voies supérieures (trachée, syrinx) peuvent aussi être touchées. L'atteinte d'autres organes est la conséquence de celle de l'appareil respiratoire(62). Une atteinte pulmonaire sévère peut engendrer une hypertension pulmonaire et par la suite une défaillance du ventricule droit (hypertrophie du ventricule droit et dilatation, rupture du ventricule droit avec insuffisance valvulaire). Elle aura pour conséquence sur la grande circulation une hypertension portale et l'apparition d'une ascite secondaire (42).

- **Aspergillus fumigatus passe dans la circulation sanguine et se localise dans différents organes**

Une dissémination de l'agent pathogène par voie hématogène est possible. Les conidies, internalisées par les macrophages respiratoires suite à la phagocytose rejoignent par ce biais la circulation sanguine. (63).

Via la circulation sanguine, de nombreux organes peuvent être envahis secondairement par le champignon : yeux, reins, foie, cerveau, cervelet, os, peau...(6).



### 3. Expression clinique :

#### 3.1. Chez le poussin : forme aiguë majoritaire

Les signes respiratoires dominent le tableau clinique suite à la migration des éléments fongiques dans les poumons et les sacs aériens : dyspnée, jetage, bâillement, respiration bec ouvert, toux (32) (Figure 22). Des surinfections bactériennes à salmonelles ou colibacilles peuvent se développer ensuite (35).

Des troubles digestifs et nerveux sont rapportés dans la littérature. Des cas de kératite et de conjonctivite, associés à un œdème périorbitaire et à des sécrétions purulentes oculaires ont été décrits (18). L'infection par *A. fumigatus* peut également engendrer une omphalite chez le poussin (sac vitellin distendu rempli d'un contenu aqueux verdâtre à jaune-brun) (20). De plus, les toxines produites par *A. fumigatus* sont sans doute responsables des changements de consistance de ce dernier (contenu aqueux, masse caséuse...) (19).

#### 3.2. Chez l'adulte : forme chronique majoritaire

Les dindes de 4 à 5 semaines d'âge semblent les plus concernées par cette forme de la maladie. Les signes cliniques sont très polymorphes avec toujours une prédominance des troubles respiratoires (dyspnée, toux...) (26) (Figure 23). Une atteinte de l'état général avec émaciation, apathie, déshydratation, anorexie, ailes pendantes est décrite (77). Des signes cliniques non pathognomoniques se manifestent en fonction des organes atteints :

- Sphère oculaire : blépharospasme, photophobie, oedème cornéen, exsudat caséux oculaire, conjonctivite, kératite, gonflement péri-orbitaire (6).
- Système nerveux : ataxie, torticolis, opisthotonos, convulsion, parésie/paralyse (Figure 23) (27).
- Système musculo-squelettique : les atteintes osseuses sont plus rares. Un tropisme articulaire chez les dindes est décrit, se traduisant cliniquement par de la boiterie (54).
- Système digestif : diarrhée, diminution de l'ingéré alimentaire, diminution du GMQ (43).



**Figure 22 :** Dyspnée chez un poussin(32).



**Figure 23 :** Troubles nerveux chez un poulet, paralysie partielle des ailes et paralysie postérieure(43).

### 4. Diagnostic d'aspergillose :

#### 4.1. Diagnostic clinique :

Les signes cliniques évocateurs de la maladie sont surtout des signes respiratoires (dyspnée, respiration bec ouvert, bâillement, toux...) affectant un nombre plus ou moins important d'oiseaux au sein d'une bande.

#### 4.2. Diagnostic lésionnel :

La sporulation des conidies permet le développement d'hyphes, que l'on peut retrouver, entre autre, dans le parenchyme pulmonaire. Deux types de réaction tissulaire inflammatoire existent : une forme profonde avec l'observation de granulomes et une forme superficielle diffuse, non encapsulée, à la surface des séreuses. Les granulomes de l'appareil respiratoire peuvent s'ouvrir dans la lumière des bronches et y libérer les éléments fongiques (hyphes, spores, conidiophores) (75) (Figure 24).

Les lésions évocatrices d'aspergillose sont donc, en priorité, des granulomes ou des plaques caséuses (54). Ces plaques peuvent être recouvertes « d'un tapis verdâtre », ce qui signe un processus de sporulation (62). Typiquement, des granulomes blanc-jaunâtre, soit miliaires (< 1 mm de diamètre), soit nodulaires (> 2 cm) sont observés dans le parenchyme de divers organes (11).

Le système respiratoire est classiquement le plus touché. Les lésions peuvent donc siéger dans les sacs aériens et se traduire par une aérosacculite (3) ou les poumons, avec une pneumonie diffuse (23). Un exsudat mucopurulent au niveau de la trachée et des bronches peut entraîner une obstruction mécanique des voies respiratoires (64).

## Chapitre IV : Aspergilloses aviaires

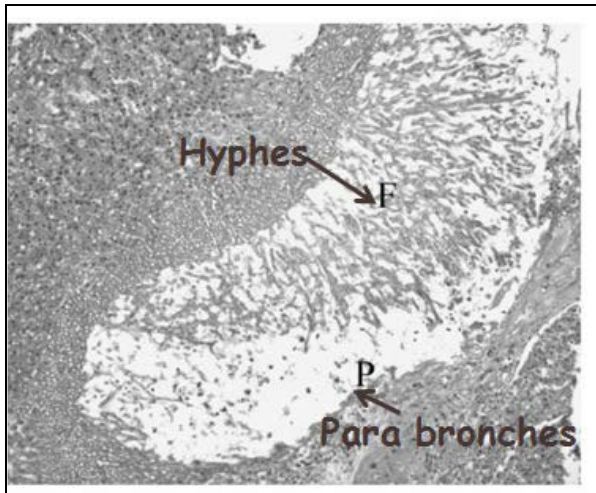
---

Au vue de la dissémination systémique possible, l'intestin, le foie, le rein, la rate, la peau, le cerveau, le cœur, les os peuvent présenter des lésions (44).

- Cerveau et cervelet : nécrose neuronale (73)
- Foie : lipidose hépatique, congestion hépatique (Figure 27).et ascite, cholangiohépatite (44)
- Cœur : muscle cardiaque oedématié, myocardite (44).
- Os : une ostéoarthrose de la hanche associée à une nécrose de la tête fémorale est évoquée dans la littérature. Le développement d'*Aspergillus a*, dans ce cas, été promu par la présence concomitante de *Staphylococcus spp*. L'autopsie a révélé une compression médullaire secondaire à une ostéomyélite des vertèbres cervicales ou des premières thoraciques (54). (Figure 28).

Plusieurs espèces fongiques peuvent provoquer la formation de granulomes, d'aspect macroscopique similaire. Il est donc utile de s'appuyer sur des outils paracliniques plus poussés pour affiner le diagnostic (57).

Une expression clinique ou des lésions évocatrices ne suffisent pas pour établir scientifiquement le diagnostic d'une maladie. L'identification de l'agent pathogène doit être entreprise (39).



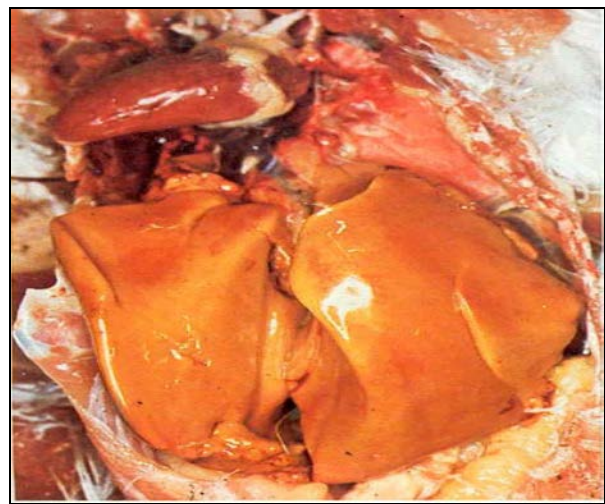
**Figure 24 :** Hyphes obstruant la lumière des para bronches (60).



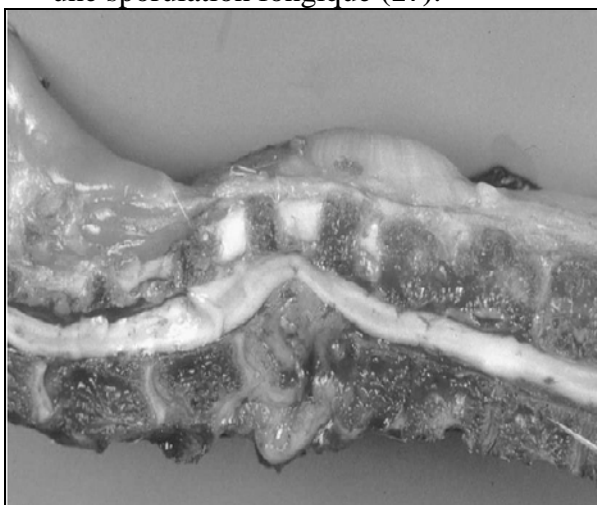
**Figure 25 :** Nodules aspergillaires sur un poumon de dinde (58).



**Figure 26 :** Poumon et sacs aériens de dinde recouverts d'un matériel caséux blanchâtre avec de la moisissure grisâtre, suggérant une sporulation fongique (17).



**Figure 27 :** lipidose hépatique, congestion hépatique de dinde (60).



**Figure 28 :** Section longitudinale d'une colonne vertébrale de poulet(1).

## Chapitre IV : Aspergilloses aviaires

---

### 4.3. Culture fongique :

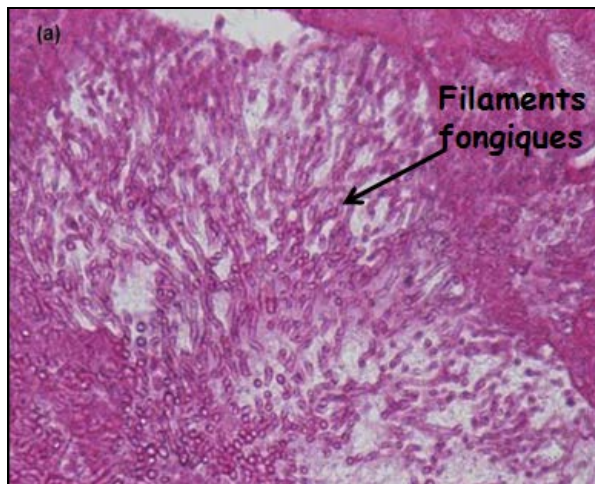
Les échantillons utilisés pour la culture peuvent provenir de différents organes : poumons, reins, foie... Le milieu de Sabouraud est le plus communément utilisé pour mettre en évidence *A. fumigatus*. Il permet une croissance rapide et l'obtention de colonies visibles se fait après 2 à 3 jours d'incubation à 37°C. L'ajout d'antibiotique tel que le chloramphénicol peut être réalisé pour limiter le développement de bactéries présentes au sein des prélèvements (sur des sites non stériles) (**Figure 29**) (3). L'identification est basée, dans le cadre de la culture fongique, sur la reconnaissance de la morphologie des colonies et de leur couleur. L'inconvénient de cette technique réside dans la confusion possible avec d'autres champignons filamenteux (*Penicillium* par exemple) (10).



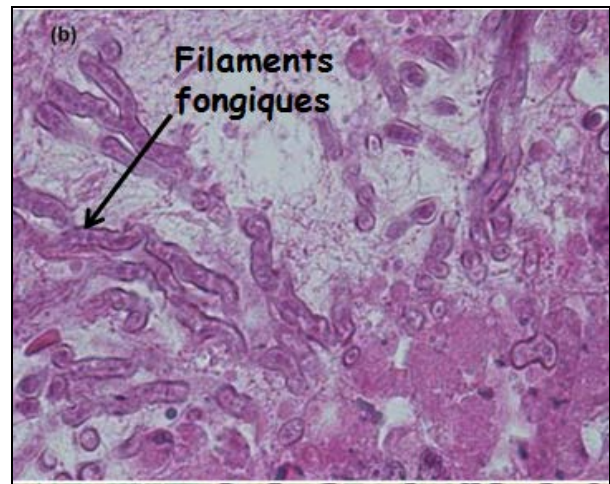
**Figure 29** : Culture d'*Aspergillus fumigatus* sur milieu Sabouraud-chloramphénicol (10).

### 4.4. Histologie :

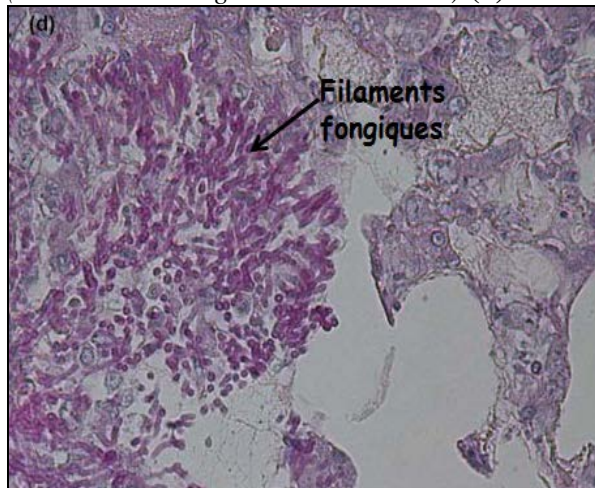
Il existe différentes colorations permettant de mettre en évidence des éléments fongiques dans les tissus. Les plus utilisées sont la coloration hémalum éosine safran (HES) (**Figure 30, 31**), l'acide périodique Schiff (PAS) (**Figure 32, 33**) et les colorations argentiques (Gomori-Grocott et *Gomori methenamine silver*) (**Figure 34, 35**). Les colorations HES et PAS colorent les éléments fongiques en rose. Avec les colorations argentiques, les éléments fongiques apparaissent en noir (3).



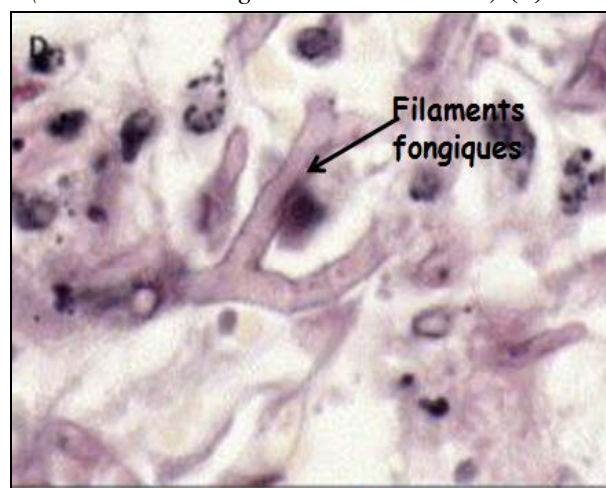
**Figure 30 :** Coupes histologiques de poumon de poulet atteint d'une aspergillose pulmonaire (Coloration HES/grossissement x 400) (3).



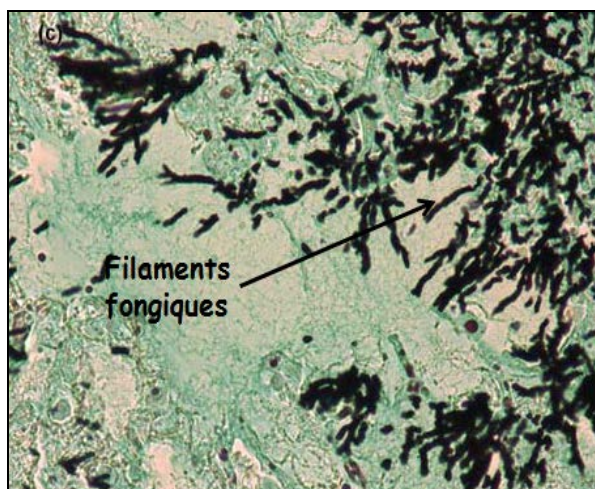
**Figure 31 :** Coupes histologiques de poumon de poulet atteint d'une aspergillose pulmonaire (Coloration HES/grossissement x 1000) (3).



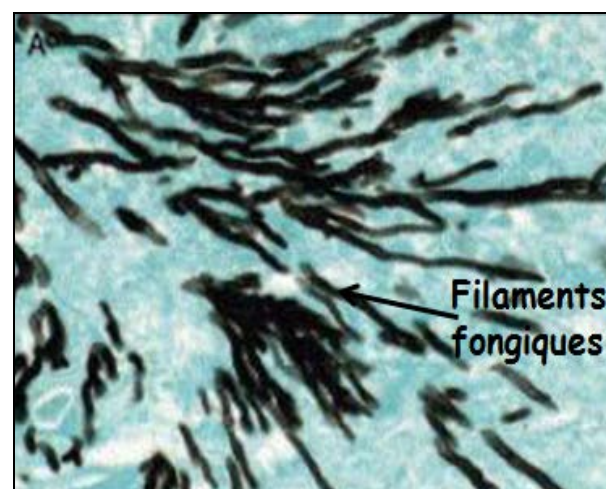
**Figure 32 :** Coupes histologiques de poumon de poulet atteint d'une aspergillose pulmonaire (Coloration PAS/grossissement x 400) (7).



**Figure 33 :** Coupes histologiques de poumon de poulet atteint d'une aspergillose pulmonaire (Coloration PAS/grossissement x 630) (7).



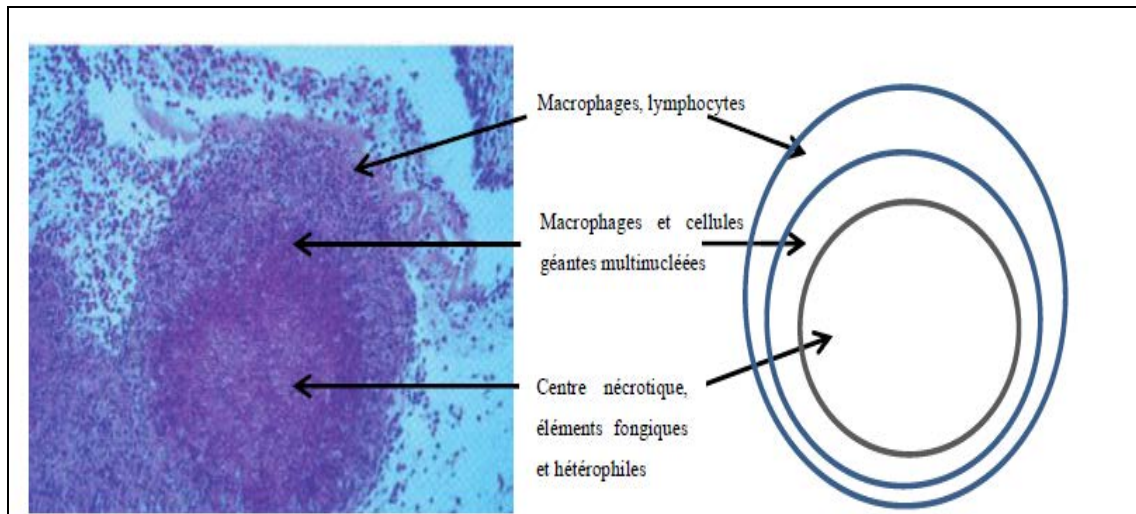
**Figure 34 :** Aspects histologiques d'une aspergillose pulmonaire de poulet (Coloration GG/grossissement x 400) (9).



**Figure 35:** Coupes histologiques d'une aspergillose pulmonaire de poulet (Coloration GMS/grossissement x 400) (9).

## Chapitre IV : Aspergilloses aviaires

A l'examen histologique, les granulomes ont une organisation particulière (57) (Figure 36).



**Figure 36** : Aspect histologique d'un granulome d'origine fongique chez un oiseau (57).

D'autres lésions microscopiques détectées à l'histologie sont rapportées dans la littérature :

- œil : perte de l'épithélium cornéen, granulome cornéen, stroma nécrotique (6).
- cœur : microvacuoles et granulations brunes dans les fibres musculaires cardiaques (57).
- vaisseaux sanguins de différents organes : thrombose et manchon périvasculaire dans les vaisseaux du cervelet, thrombus vasculaire hépatique (11).

L'identification des champignons par l'histopathologie n'est pas toujours évidente à cause des ressemblances possibles entre plusieurs espèces fongiques (11).

### 4.5. Fluorescence et immunohistochimie :

Les techniques de fluorescence s'appuient sur l'utilisation d'un colorant fluorescent qui se lie aux polysaccharides de la paroi fongique. Cette méthode est rapide, sensible et applicable sur plusieurs types de prélèvement (tissu fixé, lavage...) (11). L'immunohistochimie peut faire appel à de l'immunofluorescence indirecte, en utilisant entre autre, de la fluorescéine, ou de l'immunoenzymologie, utilisant par exemple, la phosphatase alcaline (39).

### 4.6. Sérologie :

Le galactomannane, antigène de paroi de certains champignons peut être recherché dans les organes ou par dosage sérique grâce à un test ELISA actuellement commercialisé (Platelia® *Aspergillus*) (3). La sensibilité du test est variable (autour de 50 %) et la spécificité avoisine les 90 % (46). Pour améliorer la sensibilité du test, il est envisageable de l'associer à la détection de l'ADN fongique par PCR quantitative ou avec le décompte des colonies sur gélose (25).

## Chapitre IV : Aspergilloses aviaires

---

### 5. Mesures de lutte :

Plusieurs antifongiques sont efficaces chez les oiseaux (30). Parmi les composés azolés, la molécule la plus efficace sur des dindes infectées expérimentalement est l'itraconazole (56). Cependant, en élevage, le traitement médical des animaux est bien souvent illusoire. En effet, le coût et la législation limitent l'utilisation des antifongiques.

La désinfection de l'environnement (source de contamination) est donc plus judicieux. Une étude a montré l'intérêt des formulations comportant de l'énilconazole (gamme Clinafarm®). Il existe deux présentations : une solution (le produit est directement appliqué sur les surfaces) et des bougies génératrices de fumée (pour traiter de grands volumes type incubateur, ventilateur, bâtiments d'élevage) (41).

Chez les dindes, l'iode peut être utilisée comme un expectorant, dans des programmes de prévention. Son efficacité n'a pas été prouvée et son utilisation reste empirique (17).

La prévention passe donc avant tout par une bonne gestion de l'environnement :

- Contrôle de la ventilation, de l'hygrométrie et de la température ambiante.
- Alimentation sèche (sans possibilité de développement de moisissures).
- Litière de bonne qualité (sèche et propre).
- Désinfection de l'environnement (41).

### 6. Impact économique de l'aspergillose :

L'aspergillose est incontestablement à l'origine de pertes économiques en élevage avicole. Cependant, aucune analyse précise et à grande échelle n'a été réalisée en considérant l'impact global de cette maladie. L'estimation du coût total d'une affection n'est pas chose aisée et nécessite de considérer un certain nombre d'indicateurs (8).

Les infections parasitaires se répercutent majoritairement sur l'ingéré alimentaire et la digestibilité des aliments. Selon les cas, on pourra enregistrer une mortalité précoce (y compris *in ovo*), une dégradation globale des performances de production, un ralentissement de croissance (dégradation du GMQ) voire une perte de poids, une diminution de la valeur de l'animal (non-valeur économique), une réduction de la valeur marchande des produits (saisie totale ou partielle des carcasses par exemple) (3).

L'impact détaillé de nombreuses maladies affectant le secteur avicole a ainsi été étudié par les économistes (coccidiose notamment) (1). Ce n'est pas encore le cas de l'aspergillose. Seuls les travaux de KUNKLE (2003) dans les élevages de l'Iowa entre 1983 et 1994 ont conduit à une estimation de 338 000 dollars par an.



## Chapitre IV : Aspergilloses aviaires

---

En élevage de dindes, les dépenses de santé ont été évaluées, en 2001 à 1,45 euros/m<sup>2</sup>/lot, dont un tiers est imputable au coût des antibiotiques et un quart au coût de la vaccination (70).

# Etude expérimentale

**1. Objectif :**

Notre étude expérimentale a pour objectif de décrire les caractéristiques de l'aspergillose chez deux espèces de volaille dans la région Souagui de la Wilaya de Média au travers d'une enquête épidémiologique, pour connaître dans une première étape de l'étude, la situation d'une maladie dans une population donnée, à un moment donné, ou son évolution dans le temps et l'espace et dans une seconde phase d'évaluer l'importance de l'aspergillose.

L'enquête a été réalisée auprès de 20 cabinets vétérinaires spécialisés en médecine aviaire durant 6 mois.

### 2. Matériel et méthodes :

Nous avons réalisé une enquête épidémiologique descriptive, par sondage. Nous avons cherché à décrire les caractéristiques de l'aspergillose en élevage avicole : quelles sont les espèces les plus touchées ? A quel âge les oiseaux sont-ils atteints ? Quels sont les facteurs favorisant l'apparition de la maladie (paramètres d'ambiance, litière utilisée) ? Comment est établi le diagnostic et quelles sont les mesures de lutte ? L'étude a porté sur une période de six mois.

#### 2.1. Matériel :

##### 2.1.1. Population cible :

La population cible se définit comme « la population qui a motivé au départ la mise en place d'une étude et à laquelle on souhaiterait pouvoir étendre les résultats » (72).

Les vétérinaires spécialisés en médecine aviaire sont les interlocuteurs privilégiés pour partager des données brutes de qualité. La population cible de notre étude est constituée par l'ensemble des vétérinaires avicoles.

##### 2.1.2. Echantillon :

L'échantillon se définit comme le « lot d'individus issus de la population cible sur lequel porte l'enquête épidémiologique » (72). Dans le cadre de notre enquête, les vétérinaires ayant répondu à notre questionnaire composent notre échantillon. Il y aurait environ 20 vétérinaires réalisant plus de 50 % de leur activité dans le domaine de l'élevage avicole dans la région d'étude.

##### 2.1.3. Questionnaire d'enquête :

Nous avons élaboré une stratégie de manière à noter tout les renseignements pour se faire, un questionnaire détaillé a été envoyé spécifiquement aux vétérinaires concernés par des cas d'aspergillose. Ce questionnaire a pour objet de cibler les vétérinaires ayant eu des cas d'aspergillose durant les six mois de l'étude à compter de sa réception.

Il s'agit d'un questionnaire technique, c'est-à-dire ayant pour objet la récolte de données observables par le vétérinaire lors de sa visite ou faisant appel à sa mémoire. Le questionnaire a porté sur : les caractéristiques des élevages infectés, l'expression de la maladie, le diagnostic, les traitements, les facteurs favorisant, que nous détaillerons par la suite.

La plupart des questions sont mixtes, à choix multiples. Chaque question est suivie d'un encadré pour les remarques et commentaires éventuels. Il est possible de choisir plusieurs réponses par question (**Annexe 1**).

### 2.2. Méthodes :

La principale difficulté liée à l'envoi d'un questionnaire à un public, réside dans la définition précise de la présentation la plus adéquate favorisant au maximum les chances de retour.

Le questionnaire a été envoyé le 4 décembre 2016 aux vétérinaires ayant eu des cas d'aspergillose et qui avaient diagnostiqué des cas de cette maladie. Le questionnaire était directement soumis à l'interlocuteur pour économiser le temps. La première réponse a été réceptionnée le 22 mars 2017. La récolte des informations s'est clôturée le 23 mai 2017.

L'analyse du questionnaire a été réalisée question par question. Il se décline en plusieurs parties :

#### **Partie 1 : Caractéristiques des élevages infectés**

Les questions posées dans cette partie concernent, la saisonnalité de l'aspergillose, les caractéristiques des oiseaux affectés (espèce, âge), les facteurs pouvant influencer sur le développement de la maladie (type de litière, hygrométrie).

#### **Partie 2 : Expression de la maladie**

Nous cherchons dans ce chapitre à répondre à plusieurs questions.

##### ***- Quels sont les signes cliniques évocateurs de l'aspergillose ?***

Pour ce faire, nous avons distingué la forme aiguë de la forme chronique. Des sous-parties en lien avec les différents appareils pouvant être touchés sont ensuite détaillées : troubles respiratoires, troubles digestifs, troubles nerveux pour la forme aiguë *versus* atteinte de l'état général, troubles respiratoires, troubles digestifs, troubles ostéoarticulaires, atteinte oculaire pour la forme chronique. Pour chacune des sous-parties, une question à choix unique (oui/non) permet de préciser si l'appareil évoqué est affecté. Si la réponse est positive, une seconde question permet d'affiner la réponse en utilisant les signes cliniques les plus fréquents mentionnés dans la littérature scientifique. Un encadré permet au vétérinaire de rajouter des signes non soumis au choix, mais auxquels il aurait été confronté.

##### ***- Quel est le degré d'atteinte du troupeau ?***

Les indicateurs quantitatifs témoignant de la sévérité de la maladie sont : le taux de morbidité (nombre de malades /population soumise au risque) et le taux de mortalité (nombre de morts/population soumise au risque). Nous avons séparé taux de morbidité et de mortalité des jeunes d'une part et des adultes d'autre part. Pour chaque question, le vétérinaire avait le choix entre cinq intervalles : [0 à 20%],[20 à 40%],[40 à 60%],[60 à 80 %] et[80 à 100%].

### **Partie 3 : Diagnostic**

Cette partie vise à évaluer où et comment a été établi le diagnostic d'aspergillose : dans l'élevage, dans le laboratoire vétérinaire; sur la base de l'observation des lésions évocatrices (granulomes) à l'autopsie.

### **Partie 4 : Méthodes de lutte**

Le traitement de l'aspergillose en élevage s'avère très délicat car les moyens thérapeutiques sont quasiment inexistantes. Ainsi, l'objectif de ce bref chapitre consiste à évaluer les mesures de lutte mises en œuvre par les vétérinaires au sein des élevages (traitement et dans ce cas, molécule administrée pour traiter les animaux).

### **Partie 5 : facteurs favorisants**

Il s'agit ici de relever l'ensemble des facteurs favorisant le développement du champignon au sein de l'élevage. Ils se rapportent donc à la qualité de la litière (au niveau de l'aire de vie des animaux ou plus en amont, au niveau de son aire de stockage), son renouvellement éventuel par rapport à la déclaration de l'infection, et aux paramètres d'ambiance (température ambiante, ventilation, hygrométrie). Enfin, comme l'infection dépend en partie du statut immunitaire de l'hôte, nous avons voulu avoir un retour sur la qualité des poussins de 1 jour à l'arrivée dans l'élevage.

### 3. Présentation des résultats de l'enquête :

Pour garantir l'anonymat des vétérinaires ayant participé à l'enquête, un numéro leur a été attribué. Ce numéro est le même pour l'ensemble des questions, c'est-à-dire que le vétérinaire n°1 de la question 1 est également le vétérinaire n°1 de la question 2.

#### 3.1. Caractéristiques des élevages infectés :

Le bilan des réponses relatives aux caractéristiques des élevages infectés sont présentés respectivement dans les (Tableaux 01, 02, 03, 04, 05)

► Espèce la plus touchée par l'aspergillose:

**Tableau 01 :Résultatsdes vétérinaires ayant répondu pour l'espèce considérée comme la plus touchée par la maladie.**

Vétérinaires	Poulet	Dinde
1	+	
2		+
3	+	
4		+
5		+
6		+
7		+
8		+
9		+
10		+
11		+
12		+
13		+
14	+	
15		+
16		+
17	+	
18	+	
19	+	
20		+

► Age des animaux les plus souvent atteints :

Tableau 02 : Résultats de l'ensemble des réponses relatives aux trois spéculations (atteintes d'aspergillose), en fonction de l'âge.

Vétérinaires	Poulet		Dinde		Poule pondeuse	
	Jeune	Adulte	Jeune	Adulte	Jeune	Adulte
1		+				
2				+		
3		+				
4				+		
5				+		
6				+		
7				+		
8				+		
9				+		
10				+		
11			+			
12			+			
13			+	+		
14		+				
15				+		
16			+			
17		+				+
18	+					
19	+					
20			+	+		

► Types de litière dans les élevages où des cas d'aspergillose sont régulièrement observés :

Tableau 03 : Résultats de l'ensemble des réponses, du type de litière dans les élevages touchés par l'aspergillose.

Vétérinaires	Copeaux de bois	Sciure de bois	Paille hachée
1	+		
2			+
3		+	
4	+		
5	+		
6			+
7		+	
8			+
9			+
10			+
11			+
12			+
13	+		
14			+
15	+	+	
16	+		
17			+
18			+
19			+
20			+



► Saison où le nombre de cas d'aspergillose sont les plus importants :

**Tableau 04 : Résultats du nombre de réponses en fonction de la saison.**

Vétérinaires	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Pas d'influence de la saison
1		+			
2	+				
3	+				
4					+
5		+			
6		+			
7				+	
8	+				
9			+		
10				+	
11		+			
12		+			
13			+		
14		+			
15		+			
16		+			
17		+			
18					+
19				+	
20	+				

► Hygrométrie moyenne du bâtiment où les cas sont les plus nombreux :

**Tableau 05 : Résultats des vétérinaires ayant donné une estimation de l'hygrométrie moyenne du bâtiment.**

Vétérinaires	40%	40-60%	60-80%	80-90%
1				
2		+		
3		+		
4				
5		+		
6				
7			+	
8			+	
9			+	
10				+
11				
12		+		
13				
14		+		
15				
16			+	
17	+			
18				+
19				
20				

**3.2. Expression de la maladie :**

Les résultats obtenus de l'expression de la maladie sont portés dans les (Tableaux 06, 07, 08, 09)

► **Forme aiguë :**

**Tableau 06 : Résultats de l'ensemble des réponses relatives aux différents signes cliniques rencontrés en forme aigue.**

Vétérinaires	Troubles respiratoires				Troubles nerveux				Troubles digestifs		
	Dyspnée	Jetage	Toux	Autres	Ataxie	Paralysie	Torticolis	Autres	Diarrhée	Anorexie	Autres
1	+			Bâillement	+		+	Marche en rond			
2	+	+	+	Bâillement	+	+	+	Perte d'équilibre			
3	+			Bec ouvert							
4			+								
5	+			Respiration , bec ouvert	+	+	+				
6	+										
7	+		+	Bec ouvert	+		+				
8	+	+					+				
9	+		+		+		+				
10	+										
11	+		+	Bâillement	+	+	+	Perte d'équilibre			
12	+		+	Bâillement			+	marche en arrière			
13	+										
14	+	+	+	Bâillement	+		+	Perte d'équilibre			
15		+		Bâillement	+		+	Marche en rond			
16	+										
17		+	+			+	+				
18	+		+	Bec ouvert	+		+	Perte d'équilibre			
19	+	+		Bâillement	+		+	Perte d'équilibre			
20	+		+	Bec ouvert	+	+	+	Perte d'équilibre			

► Forme chronique:

Tableau 07: Résultats de l'ensemble des réponses relatives aux différents signes cliniques rencontrés en forme chronique.

Vétérinaires	Atteinte de l'état général				Troubles respiratoires				Troubles digestifs				Troubles ostéo articulaires		Atteinte oculaire	
	Léthargie	Retard de croissance	Diminution du GMQ	Non valeur économique	Tachypnée	Dyspnée	Toux	Autres	Régurgitation	Diarrhée	Anorexie	Autres	Oui	Non	Kératite	Conjonctivite
1		+	+	+		+	+	Bâillement					+			
2		+				+								+		
3	+	+	+	+	+	+	+	Bec ouvert						+		
4		+		+										+		
5					+	+		Respiration , bec ouvert						+		
6		+				+	+							+		
7	+	+				+		Toux séché						+		
8		+				+	+							+		
9		+		+		+								+		
10	+		+	+		+	+							+		
11						+	+	Toux chronique						+		
12						+		Bâillement						+		
13	+	+		+		+	+							+		
14		+		+		+								+		
15		+												+		
16						+	+							+		
17		+		+			+							+		
18				+	+	+		Bec ouvert						+		
19						+	+							+		
20	+	+			+	+	+	Bec ouvert						+		

► **Morbidité:**

**Tableau 08:Résultatsdes vétérinaires ayant évalué le taux de morbidité des jeunes et des adultes.**

Vétérinaires	Morbidité des jeunes					Morbidité des adultes				
	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%
1	+					+				
2		+								
3	+					+				
4						+				
5		+								
6	+	+				+				
7						+				
8		+								
9	+					+				
10	+					+				
11	+					+				
12	+					+				
13	+					+				
14					+	+				
15					+					
16	+					+				
17	+					+				
18				+				+	+	
19				+				+	+	
20	+					+				

► **Mortalité:**

**Tableau 09 :Résultatsdes vétérinaires ayant évalué le taux de mortalité des jeunes et des adultes.**

Vétérinaires	Mortalité des jeunes					Mortalité des adultes				
	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%
1	+					+				
2	+					+				
3	+					+				
4	+									
5						+				
6	+					+				
7	+					+				
8						+				
9	+					+				
10	+					+				
11	+					+				
12	+					+				
13	+					+				
14						+				
15	+									
16	+					+				
17	+					+				
18						+				
19	+					+				
20	+					+				

**3.3. Diagnostic :**

Les réponses obtenues relatives au diagnostic de l'aspergillose, en fonction du/des lieux où il est établi, sont résumés dans le (Tableau 10)

**Tableau 10 :Résultatsdes vétérinaires ayant précisé la méthode diagnostique.**

Vétérinaires	Sur place, dans l'élevage (par observation des lésions)	Dans le laboratoire vétérinaire (par la culture seule)
1	+	+
2		+
3	+	
4		+
5	+	+
6	+	
7		+
8		
9	+	+
10	+	+
11	+	
12	+	
13	+	+
14	+	+
15		
16	+	+
17	+	
18	+	
19	+	
20	+	+

**3.4.Traitement :**

Les résultats des vétérinaires ayant donné des mesures de lutte contre l'aspergillose sont portés dans le (Tableaux 11).

**Tableau 11 :Résultats de l'ensemble des réponses, en fonction des molécules utilisées et le mode d'administration.**

Vétérinaires	Molécules utilisées				Mode d'administration		
	Enilconazole	Iode	Sulfate de cuivre	Autres	Pulvérisation sur la litière	Dans l'eau de boisson	Pulvérisation sur la litière/ l'eau de boisson
1	+	+		Tétracyclines/Vit C	+	+	+
2	+				+		
3		+		Huiles essentielles		+	+
4	+	+			+	+	
5	+				+		
6	+	+			+		
7			+	Parconazole	+		
8		+				+	+
9	+	+			+	+	
10		+				+	
11	+	+			+		
12	+	+	+	Phytothérapie	+		
13	+				+		
14	+				+		
15	+				+		
16		+				+	
17		+		Parconazole		+	+
18	+				+		
19	+				+		
20	+			Huiles essentielles	+		+

**3.5.Facteurs favorisants :**

L'ensemble des réponses relatives aux facteurs favorisants l'aspergillose sont présentés dans le (Tableaux 12).

**Tableau 12 :Résultats des vétérinaires ayant précisé les facteurs favorisants l'aspergillose.**

Vétérinaires	Mauvaise qualité de la litière			Renouvellement récent de la litière		Qualité dégradée des poussins d' 1J		Température ambiante excessive		Défaut de ventilation		Hygrométrie excessive	
	Litière poussiéreuse	Présence de moisissures	Litière humide	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non
1	+	+	+	+			+	+		+		+	
2	+		+	+			+		+	+			+
3							+		+	+			+
4			+	+			+			+		+	
5	+		+	+			+			+		+	
6	+	+		+					+	+		+	
7	+		+	+			+		+	+			+
8	+		+	+			+		+	+		+	
9	+		+		+				+	+			+
10	+	+			+		+		+	+		+	
11	+	+	+		+	+			+	+		+	+
12				+			+		+	+			+
13	+	+	+	+			+	+			+		+
14	+			+			+		+			+	
15			+	+					+		+	+	
16	+	+		+			+		+	+			+
17		+	+	+			+		+		+	+	
18	+		+	+			+		+	+		+	
19	+	+		+			+		+	+			+
20	+				+		+		+	+			+

## 4. Analyse des résultats :

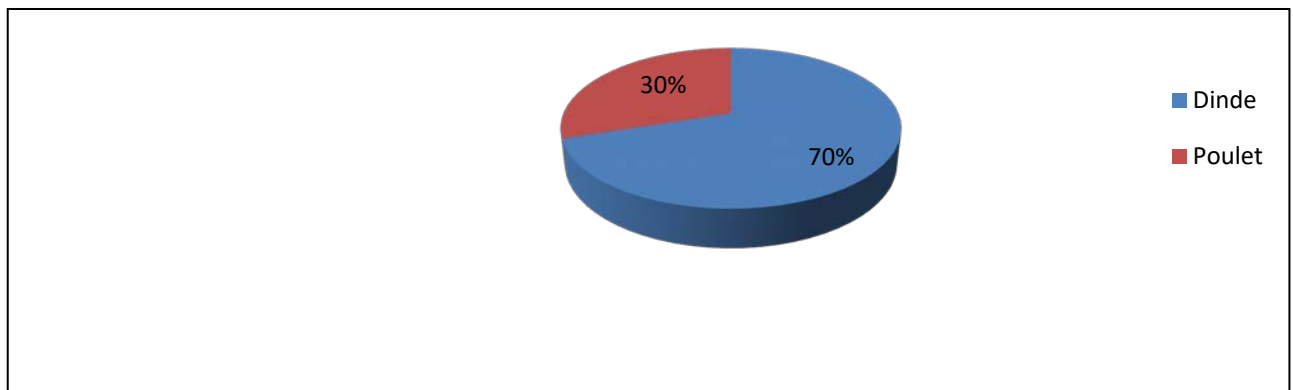
L'analyse du questionnaire a été réalisée question par question. Dans des cas bien particuliers, une seconde analyse a permis de mettre en relation les réponses à plusieurs questions. Les commentaires éventuels des vétérinaires sont également présentés.

Les figures ont été réalisées sur un document Excel (Microsoft version 2010) à partir des tableaux bruts réalisés à l'issue de la récolte et du traitement des données, fournies en annexe 1.

### 4.1. Caractéristiques des élevages infectés :

#### 4.1.1. Pourcentage des vétérinaires ayant répondu pour l'espèce considérée comme la plus touchée par la maladie :

D'après les vétérinaires interrogés, la dinde est l'espèce la plus touchée devant le poulet (Figure 37).



**Figure 37 : Pourcentage des vétérinaires ayant répondu pour l'espèce considérée comme la plus touchée par la maladie.**

Le sens même du mot « touché » peut être équivoque pour certaines personnes. Le sens que nous voulions lui donner était relatif au nombre de lots affectés. Or, il se peut que certains vétérinaires l'aient envisagé sous l'angle de la sévérité de l'atteinte. Pour ces interlocuteurs, l'espèce la plus touchée serait celle exprimant les signes cliniques les plus sévères. On peut cependant considérer que plus la sensibilité de l'espèce augmente, plus l'expression clinique sera marquée et le nombre de cas augmenté.

De plus, la réponse du vétérinaire dépend de la diversité d'espèces auxquelles il est confronté. Si un vétérinaire ne suit que des élevages de dindes par exemple, de façon logique, il ne pourra être confronté qu'à des cas d'aspergillose sur cette espèce. Pour cette question, il cochera *a priori*, la case dinde. Cette espèce sera alors sur estimée. Cet exemple est bien sûr caricatural mais souligne l'importance de connaître la répartition des espèces de volailles dans la clientèle du vétérinaire et le niveau de subjectivité que cela implique.

#### 4.1.2. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives aux trois spéculations (atteintes d'aspergillose), en fonction de l'âge :

Pour affiner l'analyse des résultats nous avons cherché à stratifier l'âge des animaux atteints en fonction des espèces. En effet, la dinde étant la plus touchée par l'aspergillose (question précédente), les caractéristiques de cette dernière (l'âge ici) sont surreprésentées dans les questions où les deux espèces de volailles sont confondues. Ainsi, nous avons croisé les réponses aux deux questions. Nous avons donc regardé pour chaque vétérinaire, quelle espèce était selon lui la plus touchée par l'aspergillose, puis la période d'élevage (démarrage, croissance, finition) qu'il avait choisi.

##### ► Poulet de chair

Selon les vétérinaires de l'échantillon, le poulet de chair est plus atteint en phase de finition (Figure 38).

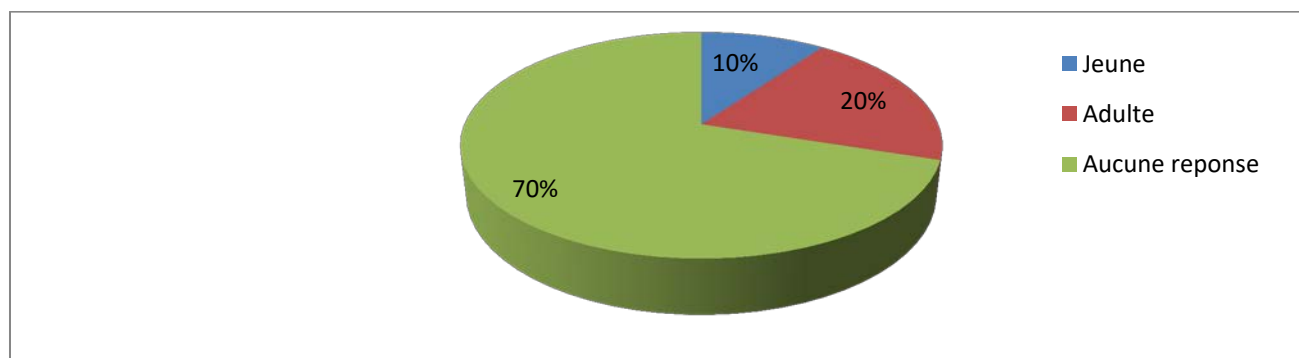


Figure 38 : Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives au poulet de chair (atteintes d'aspergillose), en fonction de l'âge.

##### ► Dinde

La dinde, qui semble davantage affectée en phase de finition (Figure 39).

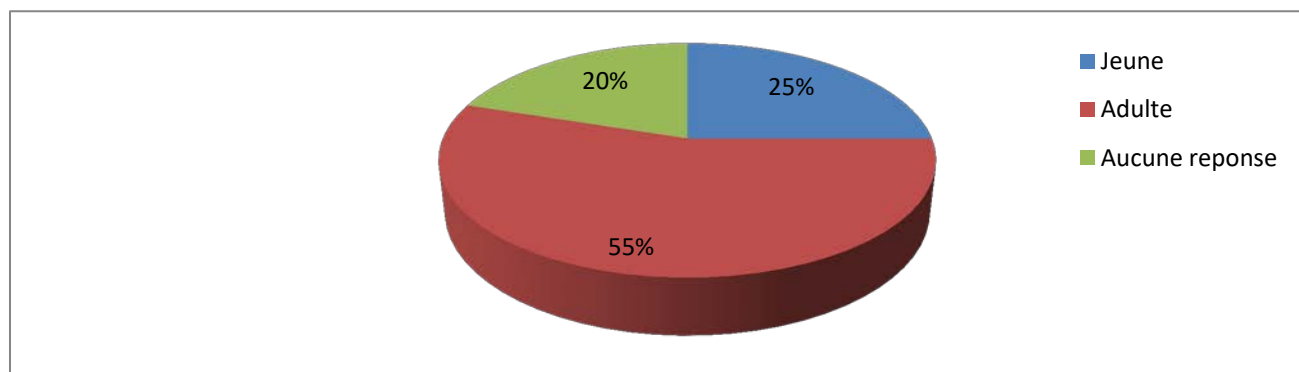
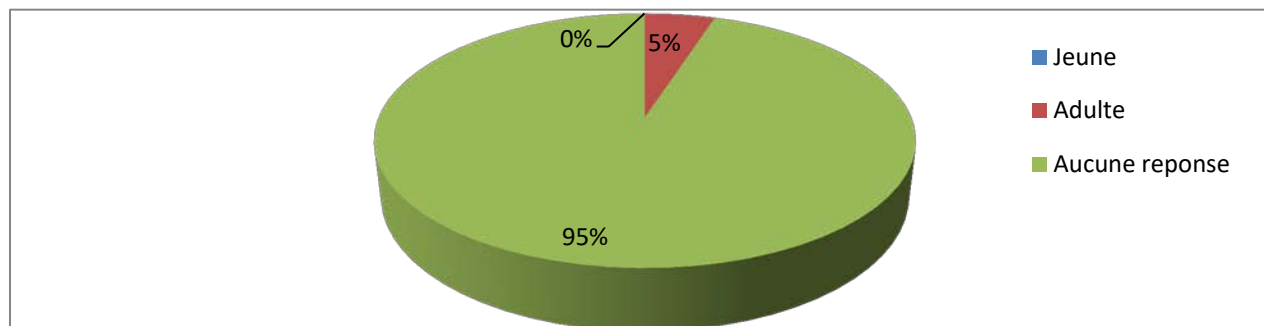


Figure 39 : Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives à la dinde (atteintes d'aspergillose), en fonction de l'âge.



### ► Poule pondeuse

Concernant les pondeuses, un seul vétérinaire s'est prononcé. Les volailles touchées étaient en fin de ponte (**Figure 40**).

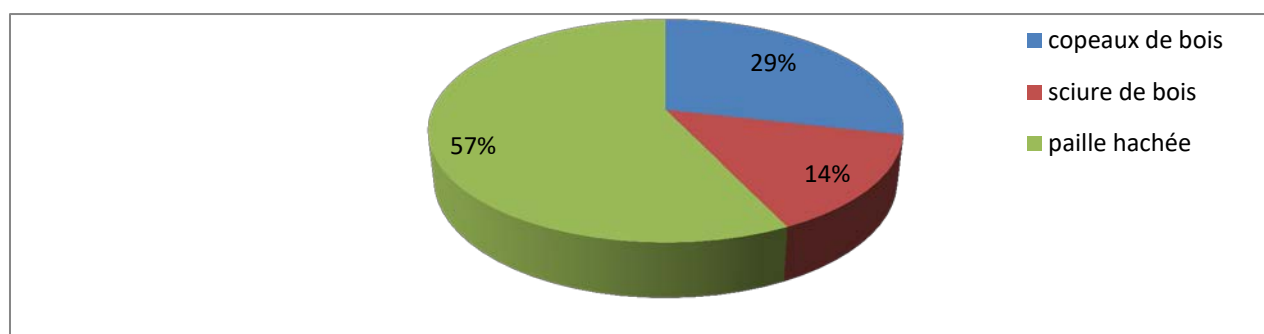


**Figure 40 : Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives à la poule pondeuse (atteintes d'aspergillose), en fonction de l'âge.**

Pour cette question, nous ne faisons pas de distinction entre les espèces. Cependant, le vétérinaire peut ne pas avoir eu l'information et se fonder sur des suspicions (notamment si le vétérinaire qui suit des élevages au démarrage est différent de celui qui suit un élevage en fin de bande). Par exemple des volailles atteintes d'aspergillose au démarrage se sont-elles contaminées dans l'élevage de production ou étaient-elles porteuses d'*Aspergillus* au sortir du couvoir, déclarant la maladie ensuite ? Il peut donc y avoir confusion entre des cas avérés de contamination au couvoir et des suspicions sur des animaux malades en début de bande.

#### 4.1.3. Pourcentage sur l'ensemble des réponses, du type de litière dans les élevages touchés par l'aspergillose :

Selon les vétérinaires questionnés, la paille est la litière la plus fréquemment présente lorsque surviennent des cas d'aspergillose (**Figure 41**).



**Figure 41 : Pourcentage sur l'ensemble des réponses, du type de litière dans les élevages touchés par l'aspergillose.**

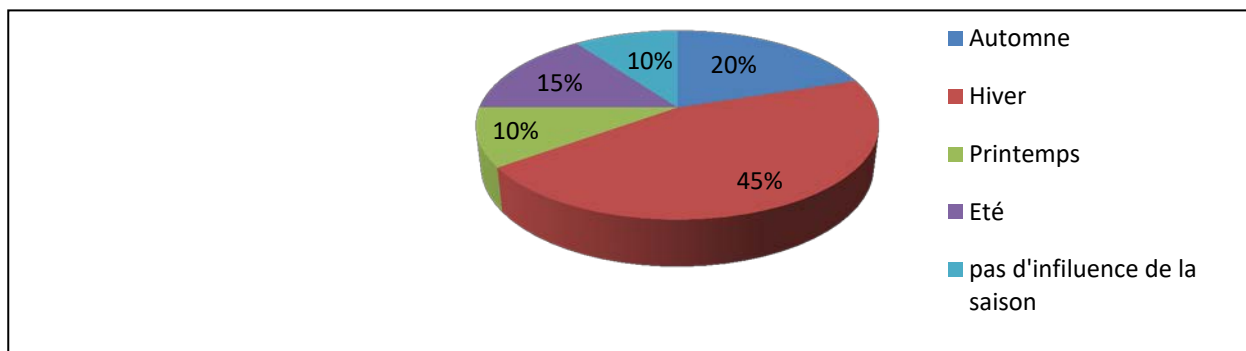
La possibilité de cocher plusieurs réponses permet de balayer les différentes situations auxquelles le vétérinaire aurait pu être confronté. Cette question fait appel à la mémoire. On peut

supposer en première analyse que le type de litière varie peu pour un type de production d'une région à l'autre (plutôt de la paille pour les poulets, paille et copeaux pour les dindes...). On retrouve donc le même biais qu'à la première question (importance de la clientèle et des filières de production suivies par le vétérinaire).

#### 4.1.4. Nombre de réponses en fonction de la saison :

Pour plus de lisibilité de la **figure 42**, les mois ont été regroupés pour dégager un éventuel effet saison. Ainsi, nous avons rassemblé les mois de Décembre, Janvier, Février pour l'hiver, Mars, Avril, Mai pour le printemps, Juin, Juillet, Août pour l'été et Septembre, Octobre, Novembre pour l'automne.

Selon les vétérinaires de l'échantillon, l'hiver et l'automne sont les deux saisons de l'année où les cas d'aspergillose sont les plus fréquents. Le vétérinaire 1 a commenté son choix en indiquant que les cas sont les plus fréquents en période froide où les bâtiments sont sous ventilés. Les vétérinaires 2, 3 et 5 ont également précisé que les cas sont plus nombreux pendant les périodes humides et froides. En revanche, le vétérinaire 19 a évoqué la période de la moisson, ou d'ensilage de maïs.



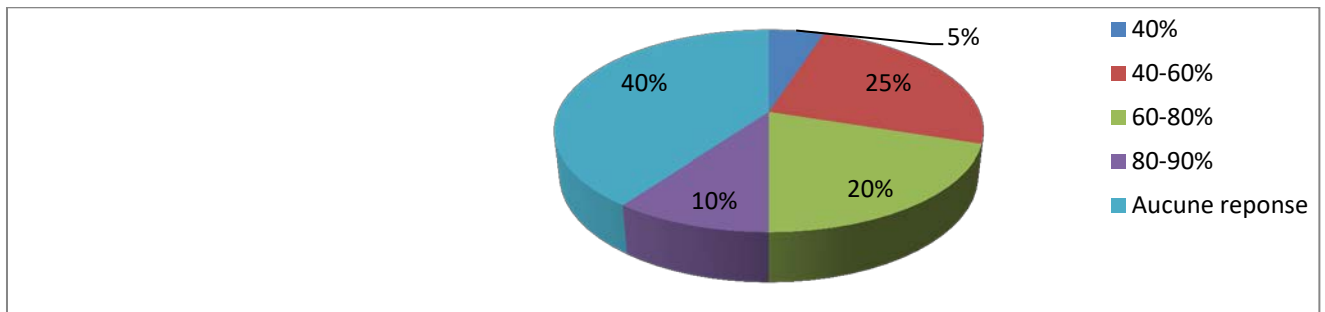
**Figure 42 : Nombre de réponses en fonction de la saison.**

Dans ce cas le questionnaire porte sur une période de 12 mois donc si le vétérinaire a été confronté à des cas d'aspergillose, il peut *a priori* pouvoir répondre à cette question. Il peut également superposer sur ses souvenirs des considérations établies sur l'expérience de plusieurs années et assimiler les mois concernés de l'année avec les mois, qui, en règle générale sont les plus impactés.

En effet, ce qui marque le plus le vétérinaire ce sont les conditions climatiques durant lesquelles les cas sont apparus. L'analyse qui en découle devrait donc regrouper les mois sous forme de saison (été-automne-hiver-printemps) pour ne pas sur ou sous-estimer certains mois.

#### 4.1.5. Pourcentage des vétérinaires ayant donné une estimation de l'hygrométrie moyenne du bâtiment :

Près de la moitié (45 %) des vétérinaires de l'échantillon n'ont pas d'avis sur la question. Pour le reste, l'hygrométrie moyenne des bâtiments où des cas d'aspergillose ont été notés, est comprise dans une fourchette allant de 40 à 60 %, c'est-à-dire correspondant plutôt à une atmosphère sèche (**Figure 43**).



**Figure 43 : Parmi ceux qui ont répondu, pourcentage de vétérinaires ayant donné une estimation de l'hygrométrie moyenne du bâtiment.**

En effet, certains vétérinaires prennent en compte l'hygrométrie au moment où ils interviennent, c'est-à-dire, une fois la maladie déclarée dans l'élevage. Or, les conditions d'ambiance à ce moment-là ne sont pas forcément les mêmes que celles qui ont permis le développement du champignon. Un biais de mesure, relatif à l'interprétation de la question peut donc survenir :

- Ceux qui répondent en évaluant l'hygrométrie à l'instant où ils passent dans l'élevage.
- Ceux qui répondent en évaluant l'hygrométrie (par questionnaire à l'éleveur), avant l'apparition de la maladie mais qui aurait pu promouvoir le développement des moisissures *Aspergillus*.

L'analyse des résultats ne doit donc pas se faire en terme de valeur mais en distinguant sommairement deux types d'atmosphère : sèche (hygrométrie basse, inférieure à 60 %) ou humide (hygrométrie importante, supérieure à 60%).

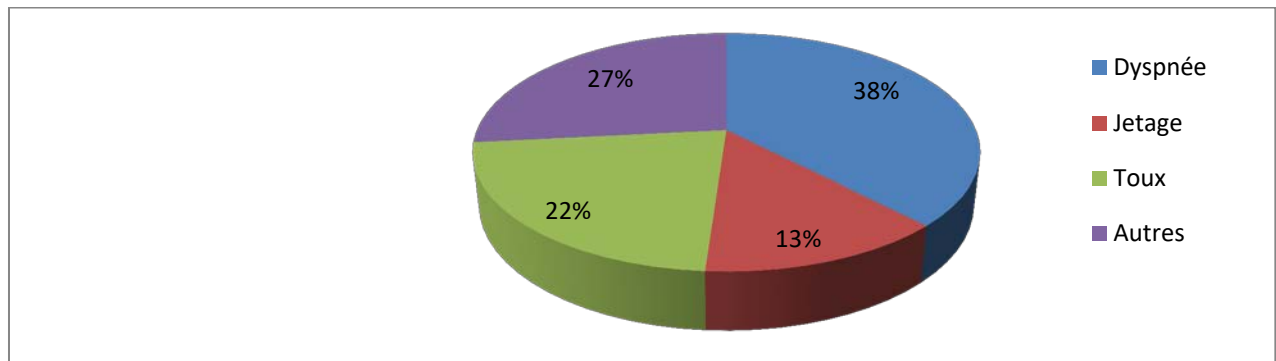
A noter également que la valeur avancée n'est pas forcément une valeur objective c'est-à-dire mesurée. Elle n'est bien souvent qu'une estimation par le vétérinaire.

## 4.2. Expression de la maladie :

### 4.2.1. Forme aiguë :

#### ► Proportion des troubles respiratoires

La grande majorité (95 %) des vétérinaires interrogés a observé des troubles respiratoires durant la phase aiguë de la maladie. La dyspnée est le signe clinique le plus fréquent, devant le bâillement, la toux et le jetage (**Figure 44**).



**Figure 44 : Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives aux troubles respiratoires, des différents signes cliniques rencontrés.**

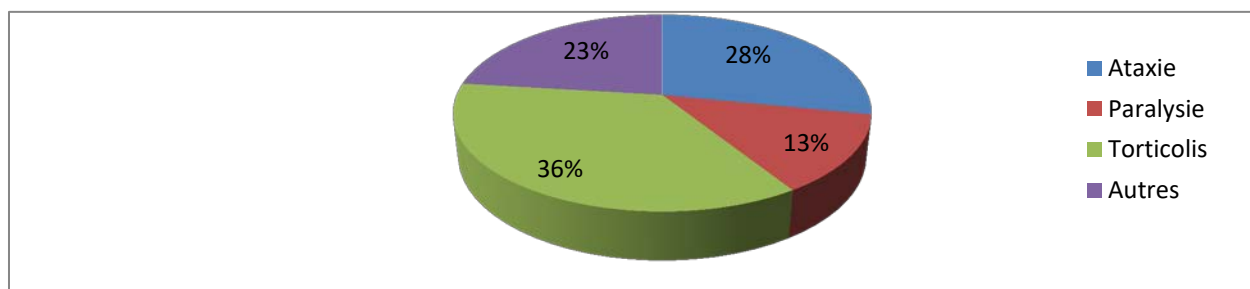
#### ► Proportion des troubles digestifs

Aucun vétérinaire de l'échantillon n'a observé de troubles digestifs en cas de phase aiguë d'aspergillose.

#### ► Proportion des troubles nerveux

Près de la totalité (70 %) des vétérinaires a observé des troubles nerveux pendant la phase aiguë de la maladie. Le torticolis est le symptôme le plus fréquent devant l'ataxie et la paralysie (**Figure 45**).

Pour les vétérinaires 1 et 2, le torticolis est un signe classique chez la dinde. Pour les vétérinaires 12,18, 19, 20, la mortalité des volailles malades est souvent observée dans cette forme aiguë.



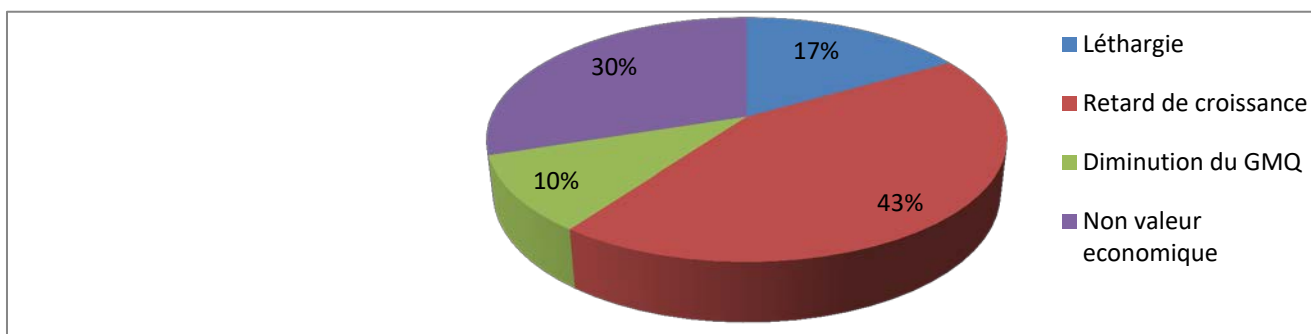
**Figure 45 : Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives aux troubles nerveux, des différents symptômes rencontrés.**

#### 4.2.2. Forme chronique :

##### ► Proportion des de l'atteinte de l'état général

Environ 2/3 (70 %) des vétérinaires de l'échantillon ont observé une atteinte de l'état général des animaux ayant une aspergillose chronique. Cette atteinte se manifestait majoritairement par un retard de croissance et/ou l'obtention d'une non-valeur économique (Figure 46).

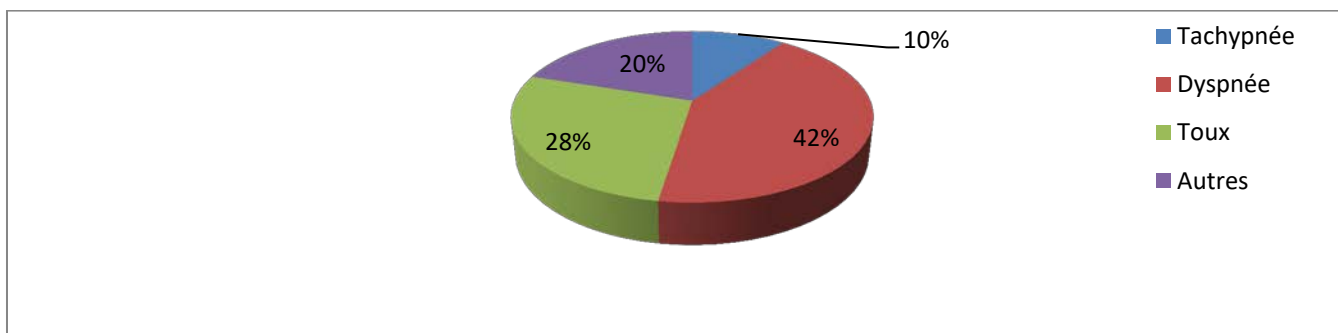
Les autres signes cliniques évoqués par les vétérinaires sont : mortalité, hétérogénéité du lot, diminution de l'indice de consommation, cachexie.



**Figure 46 : Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives à l'atteinte de l'état général, des différents signes cliniques rencontrés.**

##### ► Proportion des troubles respiratoires

La grande majorité (85 %) des vétérinaires questionnés a observé des troubles respiratoires durant la phase chronique de la maladie. La dyspnée est le symptôme le plus fréquent, devant la toux et la tachypnée (Figure 47).



**Figure 47 : Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives aux troubles respiratoires, des différents symptômes rencontrés.**

##### ► Proportion des troubles digestifs

Aucun vétérinaire de l'échantillon n'a observé des troubles digestifs en cas de phase chronique d'aspergillose.

► **Proportion des troubles ostéo articulaires**

La grande majorité (95 %) des vétérinaires de l'échantillon n'a pas observé de troubles ostéoarticulaires dans la phase chronique d'aspergillose.

Le seul vétérinaire ayant observé des troubles ostéo articulaires a précisé qu'il s'agissait de gonflements articulaires et boiterie.

► **Proportion des del'atteinte oculaire**

La totalité des vétérinaires de l'échantillon n'a pas observé d'atteinte oculaire pendant la phase chronique de la maladie.

Les questions relatives à la symptomatologie de la maladie font appel à la mémoire. Un biais de mesure qui peut survenir consiste à ce que le vétérinaire réponde aux questions en fonction de son expérience passée c'est à dire à ce qu'il a déjà vu et non pas à partir des cas sur la période d'étude.

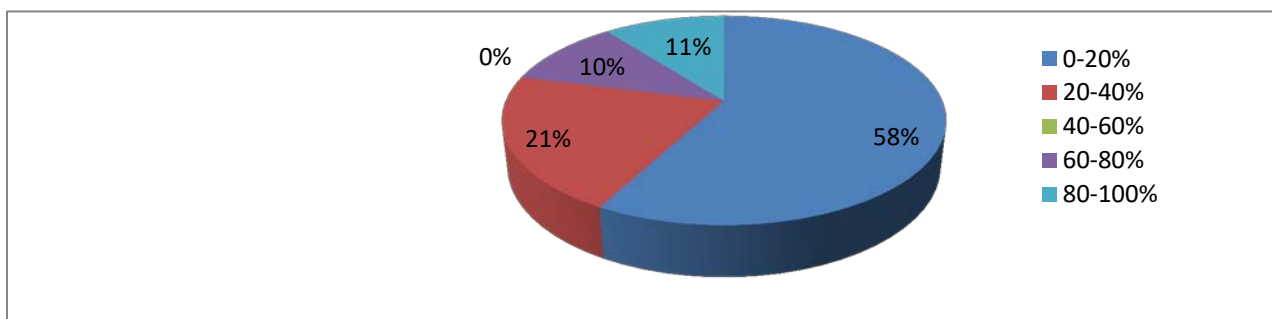
De plus, l'évaluation de l'expression clinique est subjective et varie en conséquence selon les vétérinaires. Dans quelle mesure le vétérinaire considère la pertinence d'un signe clinique : par exemple, à partir de quel stade de difficultés respiratoires va-t-il considérer que l'animal est dyspnéique ? Ceci pourrait conduire à une sur- ou sous-estimation de certains signes cliniques.

Cependant, dans le cadre d'une médecine de groupe, il s'agit plus d'une tendance générale ou synthèse de l'expression clinique des individus touchés. Le risque de confusion diagnostique est ainsi limité par rapport à la médecine individuelle.

#### 4.2.3. Morbidité:

► **Taux de morbidité des jeunes**

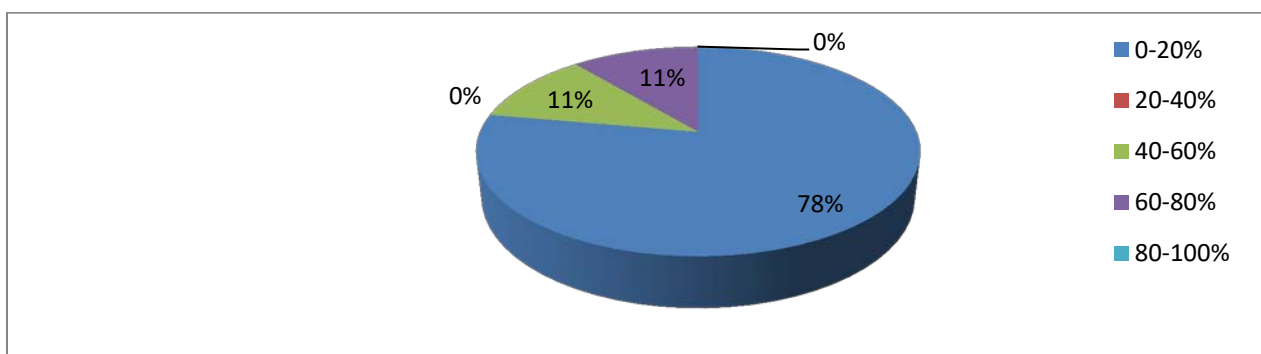
Selon la majorité des vétérinaires de l'échantillon le taux de morbidité des jeunes est inférieur à 20 % (**Figure 48**).



**Figure 48 : Parmi ceux qui ont répondu, pourcentage des vétérinaires ayant évalué le taux de morbidité des jeunes.**

► **Taux de morbidité des adultes**

Selon la majorité des vétérinaires de l'échantillon le taux de morbidité des adultes est inférieur à 20 % (**Figure 49**).



**Figure 49 : Parmi ceux qui ont répondu, pourcentage de vétérinaires ayant évalué le taux de morbidité des adultes.**

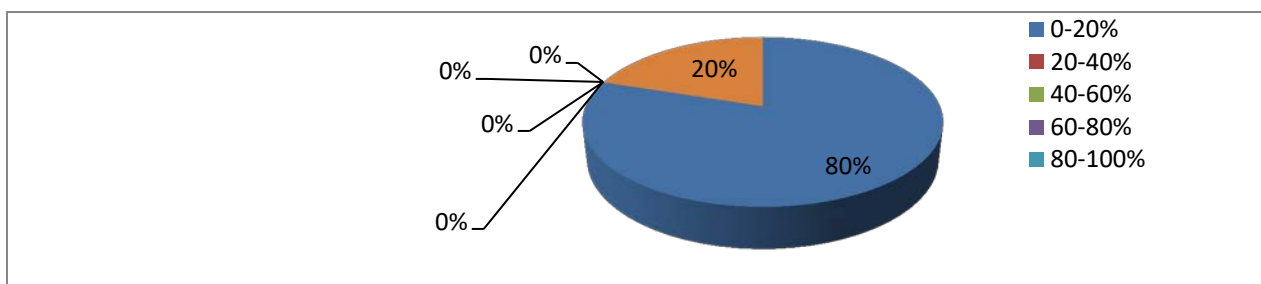
Cette question peut engendrer des non réponses puisqu'elle est corrélée à l'âge des animaux atteints. Si le vétérinaire n'a été confronté qu'à des animaux malades en finition, il ne pourra, en toute rigueur, pas répondre à cette question (même réflexion pour les jeunes).

Toute réponse indiquée sera fondée, non pas sur les cas cliniques déclarés pendant la période étudiée (mais à son expérience du terrain antérieure. De ce fait, la réponse devient très subjective et les variations intra individuelles seront importantes.

**4.2.4. Mortalité:**

► **Taux de mortalité des jeunes**

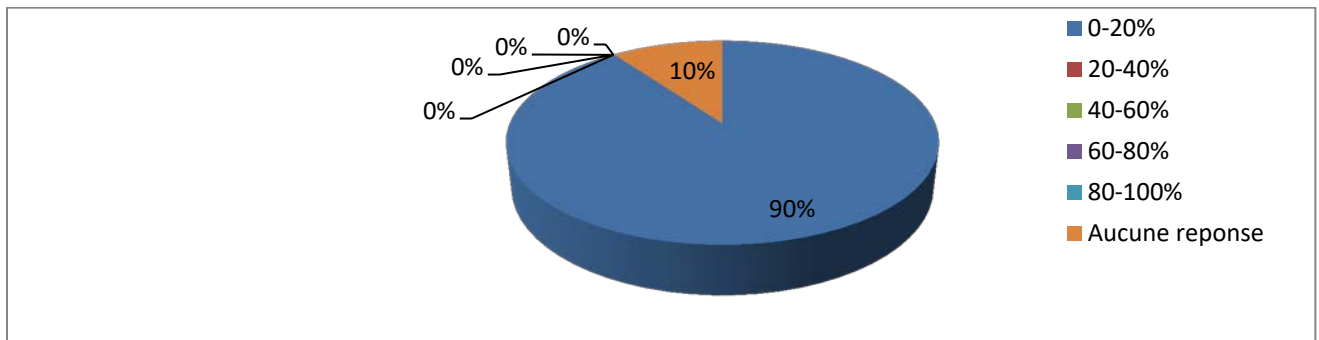
Selon la majorité des vétérinaires de l'échantillon le taux de mortalité des jeunes est inférieur à 20 % (**Figure 50**).



**Figure 50 : Parmi ceux qui ont répondu, pourcentage de vétérinaires ayant évalué le taux de mortalité des jeunes.**

### ► Taux de mortalité des adultes

Selon la majorité des vétérinaires de l'échantillon le taux de mortalité des adultes est inférieur à 20 % (**Figure 51**).



**Figure 51 : Parmi ceux qui ont répondu, pourcentage de vétérinaires ayant évalué le taux de mortalité des adultes.**

Le taux de mortalité dépend de l'efficacité d'un éventuel traitement mis en place. L'objectif du vétérinaire étant d'intervenir avant que la mortalité ne soit trop importante.

Par suite, le taux de mortalité peut être modifié par rapport à une situation où l'interlocuteur serait resté extérieur et contemplatif durant toute la phase clinique de la maladie. Le taux de mortalité sera, *a priori* sous-estimé après mise en place d'un traitement (selon l'hypothèse où la mortalité aurait augmentée en l'absence de traitement, ce qui est invérifiable en dehors du contexte expérimental).

De plus, si la contamination des volailles a été homogène et importante, il est plus facile de remarquer la mortalité, qui sera concentrée dans le temps, donc davantage repérable que si le niveau de contamination est plus faible et avec une mortalité moins apparente (évolution moins marquée de la maladie).

Un autre biais provient de la définition précise du terme « mortalité ». En effet, certaines personnes assimilent mortalité et létalité. Or le taux de létalité correspond au nombre de morts / nombre malades alors que le taux de mortalité correspond au nombre de morts / population exposée à l'agent pathogène (72). La confusion de ces termes peut aboutir à une surestimation de la mortalité.

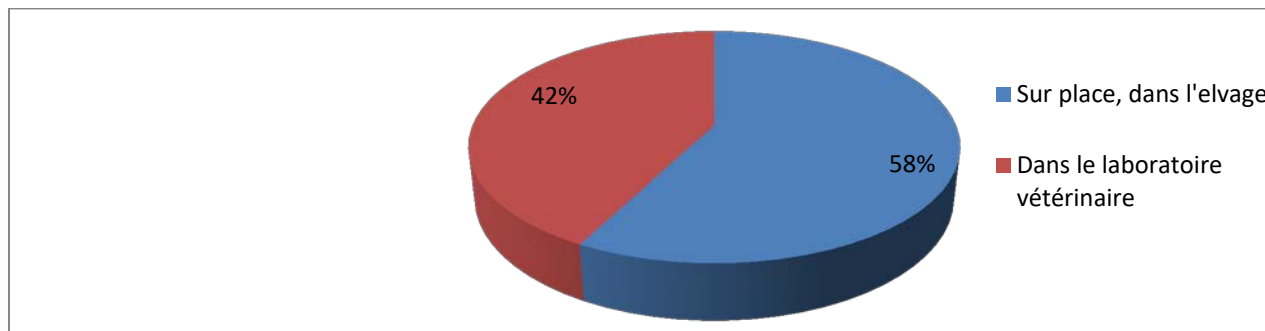
### 4.3. Diagnostic :

La majorité des vétérinaires de l'échantillon effectue le diagnostic d'aspergillose grâce à l'observation des lésions et/ou avec identification du champignon par mise en culture. Aucun vétérinaire n'a recours à l'histologie ou à la sérologie (**Figures 52**).

Pour le vétérinaire 5, la culture est systématique si les sujets sont des jeunes animaux. De même, le vétérinaire 1 précise que le choix entre l'observation des lésions et la culture dépend de



l'âge des volailles. Le vétérinaire 10 réalise une culture si les animaux sont des dindonneaux ou poussins de un jour.



**Figure 52 : Parmi ceux qui ont répondu, pourcentage de vétérinaires en fonction du/des lieux où est établi le diagnostic.**

Le vétérinaire peut objectivement répondre pour ce qui est d'un éventuel diagnostic sur place ou au laboratoire vétérinaire puisqu'il est lui-même impliqué et actif dans la démarche. Le seul point de vue du vétérinaire peut donc sous-estimer à la marge les cas d'aspergillose ponctuels ou sporadiques et en particulier ceux non repérés par l'éleveur (cadavres relevés mais non autopsiés).

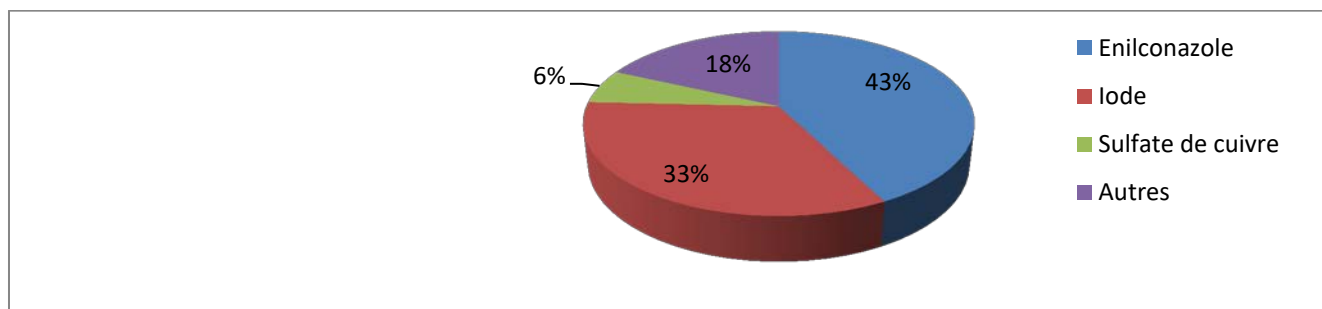
L'interlocuteur a la possibilité d'indiquer dans la case « autre » d'éventuels moyens diagnostiques non spécifiés (comme le diagnostic clinique par exemple).

#### 4.4. Traitement :

##### 4.4.1. Pourcentage de l'ensemble des réponses, en fonction des molécules utilisées :

Selon les vétérinaires, l'énilconazole est la molécule la plus utilisée devant l'iode. Le sulfate de cuivre ne semble plus d'actualité (**Figure 53**).

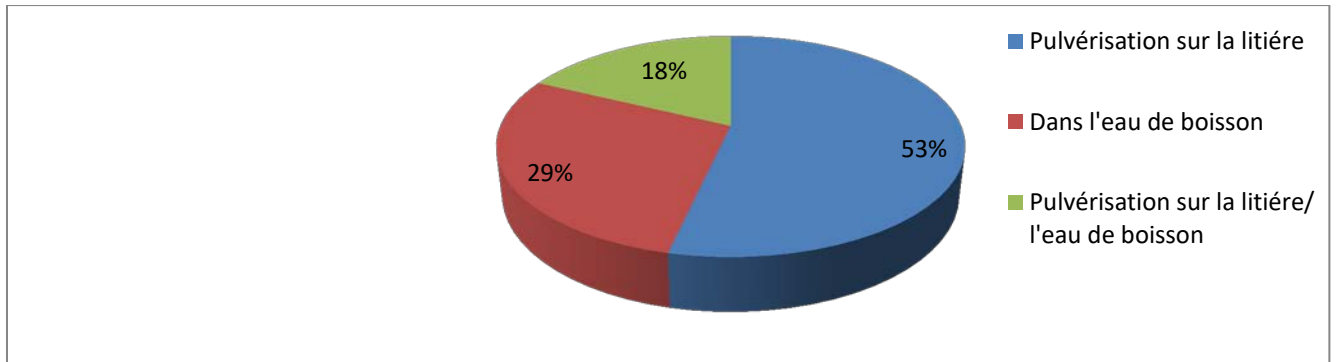
Le vétérinaire 12 a souligné que le problème avec cette maladie est l'absence de traitement efficace ou alors que les molécules potentielles ne sont pas autorisées (remarque partagée par le vétérinaire 9). Les autres traitements envisagés sont les huiles essentielles, la vitamine C, le paronazole, et plus largement certains vétérinaires (12) a mentionné la phytothérapie.



**Figure 53 : Pourcentage, sur l'ensemble des réponses relatives au traitement, des différentes molécules utilisées.**

#### 4.4.2. Pourcentage de l'ensemble des réponses, en fonction du mode d'administration :

Les commentaires des vétérinaires ont permis d'affiner l'analyse concernant le mode d'administration. Dans 70 % des cas, le traitement est pulvérisé sur la litière et dans 40 % des cas, il est administré dans l'eau de boisson en complément ou non d'une désinfection de l'environnement (**Figure 54**).

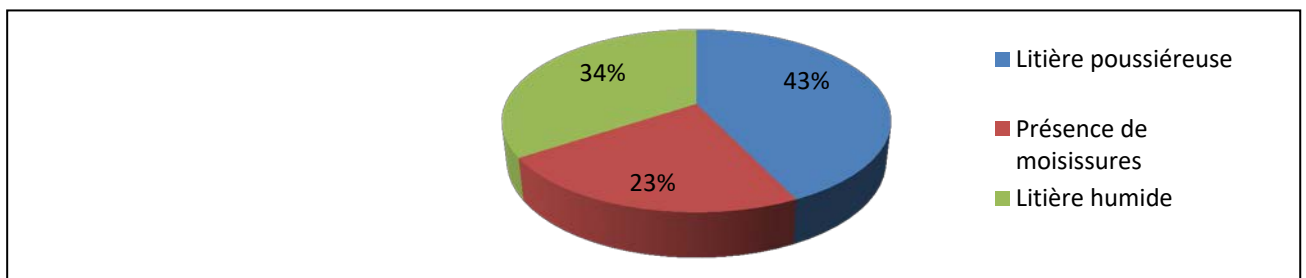


**Figure 54: Parmi ceux qui utilisent un traitement, pourcentage de vétérinaires en fonction du mode d'administration.**

#### 4.5. Facteurs favorisants :

##### 4.5.1. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, en fonction de l'état de la litière sur l'aire de vie des volailles :

La majorité (85 %) des vétérinaires considère qu'une mauvaise qualité de la litière favorise l'apparition de l'aspergillose. Pour les vétérinaires de l'échantillon, il s'agit le plus fréquemment d'une litière poussiéreuse sur l'aire de vie des volailles (**Figure 55**).



**Figure 55 : Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, de l'état de la litière dans les élevages touchés par l'aspergillose.**

A l'usage, le terme « mauvaise » peut porter à confusion. En effet, on a pu constater que certains vétérinaires ne considèrent pas une litière poussiéreuse comme de « mauvaise » qualité en tant que telle.

Ainsi, indépendamment de l'intitulé (« mauvaise ») avec lequel ils peuvent être en désaccord, les vétérinaires peuvent spécifier l'état de la litière (poussiéreuse, moisie, humide).

La qualité de la litière dépend des conditions de vie de l'animal.

**4.5.2. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, de renouvellement récent de la litière dans les élevages touchés par l'aspergillose :**

La majorité (80 %) des vétérinaires ont eu des cas d'aspergillose suite à un renouvellement récent de la litière.

En effet, en production de dindes, dans la gestion même de l'élevage, il y a des rajouts importants de litière en cours de bande ce qui est moins vrai en élevage de poulets. De plus, il peut y avoir assimilation par certains vétérinaires entre les actions de « renouvellement de la litière » et de « mise en place de celle-ci », notamment en phase de démarrage.

**4.5.3. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, de la qualité des poussins de 1 jour dans les élevages touchés par l'aspergillose :**

Selon la majorité (95 %) des vétérinaires, les poussins sont de bonne qualité à leur arrivée dans les élevages.

Le vétérinaire 11 a précisé que les poussins sont de mauvaise qualité à l'arrivée dans l'élevage quand une contamination au couvoir s'est produite. Dans ce contexte, les poussins, à l'arrivée dans le bâtiment avicole, sont déjà porteurs d'*Aspergillus*.

Ce point peut faire référence à un portage d'*A. fumigatus* par les poussins à la sortie du couvoir.

**4.5.4. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, de la température ambiante excessive dans les élevages touchés par l'aspergillose :**

Plus de (80%) des vétérinaires ne considère pas que la température fût excessive dans les bâtiments d'élevages touchés par la maladie.

Pour le vétérinaire 1, la température excessive est à mettre en relation avec le confinement des animaux.

Il existe des normes de température à respecter en élevage. Ainsi, évoquer une température excessive a du sens par comparaison aux recommandations.

Le vétérinaire peut également répondre, là encore, en fonction de ses connaissances par rapport au développement de la moisissure (plutôt dans une ambiance chaude et humide). Dans ce contexte, cette question ne reflète pas des données de terrain mais ce que pense le vétérinaire.

**4.5.5. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, de défaut de ventilation dans les élevages touchés par l'aspergillose :**

La majorité (85 %) des vétérinaires considère que les bâtiments où les cas se sont déclarés étaient sous ventilés.

#### 4.5.6. Pourcentage, sur l'ensemble des réponses, de l'hygrométrie excessive dans les élevages touchés par l'aspergillose :

La proportion (53 %) des vétérinaires incriminant une hygrométrie excessive est équivalente à celle des vétérinaires (50 %) qui ne l'incriminent pas.

Pour les vétérinaires 18 et 4, la surdensité est le facteur principal favorisant la maladie.

### 5. Discussion des résultats :

► Dix huit vétérinaires (90%) ont diagnostiqué des cas d'aspergillose durant cette année.

L'aspergillose est donc une maladie rencontrée par la majorité des vétérinaires avicoles. . Il ne s'agit donc pas d'une affection rare. Elle sévit dans de nombreux élevages avicoles et doit être prise en considération pour son impact potentiel en aviculture.

Tout ce qui suit se base sur les résultats de l'échantillon uniquement.

La dinde est l'espèce la plus touchée devant le poulet (**Figure 37**). On retrouve un gradient de sensibilité des espèces similaire à celui rapporté dans la littérature : dinde puis canard, pintade, poulet (**32,27**). Dans le cadre d'infections expérimentales, la caille semble plus sensible que la dinde d'après (**26**).

► Le poulet et la dinde semblent davantage atteints en phase de finition (**Figure 38, 39**), les pondeuses en fin de ponte (**Figure 40**) (ce résultat est fondé sur la réponse d'un seul vétérinaire) Le vétérinaire 1 a précisé que la contamination au couvoir est possible mais de moins en moins fréquente car les accoueurs contrôlent le niveau de contamination de leurs salles et font des désinfections spécifiques avec de l'énilconazole.

En effet une les moyens de maîtrise sanitaire qui doivent être mis en place de manière efficace et permanente dans les couvoirs pour lutter en particulier contre le risque aspergillaire. Elle s'intéresse, à l'origine et la qualité des produits réceptionnés, aux locaux de travail (avec notamment la séparation en zone propre/sale et le principe de la marche en avant), au personnel (formation professionnel et hygiène), aux techniques d'hygiène (nettoyage, désinfection...). Cela implique, en complément de la maîtrise de l'hygiène des locaux et équipements du couvoir, des contrôles avant et pendant l'incubation,

Le contrôle oblige la mise en place de tests pour dépister des contaminations par *Salmonella* Enteritidis et Typhimurium, dans les troupeaux avicole et au couvoir dont la capacité d'incubation est supérieure ou égale à mille oeufs. En revanche, cette directive ne prévoit aucune surveillance contre des maladies telles que les mycoplasmoses ou l'aspergillose. Le contrôle du risque aspergillaire est donc réalisé spontanément par les accoueurs (adhésion à la charte) pour garantir la qualité de leurs produits.

► L'hiver et l'automne sont les deux saisons de l'année (**Figure 42**) où les cas d'aspergillose sont les plus fréquents. Ces résultats concordent avec les informations issues de la littérature, notamment l'étude de (**78**) décrivant une augmentation des cas d'aspergillose en hiver.

► L'hygrométrie moyenne des bâtiments où des cas d'aspergillose ont été notés, est comprise dans une fourchette allant de 40 à 60 % (**Figure 43**), c'est-à-dire plutôt dans le cadre d'une atmosphère sèche.

► Dans la forme aiguë, les troubles respiratoires sont largement prédominants (95% des vétérinaires) (**Figure 44**) par rapport aux troubles nerveux (70 %) (**Figure 45**) ou digestifs (0 % des vétérinaires), ce qui est en accord avec la littérature (**32,44,55,76,77**). La dyspnée est le symptôme respiratoire le plus fréquent, devant le bâillement, la toux et le jetage ; le torticolis est le symptôme nerveux le plus fréquent devant l'ataxie et la paralysie.

► Environ 2/3 (**Figure 46**) des vétérinaires ont observé une atteinte de l'état général des animaux ayant une aspergillose chronique se manifestant majoritairement par un retard de croissance et/ou une non-valeur économique. L'atteinte respiratoire domine le tableau clinique (**Figure 47**) (85 % des vétérinaires).

Les troubles ostéoarticulaires et oculaires (surtout conjonctivite) sont beaucoup moins fréquemment observés. La dyspnée est le symptôme respiratoire le plus fréquent, devant la toux et la tachypnée.

Le taux de morbidité (**Figure 48, 49**) et de mortalité des jeunes et des adultes (**Figure 50, 51**) est inférieur à 20 % dans la majorité des cas. Tous les vétérinaires ayant répondu à la question portant sur l'estimation du taux de mortalité, ont choisi, pour les jeunes comme les adultes, l'intervalle [0 à 20 %].

En premier lieu, le vétérinaire spécialisé représente logiquement l'interlocuteur de référence pour étudier la pathologie aviaire. De plus, il y a très peu de chance pour que le vétérinaire ne soit pas informé des cas d'aspergillose (morbidité et mortalité notables) au sein de sa clientèle puisqu'il sera sollicité par l'éleveur ou le technicien de l'élevage. Le praticien suit plusieurs élevages donc concentre davantage d'informations.

► La majorité des vétérinaires effectue leur diagnostic sur place dans l'élevage grâce à l'observation des lésions et/ou avec identification du champignon par mise en culture de prélèvements au laboratoire (**Figures 52**). L'utilisation de la culture fongique dépend de l'âge des animaux atteints : elle est plus fréquemment entreprise sur les jeunes oiseaux. Aucun vétérinaire n'a recours à l'histologie ou à la sérologie.

Dans la démarche diagnostique, l'examen clinique des animaux est la première étape qui conduit à des hypothèses diagnostiques confirmées ou infirmées ensuite par des examens

complémentaires. Dans le cadre de l'aspergillose, maladie majoritairement respiratoire, le diagnostic clinique est à prendre en compte et nous aurions dû, par rigueur scientifique, le mentionner dans le questionnaire.

Le diagnostic d'aspergillose, peut se faire sur place au sein même de l'élevage, à l'abattoir ou dans un laboratoire en lien avec le cabinet vétérinaire. L'abattoir, par définition, regroupe un nombre important de données issues de plusieurs élevages.

► La totalité des vétérinaires met en place un traitement. L'énilconazole est la molécule la plus utilisée devant l'iode. Le sulfate de cuivre est moins employé (**Figure 53**). Il est nécessaire de préciser ici qu'il n'existe pas de traitement autorisé pour les animaux. Seule la litière, le matériel, les locaux et équipements peuvent être désinfectés. Ceci conduit donc certains vétérinaires à préconiser la mise en place de traitements hors autorisation comme l'administration de l'iode dans l'eau de boisson (24 % vétérinaires utilisant l'iode le font). Pour pallier cette absence de traitement disponible sur le marché, des traitements alternatifs sont instaurés dont l'efficacité n'est pas prouvée : phytothérapie, homéopathie.

► La paille est la litière la plus fréquemment observée en cas d'aspergillose (**Figure 41**), sous réserve des biais déjà mentionnés.

La majorité des vétérinaires considèrent qu'une mauvaise qualité de celle-ci favorise l'apparition de l'aspergillose (**Figure 55**) : poussiéreuse dans l'aire de vie. La plupart (80 %) des vétérinaires ont observé des cas d'aspergillose consécutif à un renouvellement récent de la litière.

La litière a plusieurs fonctions en élevage avicole. En premier lieu, elle doit également pouvoir absorber l'humidité en excès, générée par les animaux (fientes, gaspillage de l'eau) ou un défaut de ventilation (hygrométrie relative trop élevée). Enfin, elle joue un rôle essentiel pour le confort physique des animaux pendant les phases de repos notamment. Une litière de bonne qualité sera sèche, saine, souple, pas trop fermentescible, absorbante, et suffisamment épaisse. *A contrario*, une mauvaise litière sera humide, croûtée, poussiéreuse (**80**). Dans le bâtiment, en fonction de la répartition et de l'activité des volailles, la litière sera plus ou moins altérée dans plusieurs territoires. Le comportement normal des animaux tend à éviter les zones humides. S'ils restent dans ces territoires, des lésions peuvent apparaître telles que des ampoules du bréchet ou pustules ainsi que des pododermatites. De plus, sur les surfaces dégradées, les pertes thermiques par conduction au niveau des pattes et la croissance fongique sont majorées. Les parties sèches sont donc plus confortables (l'ajout de superphosphate (50 g/m<sup>2</sup>) permet d'assécher la litière) (**81**).

Selon la majorité des vétérinaires, les poussins sont de bonne qualité à leur arrivée dans les élevages. Plus de (80 %) des vétérinaires n'incrimine pas une température excessive dans les

bâtiments d'élevage touchés par la maladie. Cependant il faut rester prudent sur la fiabilité de ces résultats puisque la température n'est pas mesurée en élevage par les vétérinaires.

La température ambiante doit être rigoureusement contrôlée pour éviter l'apparition de maladies chez les volailles et pour éviter la dégradation de la litière. Pour cela, il est nécessaire de comprendre les mécanismes de régulation thermique des oiseaux en fonction de l'âge et donc de l'emplumement **(21)**.

Plus de 2/3 des vétérinaires considèrent que les bâtiments où les cas se sont déclarés étaient sous ventilés. Des concordances sont notables entre les remontées du terrain et les données de la littérature scientifique. En effet, l'humidité de la litière favorisant la croissance fongique *versus* la poussière dans l'aire de vie, favorisant l'inhalation des spores, associée à la sous ventilation des bâtiments sont évoqués **(28,81,64)**. Les conditions de renouvellement de l'air dans le bâtiment sont fondamentales pour le bien-être animal. Le rôle de la ventilation vise à approvisionner les oiseaux en dioxygène, évacuer les gaz nocifs et éliminer les poussières **(80,82)**.

Plus de la moitié (53%) des vétérinaires considère que l'hygrométrie excessive est à mettre en relation avec le confinement des animaux.

L'humidité relative provient de la vapeur d'eau expirée par les animaux et de la litière. Elle dépend de la densité animale, de la ventilation, de la température ambiante. L'hygrométrie optimale doit-être comprise entre 60 à 75 %. Au-delà, la fermentation de la litière est favorisée et par suite le développement d'agents pathogènes. En dessous de 60 %, la mise en suspension de particules dans l'air est promue. L'humidité de la litière quant à elle doit être aux alentours de 20-25 % **(28)**.

# Conclusion



## CONCLUSION

L'objectif de cette thèse sur l'aspergillose aviaire fut dans un premier temps d'effectuer une synthèse des informations disponibles dans la littérature scientifique sur le champignon et la maladie chez les oiseaux d'élevage. Dans un second temps, une enquête, réalisée auprès de 20 vétérinaires a permis de dresser le profil de la maladie dans les élevages avicoles.

L'enquête a notamment permis de démontrer que l'aspergillose dans les élevages avicoles. N'est pas une maladie rare, puisque 74 % des vétérinaires ayant été interrogés ont été confrontés à au moins un cas clinique durant l'année 2017. *Aspergillus fumigatus*, moisissure banale de l'environnement, engendre des pertes économiques notables en élevage (taux de mortalité autour de 5-10% pouvant atteindre 70-90% chez le dindonneau). Les volailles, selon les réponses recueillies dans notre enquête, manifestent surtout des troubles respiratoires (dyspnée, toux, bâillement, respiration bec ouvert) et dans une moindre mesure des troubles nerveux (torticolis). Aucun trouble digestif (pourtant rapporté dans la littérature) n'a été évoqué par les praticiens. La dinde fait partie des espèces les plus sensibles a contrario du poulet.

La gestion de l'élevage est un élément clef dans l'apparition de la maladie, avec notamment, le contrôle des paramètres d'ambiance (hygrométrie, ventilation, température), le type et la qualité de la litière utilisée (surtout la paille). Les cas se déclarent le plus souvent pendant les périodes fraîches (automne-hiver) corrélées à la sous ventilation des bâtiments.

L'apparition de la maladie résulte d'un équilibre entre les conditions de l'environnement des oiseaux en élevage et les caractéristiques écologiques d'*A. fumigatus* permettant d'une part la croissance puis la fructification du champignon, et d'autre part la mise en suspension des spores au niveau des volailles. *Aspergillus fumigatus* se développera si des conditions environnementales propices lui sont offertes.

Le traitement des volailles étant illusoire, la prévention reste le meilleur moyen de lutte et cela passe par l'implication des différents acteurs de la filière avec la prise en compte, dès le haut de la pyramide, du risque aspergillaire par les couvoirs.

# Annexe

## Annexe1

### Caractéristiques des élevages infectés

1. Espèce la plus touchée par l'aspergillose :  Poulet  Dinde

2. Age des animaux les plus souvent atteints :

Poulet  Jeune  Adulte Dinde  Jeune  Adulte Poule pondeuse  Jeune

3. Types de litière dans les élevages où des cas d'aspergillose sont régulièrement observés :

Copeaux de bois  Sciure de bois  Paille hachée

4. Saison où le nombre de cas d'aspergillose sont les plus importants

Automne  Hiver  Printemps  Été  Pas d'influence de la saison

5. Hygrométrie moyenne du bâtiment où les cas sont les plus nombreux :

40%  40-60%  60-80%  80-90%

### Expression de la maladie

1. Forme aiguë

Troubles respiratoires :  Spirochétose  OgeToux  Bâillement,  Spiration bec ouvert

Troubles nerveux  Ataxie  Torticolis  Paralysie  Autres

Troubles digestifs :  Arrhée  Anore.  Autres

2. Forme chronique

Atteinte de l'état général  Léthargie  Retard de croissance  Diminution du  MQ  Non valeur économique

Troubles respiratoires  Tachypnée  Dyspnée  Toux  Autres

Troubles digestifs :  Régurgitation  Arrhée  Anorexie

Troubles ostéo articulaires :  Oui  Non

Atteinte oculaire :  Kératite  Conjunctivite

Taux de morbidité des jeunes :  0-20%  20-40%  40-60%  60-80%  80-100%

Taux de morbidité des adultes :  0-20%  20-40%  40-60%  60-80%  80-100%

Taux de mortalité des jeunes :  0-20%  20-40%  40-60%  60-80%  80-100%

Taux de mortalité des adultes :  0-20%  20-40%  40-60%  60-80%  80-100%

### Diagnostic

Le diagnostic d'aspergillose est habituellement réalisé :  Sur place, dans l'élevage (lésion-granulome-)

Dans le laboratoire vétérinaire

### Méthodes de lutte

1. Molécules utilisées  Enilconazole  Iode  Sulfate de cuivre  Autres

2. Mode d'administration  Pulvérisation sur la litière  Dans l'eau de bois  Pulvérisation sur la litière et dans

l'eau de boisson

### Facteurs favorisants

Mauvaise qualité de la litière  Litière poussiéreuse  Présence de moisissures  Litière humide

Renouvellement récent de la litière :  Oui  Non

Qualité des poussins d' 1 jour dégradée à l'arrivée dans l'élevage :  Oui  Non

Température ambiante excessive :  Oui  Non

Défaut de ventilation :  Oui  Non

Hygrométrie excessive :  Oui  Non

# Références bibliographiques

- 1. ABAD A, FERNANDEZ-MOLINA JV, BIKANDI J, RAMIREZ A, MARGARETO J, SENDINO J, HERNADO FL, PONTON J, GARAIZAR J, REMENTERIA A :** (2010). What makes *Aspergillus fumigatus* a successful pathogen ? Genes and molecules involved in invasive aspergillosis, *Revista Iberoamericana de Mycological*, 27(4), 155-182 .
- 2. ABADIA G, MIRABITO L :**(2003). Influence des modifications des systèmes d'élevage sur la santé des éleveurs, Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 26 et 27 Mars 200.
- 3. ARNE P, THIERRY S, WANG D, DEVILLE M, LE LOCH' G, DESOUTTER A, FEMENIA F, NIEGUITSILO A, HUANG W, CHERMETTE R, GUILLOT J :** (2011). *Aspergillus fumigatus* in Poult, *International Journal of Microbiology*, 2011:746-356 .
- 4. AZARD A, MAGDALAINE P, COLIN L, PUTERFLAM J :**(2007). Etat des lieux et perspectives du secteur de l'accoupage en France-premiers éléments, Septièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29 Mars 2007.
- 5. BEAUMONT C, CHAPUIS H :** (2003). Génétique quantitative et sélection : évolution des méthodes et des caractères, Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 26 et 27 Mars 2003.
- 6. BECKMAN BJ, HOWE CW, TRAMPEL DW, DEBEY MC, RICHARD JL, NIYO Y:** (1994). *Aspergillus fumigatus* keratitis with Intraocular Invasion in 15-Day-Old Chicks, *Avian Diseases*, 38, 660-663.
- 7. BEERNAERT LA, PASMANS F, VAN WAEYENBERGHE L, HAESEBROUCK F, MARTEL A :**(2010). *Aspergillus* infections in birds: a review, *Avian Pathology*, 39(5), 325-331.
- 8. BENNETEAU C, SOYER B, HACHLER B, CHINZY D et al :** (2002). Productions animales HORS SOL, 3ème ed. Synthèse Agricole, Bordeaux, 103-110.
- 9. BERNARD M, LATGE LP:** (2001). *Aspergillus fumigatus* cell wall : composition and biosynthesis, *Medical Mycology*, 39, 1-10.
- 10. BERNARD-CARDONA M :** (2003). Protéines et paroi chez *Aspergillus fumigatus*, Thèse Institut National Agronomique de Paris Grignon, AgroParisTech.
- 11. BEYTUT E, OZCAN K, ERGINSOY S:** (2004). Immunohistochemical detection of fungal elements in the tissues of goslings with pulmonary and systemic aspergillosis, *Acta Veterinaria Hungarica*, 52(1), 71-84.
- 12. BISIMWA C :** (2003). Les principales races en aviculture, Troupeaux et culture des tropiques, [en ligne], [http://agriculture.wallonie.be/apps/spip\\_wolwin/ecrire/Dossiers/Troupeaux/Broch2/elevage.p df](http://agriculture.wallonie.be/apps/spip_wolwin/ecrire/Dossiers/Troupeaux/Broch2/elevage.p df) , consulté le 23 Février 2017.

- 13. BROOKMAN JL, DENNING DW:** (2005). Molecular genetics in *Aspergillus fumigatus*, *Current opinion in Microbiology*, 3, 468-474.
- 14. BRUGERE-PICOUX J :**(1992). Environnement et pathologie chez les volailles. In : BRUGERE-PICOUX J, SILIM A. Manuel de pathologie aviaire, Ed Chaire de Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de Basse-Cour, Maisons-Alfort, 77-84 ;
- 15. BURCO DJ, ZICCARDI MH, CLEMONS KV, TELL LA:** (2012). Evaluation of Plasma (1→3) $\beta$ \_D-glucan Concentrations in Birds Naturally and Experimentally Infected with *Aspergillus fumigatus*, *Avian Diseases*, 56,183-191
- 16. CHERMETTE R, BUSSIERAS J :** (1993). Abrégé de parasitologie vétérinaire. Fascicule V : mycologie vétérinaire. Polycopié. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Unité Pédagogique de Parasitologie et Maladies parasitaires, 30-33.
- 17. CLARK S, HANSEN G:** (2002). The ABC's of Airsacculitis. Proceedings of the Midwest Poultry Federation Convention. Minneapolis, Minnesota, 203-210.
- 18. CONVERSE KA :**(2007). Section 2 : Bacterial and Fungal Diseases, chapter 20 : Aspergillosis. In :THOMAS NJ,HUNTER DB,ATKINSON KT, *Infectious Diseases of Wild Birds*, Edition Blackwell, Iowa, USA, 360-365.
- 19. CORTES PL, SHIVAPRASAD HL, KIUPEL M, SENTIES-CUE G** (2005). Omphalitis Associated with *Aspergillus fumigatus* in Poults, *Avian Diseases*, 49, 304-308
- 20. DESOUTTER AVM :** (2008). Intérêt des modèles expérimentaux d'aspergillose ; étude particulière des stades précoces de l'infection chez le poussin (*Gallus gallus*), Thèse vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort.
- 21. DEZAT E, DENNERY G :** (2011). Economies de litière en aviculture, *Chambre d'agriculture de Bretagne et Pays de la Loire*, 4 pages.
- 22. EUZEBY J :**(2008).Grand dictionnaire illustré de parasitologie médicale et vétérinaire, Edition Lavoisier, Paris, 67-70.
- 23. FEMENIA F, FONTAINE JJ, LAIR-FULLERINGER S, BERKOVA N, HUET D, TOWANOU N, ROKOTOVAO F, GRANET OI, LE LOCH' G, ARNE P, GUILLOT J** (2007). Clinical, mycological and pathological findings in turkeys experimentally infected by *Aspergillus fumigatus*, *Avian Pathology*, 36:3, 213-219.
- 24. FRAGA ME, CURVELLO F, GATTI MJ, CAVAGLIERI LR, DALCERO AM, DA ROCHA ROSA CA:** (2007). Potential aflatoxin and ochratoxin A production by *Aspergillus* species in poultry feed processing, *Veterinary Research Communications*, 31(3), 343-344.
- 25. FRANCA M, CRAY C, SHIVAPRASAD HL:** (2012). Serologic Testing for Aspergillosis in Commercial Broiler Chickens and Turkeys. *Avian Diseases*, 56, No. 1, 160-164.

- 26. GHORI HM, EDGAR SA** :(1979). Comparative Susceptibility and Effect of Mild *Aspergillus fumigatus* Infection on Three Strains of chickens, *Poultry Science*, 58, 14-17.
- 27. GHORI HM, EDGAR SA** :(1973). Comparative Susceptibility of Chickens, Turkeys and Coturnix Quail to Aspergillosis, *Poultry Science*, 52, 23-15
- 28. GUERIN JL, BALLOY D, VILLATE D** :(2011a). *Maladies des volailles*. 3ème ed. Editions France Agricole, Paris, 71-98 **GUERIN JL, BALLOY D, VILLATE D** (2011b). *Maladies des volailles*. 3ème ed. Editions France Agricole, Paris, 51-63.
- 29. GUERIN JL, MOLETTE C** :(2013a). Filière poules pondeuses, AVICAMPUS, [en ligne], <http://www.avicampus.fr/PDF/PDFzoot/oeufdeconso.pdf> , consulté le 27 Février 2017a
- 30. GUERIN JL** : (2013b). L'élevage du canard mulard destiné au gavage, AVICAMPUS , [en ligne], <http://www.avicampus.fr/PDF/PDFzoot/mulard.pdf>, consulté le 27 Février 2017b
- 31. GUILLOT J, CHERMETTE R** : (2001). Aspergillosis in birds, *Revue Pratique*, 51, 704-707.
- 32. HAMET N** ;(1992). L'aspergillose aviaire. In: BRUGERE-PICOUX J, SILIM A. Manuel de pathologie aviaire, Ed Chaire de Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de BasseCour, Maisons-Alfort, 289-293.
- 33. HUBBARD** : (2013). Guide du poulet de chair, [en ligne], [www.hubbardbreeders.com](http://www.hubbardbreeders.com), consulté le 15 Avril 2017.
- 34. HUTSON LR**: (1966). Bagasse litter as a contributory factor in avian aspergillosis, *The Canadian Veterinary Journal*, 7(6), 117-119.
- 35. INTERVET/SCHERING-PLOUGH ANIMAL HEALTH**: (2006). *Aspergillus control in hatcheries with Clinafarm* .
- 36. ITAVI**: (2012). Les litières, *Sciences et Techniques Avicoles*, 43, Hors série, [en ligne], <http://www.itavi.asso.fr/elevage/batiment/STA1997/Les%20litières.pdf> consulté le 28/02/2017.
- 37. IVANOV I** :(2008). Disinfection of eggs contaminated with some fungi molds, *Trakia Journal of Sciences*, 6, Suppl.1, 98-101.
- 38. JACOBSEN D, GROBE K, SLESIONA S, HUBE B, BERNDT A, BROCK M**: (2010). Embryonated Eggs as an Alternative Infection Model To Investigate *Aspergillus fumigatus* Virulence, *Infection and Immunity*, 78(7), 2995-2998.
- 39. JENSEN HE, CHRISTENSEN JP, BISGAARD M, NIELSEN OL**: (1997). Immunohistochemistry for the diagnosis of aspergillosis in turkey poults, *Avian Pathology*, 26, 5-18.

- 40. JEZ C, BEAUMONT C, MAGDELAINE P, PAILLARD S :** (2009). La filière avicole française à l'horizon 2025, [en ligne], <http://www.itavi.asso.fr/economie/etudes/prospective.pdf> , consulté le 5 Octobre 2017.
- 41. JONES TA, DAWKINS MS:** (2010). Environment and management factors affecting Pekin duck production and welfare on commercial farms in the UK, *British Poultry Science*, 51(1), 12-21.
- 42. JULIAN RJ, GORYO M :**(1990). Pulmonary aspergillosis causing right ventricular failure and ascites in meat-type chickens, *Avian Pathology*, 19, 643-644.
- 43. KUNKLE RA:** (2003). Aspergillosis. In SAIF YM, BARNES HJ, GLISSON JR et al., editors .*Diseases of poultry 11th edition*. Ames, Iowa, USA : Iowa State Univeristy Press, 883-885.
- 44. KWONIL J, YOUNGJUN K, HANG L, JONG-TACK K:** (2009). *Aspergillus fumigatus* infection in two wild Eurasian black vultures (*Aegypius monachus* Linnaeus) with carbofuran insecticide poisoning: A case report, *The Veterinary Journal*, 179, 307-312.
- 45. LATGE JP :**(1999). *Aspergillus fumigatus* and aspergillosis, *Clinical Microbiology Reviews*, 12, 310-311.
- 46. LE LOCH' GHM :**(2005). Diagnostic sérologique de l'aspergillose chez les oiseaux, Thèse vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort.
- 47. LOSSOUARN J :** (2003). Stratégies dans les filières animales, *INRA Productions animales*, 16(5), 317-319.
- 48. MAGDELAINE P** (2003). Economie et avenir des filières avicoles et cunicoles, *INRA Productions Animales*, 16(5), 349-350.
- 49. MARTLAND MF :**(1984). Wet litter as a cause of plantar pododermatitis, leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys, *Avian Pathology*, 13(2), 241-252 .
- 50. MOLETTE C, GUERIN JL :**(2017). Accoupage, développement embryonnaire et incubation, AVICAMPUS, [en ligne] <http://www.avicampus.fr/PDF/PDFzoot/accoupage.pdf> , consulté le 26 Février 2017.
- 51. NICHITA I, MARCU A, SERES M, TIRZIU E, MOT D, GROS RV :** (2010). Evaluation of Fungi Presence in the Air of Two Broiler Houses with Different Ventilation Systems, *Animal Science and Biotechnologies*, 43(1), 415-418.
- 52. NIEGUISILA A, ARNE P, DURAND B, DEVILLE M, BENOIT-VALIERGUE H, CHERMETTE R, COTTENOT-LATOUCHE S, GUILLOT J:** (2011). Relative efficiencies of two air sampling methods and three culture conditions for the assessment of airborne culturable fungi in poultry farmhouse in France, *Environmental Research* 111, 248-249.



- 53. O’GORMAN CM, FULLER HT, DYER P:** (2009). Discovery of a sexual cycle in the opportunistic fungal pathogen *Aspergillus fumigatus*, *Nature*, 457,471-472.
- 54. OLIAS P, GRUBER AD, WINFRIED B, HAFEZ HM, LIERZ M:** (2010). Fungal Pneumonia as a Major Cause of Mortality in White Stork (*Ciconia cinonia*) Chicks, *Avian Diseases*, 54, 94-95.
- 55. PEREZ J, GARCIA PM, MENDEZ A, ASTORGA R, LUQUE I, TARRADAS C :**(2003). Outbreak of aspergillosis in a flock of adult ostriches (*Struthio camelus*), *Veterinary Record*, 153, 124-125.
- 56. PITT JI, HOCKING AD:** (1997). Chapter 8 : *Aspergillus* and Related Teleomorphs. In : *Fungi and food spoilage*, second edition, Chapman and Hall, London, UK.
- 57. PLANEL R, HERAULT L, GAVARET T, PLASSIART G :** (2001). Granulomes d’origine mycosique sur des canes Pékin futures reproductrices, *Bulletin des GTV*, N°10, 247-248.
- 58. PRESCOTT WARD F, FAIRCHILD DG, VUICICH JV:** (1970). Pulmonary Aspergillosis in Prairie Falcon Nest Mates, *Journal of Wildlife Diseases*, 6, 80-81.
- 59. QUINN PJ, MARKEY BK, LEONARD FC et al:** (2011). Chapter 44 in *Aspergillus species*. In *Veterinary Microbiology and Microbial Disease 2nd Ed*, Chichester (GB), Wiley-Blackwell, 425-4296.
- 60. REDIG P, PAUL S:** (2005). Mycotic infections in birds I: Aspergillosis, *The North American Veterinary Conference*, 1192-1193.
- 61. REMIGNON H:** (2007). *Aviculture française : Quelles productions pour quel produit ?*, AVICAMPUS, [en ligne], <http://www.avicampus.fr/PDF/PDFzoot/qualiteetlabel.pdf> , consulté le 27 Février 2017.
- 62. RICHARD JL, DVORAK TJ, ROSS PF:** (1996). Natural occurrence of gliotoxin in turkeys infected with *Aspergillus fumigatus*, *Fresenius, Mycopathologia*, 134, 167-168.
- 63. RICHARD JL, THURSTON JR:** (1983). Rapid hematogenous dissemination of *Aspergillus fumigatus* and *Aspergillus flavus* spores in turkey poults following aerosol exposure, *Avian Diseases*, 27, 1025-1026.
- 64. RICHARD JL, THRSTON JR, PEDEN WM, PINELLO C** (1984). Recent studies on aspergillosis in turkey poults, *Mycopathologia*, 87, 3-1.
- 65. SAERGEMAN C :** (2005). Chapitre 4 : Habitat et transmission des agents pathogènes, [en ligne], <http://www.dmipfmv.ulg.ac.be/epidemiovet/Teaching/3BAC/chapitre%204.pdf> consulté le 15 Mars 2017.

- 66. SAJID MA, KHAN IA, RAUF U** :(2006). *Aspergillus fumigatus* in commercial poultry flocks, a serious threat to poultry industry in Pakistan, *Journal of Animal and Plant Sciences*, 16, 79-80.
- 67. SANTOS RMDB, FIRMINO AAP, SA C, FELIX CR** : (1996). Keratinolytic Activity of *Aspergillus fumigatus* Fresenius, *Current Microbiology*, 33, 364-365.
- 68. SCAZZOCCHIO C** : (2006). *Aspergillus* genomes: secret sex and the secrets of sex, *Trends in Genetics*, 22(10), 521-522.
- 69. SYSAAF** : (1997). Mode de sélection des lignées et de production de reproducteurs parentaux avicoles [en ligne], créé le 20/11/1997, <http://www.sysaaf.fr/fichiers/Referentiel-02-2007.pdf>, (consulté le 21/02/2017).
- 70. TELL LA**: (2005). Aspergillosis in mammals and birds: impact on veterinary medicine, *Medical Mycology*, 43, 71-72.
- 71. THIERRY S** : (2011). Etude de la diversité génétique et du pouvoir pathogène d'*Aspergillus fumigatus* et de *Chlamydomyces psittaci* chez les oiseaux, Thèse Microbiologie, AgroParisTech.
- 72. TOMA B, DUFOUR B, SANAA M, BENET JJ, SHAW A, MOUTOU F, LOUZA A** (2001). Chapitre III: Les enquêtes en épidémiologie descriptive. In : *Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures*, 2ème édition, AEEMA, Maisons-Alfort, 103-104.
- 73. TSAI SS, PARK JH, HIRAI K, ITAKURA C**: (1992). Aspergillosis and candidiasis in psittacine and passeriforme birds with particular reference to nasal lesions, *Avian Pathology*, 21(4), 699-700.
- 74. VAN WAEYENBERGHE L, FISCHER D, COENYE T, DUCATELLE R, HAESBROUCK F, PASMANS F, LIERZ M, MARTEL A**: (2012). Susceptibility of adult pigeons and hybrid falcons to experimental aspergillosis, *Avian Pathology*, 41(6), 563-567
- 75. VAN WAEYENBERGHE L, PASMANS F, BEERNAERT LA, HASEBROUCK F, VERCAMMEN F, VERSTAPPEN F, DORRESTEIN G, KLAASSEN CHW, MARTEL A** (2011). Microsatellite typing of avian clinical and environmental isolates of *Aspergillus fumigatus*, *Avian Pathology*, 40(1), 73-74.
- 76. XAVIER MO, SOARES MP, MEINERZ ARM, NOBRE MO, OSORIO LG, DA SILVA FILHO RP, MEIRELES MCA** (2005). Aspergillosis : a limiting factor during recovery of captive magellanic penguins, *Brazilian Journal of Microbiology*, 38(3), 408-409.
- 77. ZAFRA R, PEREZ J, PEREZ-ECIJA RA, BORGE C, BUSTAMANTE R, CARBONERO A, TARRADAS C**: (2008), Concurrent Aspergillosis and Ascites with High Mortality in a Farm of Frowing Broiler Chickens, *Avian Diseases*, 52, 711-712.

**78. ZIOLKOWSKA G, TOKARZEWSI S:** (2007). Occurrence of moulds in reproductive goose flocks in southern-eastern poland, Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy, 51, 553-554.

**79. DIRECTION DES STATISTIQUES AGRICOLES ET DES SYSTEMES D'INFORMATION(2001).** Rapport général des résultants définitifs, fineprint pdf factory trial, hors série, [en ligne],<http://www.fineprint.com> consulté le 28/02/2017.

**80. JACQUET M (2007).** Guide pour l'installation en production avicole, 2ème partie, Filière Avicole et Cunicole Wallone

**81. ITAVI (1997a).** Les litières, Sciences et Techniques Avicoles, 43, Hors série, [en ligne], <http://www.itavi.asso.fr/elevage/batiment/STA1997/Les%20litières.pdf> consulté le 28/02/2017

**82. ITAVI (1998b).** La ventilation : objectifs, normes et mise en œuvre, Sciences et Techniques Avicoles , 17, Hors série, [en ligne], <http://www.itavi.asso.fr/elevage/batiment/STA1998/La%20ventilation.pdf> consulté le 28/02/2017