





## **Remerciements**

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidée pour la préparation et la rédaction de mon mémoire :

Ma promotrice, Madame OUAKLI pour toute sa considération en ayant pris le temps d'échanger sur mon sujet et pour toute l'aide apportée.

Monsieur le professeur OUCHENE pour sa disponibilité et ses précieux conseils, qui ont contribué à faire avancer ma réflexion. Mais aussi d'avoir été mon professeur pendant des cours de qualité auxquels j'ai assistés et de me faire l'honneur d'être membre du jury.

Mon enseignant Monsieur BESBACI pour tout l'intérêt porté à mon travail et d'avoir accepté d'examiner mon mémoire.

La direction des services vétérinaires (DSV) au sein du ministère de l'agriculture au sein du ministère d'agriculture et du développement rural pour toutes les données fournies, nécessaires à l'étude statistique et à la finalisation de mon travail.

## **Dédicaces**

J'aimerais dédier mon travail à tous les membres des familles BAIRI et SIDI-ALI, trop nombreux pour les citer, qui m'ont soutenue tout au long de mon parcours universitaire, notamment :

Mes grands-parents

véritables piliers et fiertés de la famille, qui m'ont donnée toute la motivation et la détermination nécessaire.

Mes parents

pour tous les sacrifices faits et qui ont toujours été là pour moi.

Mes sœurs

pour leurs encouragements qui ont été d'une grande aide.

Ma tante, son mari et leurs enfants

pour leur patience et leur accueil pendant mes études.

Mes tantes, mes oncles, mes cousines et mes cousins

pour leur soutien moral et intellectuel lorsque j'en avais le plus besoin.

## Résumé

La fasciolose ou distomatose hépatique est une zoonose parasitaire provoquée par un trématode appelé *fasciola hepatica*. Ce parasite des ruminants peut infecter accidentellement l'humain, d'où le danger pour santé publique. De même, dans l'agriculture les infections à *fasciola hepatica* provoquent des pertes atteignant des milliards de dollars dues à la mauvaise qualité de la viande, la perte de production laitière, et à la saisie des foies. Une étude rétrospective a été réalisée à partir des données recueillies auprès de la direction des services vétérinaires au sein du ministère d'agriculture concernant la situation de cette parasitose durant la période allant de 2010 à 2021 dont le but de comprendre l'épidémiologie de la fasciolose en Algérie et d'estimer les pertes économiques liées aux cas de saisies pour mieux valoriser l'impact de cette pathologie. L'analyse des données nous a permis de constater les différentes fluctuations de cette parasitose d'une année à l'autre, et de signaler une recrudescence durant cette dernière année (2021).

Les pertes économiques ont été estimées moyennement avec un montant de 780 045 000 DA.

**Mots clés :** Fasciolose, *fasciola hepatica*, Etude rétrospective, Abattoirs, Algérie.

## ملخص

داء المتورقات هو مرض طفيلي حيواني المنشأ ناجم عن نوع من المثقوبات يسمى المتورقة الكبدية. يمكن أن يصيب هذا الطفيلي البشر عن طريق الخطأ، مما يشكل خطراً على الصحة العامة. وبالمثل، تتسبب عدوى المتورقة الكبدية في مجال الزراعة في خسائر تصل إلى مليارات الدولارات بسبب رداءة جودة اللحوم، وفقدان إنتاج الحليب، وحجز الكبد.

تم إجراء دراسة بأثر رجعي باستخدام البيانات التي تم جمعها من مديرية الخدمات البيطرية في وزارة الزراعة، والتي تتعلق بحالة هذا الطفيلي خلال الفترة من 2010 إلى 2021، الهدف منه هو فهم وبائيات اللفافة في الجزائر وتقدير الخسائر الاقتصادية المرتبطة بحالات الحجز من أجل تقييم تأثير هذا المرض بشكل أفضل.

سمح لنا تحليل البيانات بمراقبة التقلبات المختلفة لهذا الطفيلي من سنة إلى أخرى، والإبلاغ عن زيادة مفاجئة خلال العام الماضي (2021)

**الكلمات المفتاحية:** داء المتورقات، المتورقة الكبدية، دراسة بأثر رجعي، مسالخ، الجزائر.

## **Abstract**

Fasciolosis or hepatic distomatosis is a parasitic zoonosis caused by a trematode called *fasciola hepatica*. This ruminant parasite can accidentally infect humans, hence the danger to public health. Similarly, in agriculture, *fasciola hepatica* infections cause billions of dollars in losses due to poor meat quality, loss of milk production, and liver condemnation. A retrospective study was conducted using data collected from the Directorate of Veterinary Services within the Ministry of Agriculture on the situation of this parasitosis during the period from 2010 to 2021 with the aim of understanding the epidemiology of fascioliasis in Algeria and estimating the economic losses related to cases of condemnations to better value the impact of this pathology. The analysis of the data allowed us to note the different fluctuations of this parasitosis from one year to another, and to report a recrudescence during this last year (2021).

**Keywords** : fasciolose, *hepatica fasciola*, retrospective study, slaughterhouses, Algeria.

## Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Résumé en français	
Résumé en arabe	
Abstract	
Sommaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction .....	1
<b>Partie bibliographique</b>	
<b>Chapitre 01: Présentation du parasite et sa biologie</b>	
1-1- Taxonomie et morphologie .....	2
1-2- Mode de vie .....	3
A- Nutrition .....	3
B- Habitat .....	3
1-3- Cycle évolutif .....	4
<b>Chapitre 02: Epidémiologie de la fasciolose</b>	
2-1-Epidémiologie descriptive .....	6
2-2-Epidémiologie analytique .....	7
2-3-Epidémiologie synthétique .....	9
2-4-la fasciolose en Algérie .....	11
2-4-1- Fasciolose humaine .....	11
2-4-2- Fasciolose chez les ruminants en Algérie .....	11
<b>Chapitre 03: Interactions hôte-parasite</b>	
3-1- Pathogénie .....	14
3-2- La clinique .....	16
3-2-1- Symptômes .....	16
3-2-2- Conséquences zootechnique .....	18
3-3- Lésions .....	18

3-3-1- Lésions générales .....	18
3-2-2- Lésions locales .....	19
3-4- Réponse immunitaire de l'hôte .....	20

## **Chapitre 04 : Les méthodes de diagnostic, traitement et prophylaxie**

4-1- Les méthodes de diagnostic .....	22
4-2- Traitement .....	27
4-3- Prophylaxie .....	29
4-3-1- Prophylaxie sanitaire .....	29
4-3-2- prophylaxie médicale .....	29

## **Partie expérimentale**

1- Objectif de l'étude .....	31
2- Présentation de site d'étude .....	31
3- Matériel et méthodes .....	32
4- Résultat .....	33
5- Discussion .....	35
Conclusion .....	37
Référence bibliographique .....	38

## Liste des tableaux

Tableau1 : Les caractéristiques des quatre cas de distomatose humaine à <i>Fasciola hepatica</i> . HES (hyperéosinophilie sanguine), IEP (immununoélectrophorèse), PZQ (praziquantel) (Zait et Hamrioui, 2005).....	11
Tableau2 : Paramètres hématologiques chez des ovins infectés par <i>Fasciola hepatica</i> et des ovins sains (Denizhan et <i>al.</i> , 2019).....	19
Tableau 3: Modalités d'utilisation des fasciolicides (Triki-Yamani, 2020). ....	27
Tableau 4: Efficacité des douvicides selon les stades évolutifs de la grande douve (Mage, 2008). .....	28
Tableau 5: Le nombre de fois saisis en fonction des espèces pour motif la fasciolose.....	33
Tableau 6: Le nombre de fois infectés chez les autres espèces. ....	34
Tableau 7: Le poids en Kg des fois saisis. ....	35

## Liste des figures

Figure 1: <i>Fasciola hepatica</i> adulte (Charles M, 2011).....	2
Figure 2: Structure interne de <i>Fasciola hepatica</i> adulte (Dalton, 2021).....	3
Figure 3: Schéma explicatif du cycle évolutif de <i>Fasciola hepatica</i> (D'après Bourdoiseau, 1997 ; Euzeby, 1971 ; Dacquiet, 2001).....	4
Figure 4: Distribution de la fasciolose dans le monde (OMS, 2014).....	6
Figure 5 : coquille de <i>Galba truncatula</i> (Forbes, 2020).....	7
Figure 6 : Lot d'oeufs de limnée (Forbes, 2020). ....	7
Figure 7 : Gîte principale à limnée (Triki-Yamani, 2020).....	10
Figure 8 : Gîte à limnées provisoire (Forbes, 2020). ....	10
Figure 9: Carte bioclimatique de l'Algérie (Agence National d'Aménagement du territoire, 2004). .....	12
Figure 10: Douves adultes dans les voies biliaires épaissies (Forbes, 2020). ....	19
Figure 11: Lésions pulmonaires de la fasciolose suraiguë (Sreekumar et <i>al.</i> , 2017). ....	20
Figure 12: Technique d'incision du foie (Bensid, 2018).....	24
Figure 13: Représentation graphique montrant l'applicabilité des différentes méthodes de diagnostic (Dalton, 2021). ....	25
Figure 14: Carte géographique et climatique de l'Algérie (climatsetvoyages.com).....	32
Figure 15: Représentation graphique de nombre de fois saisis par espèce pour motif de fasciolose en fonction de l'année.....	33

## Abréviations

<b>ADCC :</b>	Cytotoxicité à médiation cellulaire dépendante des anticorps
<b>CAT :</b>	Cathepsines
<b>DA :</b>	Dinar Algérien
<b>Dec :</b>	Décembre
<b>ELISA :</b>	Enzyme-Linked Immuno Assay
<b>F :</b>	<i>Fasciola</i>
<b>Fev :</b>	Février
<b>GST :</b>	Glutathione S-transferase
<b>IFI :</b>	Immuno-Fluorescence Indirecte
<b>Ig G :</b>	Immunoglobuline G
<b>Ig M :</b>	Immunoglobuline M
<b>Jan :</b>	Janvier
<b>Juil :</b>	Juillet
<b>Mar :</b>	Mars
<b>OMS :</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>PCR :</b>	Polymerase Chain Reaction
<b>S/C :</b>	Sous cutanée
<b>SPI :</b>	Semaine post-infestation
<b>Spp :</b>	Plusieurs espèces

## Introduction

Depuis plusieurs années, le parasitisme helminthique des animaux pose d'énormes problèmes de conduite d'élevage. Les parasites impliqués exercent une influence déterminante sur la santé et la productivité des animaux au pâturage (Boucheikhchoukh et *al.*, 2012). Chaque année, 2 000 millions de dollars sont perdus en raison de l'arrêt de la production causé par des infections helminthiques. Parmi ces pathologies, la fasciolose est l'une des plus insidieuses. En effet, son expression clinique peut-être frustrante alors que les pertes économiques induites par le parasite sont souvent considérables.

La fasciolose est une maladie mondialement répandue causée par deux espèces de trématodes: les grandes douves du foie *Fasciola hepatica* et *Fasciola gigantica*, se développant dans les canaux biliaires. Ces deux espèces ont un cycle évolutif qui comporte un hôte intermédiaire, gastéropode amphibie du genre *Galba* (Chauvin et *al.*, 2007). *Fasciola hepatica* a une distribution mondiale, y compris l'Algérie (Khalfallah, 1988), tandis que la transmission de *Fasciola gigantica* est limitée à certaines régions d'Afrique et d'Asie (Sabourin, 2018).

Les pertes mondiales de productivité animale dues à la fasciolose ont été estimées de manière prudente à plus de 3 milliards de dollars américains par an. Par ailleurs, la fasciolose est reconnue comme une maladie émergente chez l'homme. L'Organisation Mondiale de la santé a prévu que 180 millions de personnes sont à risque d'infection et 2,4 millions de personnes sont infectées par la fasciolose.

En Algérie, la fasciolose est très fréquente dans le nord-est du pays où plusieurs études ont été menées et ont rapporté des prévalences assez élevées. De ce fait une étude rétrospective a été réalisée afin de mieux comprendre l'épidémiologie de la fasciolose en Algérie et son impact sur l'économie nationale.

Ce travail comporte deux parties une partie bibliographique composée de quatre chapitres: des généralités sur le parasite et sa biologie, l'épidémiologie, l'interaction hôte-parasite et les différentes méthodes de diagnostic traitement et la prophylaxie. Et une partie expérimentale basée sur des résultats relevés de la direction des services vétérinaires.

## Partie bibliographique

### Chapitre 01 : Présentation du parasite et de sa biologie

La fasciolose est une Helminthose hépatobiliaire, affectant de nombreux mammifères dont principalement les ruminants. Elle est due à la migration dans le parenchyme hépatique puis à l'installation dans les canaux biliaires d'un trématode hématophage du genre *fasciola* dont l'hôte intermédiaire est un mollusque gastéropode amphibie (*Lymnaea truncatula*).

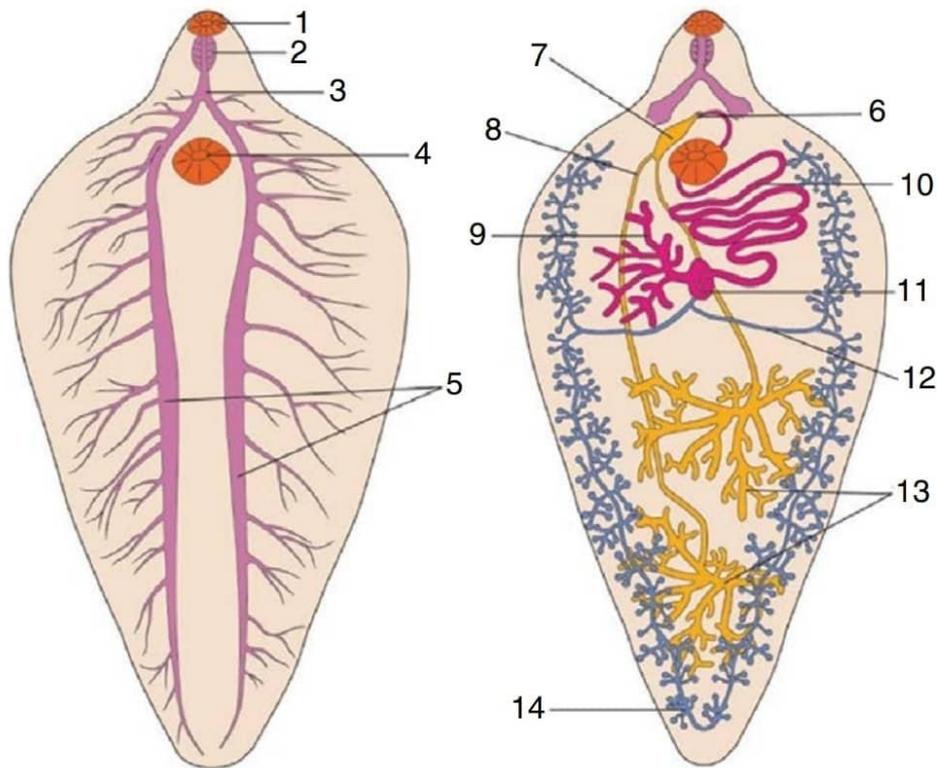
#### 1-1- Taxonomie et morphologie

Le parasite responsable de la fasciolose est un plathelminthe de la classe des trématodes (il s'agit donc d'un ver plat non segmenté). C'est un distome (possède deux ventouses). Il appartient à la famille des Fasciolidés et au genre *Fasciola*. Les deux espèces les plus souvent impliquées comme agents étiologiques de la fasciolose sont *fasciola hepatica* et *fasciola gigantica*. En Algérie la fasciolose est due uniquement à *fasciola hepatica* (khalfallah, 1988).

Le ver adulte est un ver plat d'aspect foliacé (étant plus larges vers l'avant que postérieurement), de couleur gris-brun, mesure environ 20 à 30 mm de long sur 8 à 13 mm dans sa plus grande largeur (Euzéby, 2008), Il présente un cône céphalique net et délimité par des épaules distinctes du corps (figure 1). Sur la face ventrale de l'extrémité antérieure s'ouvre la ventouse orale, lisse et musculeuse d'un millimètre de diamètre environ, au fond de laquelle débouche l'orifice pharyngé. À la base du cône céphalique et sur la face ventrale s'implante la ventouse ventrale ou acétabulum, organe de fixation de 1,6 mm de diamètre environ et de forme triangulaire (Moulinier, 2003). Le tégument est couvert d'épines cytoplasmiques qui facilitent les déplacements tissulaires. L'appareil génital est hermaphrodite et possède donc à la fois des organes génitaux mâles et femelles (figure 2) (Euzéby, 2008).



**Figure 1:** *Fasciola hepatica* adulte (Charles M, 2011).



**Figure 2:** Structure interne de *Fasciola hepatica* adulte (Dalton, 2021).

1: Ventouse buccale ; 2: Pharynx ; 3: Œsophage; 4: Ventouse ventrale ; 5: Caeca ; 6: Pore génital ; 7: Sac du cirrus; 8: Canal déférent ; 9: Ovaire ; 10: Utérus ; 11: Ootype ; 12: Canal vitellin ; 13: Testicules ; 14: Glandes vitellogènes.

## 1-2- Mode de vie

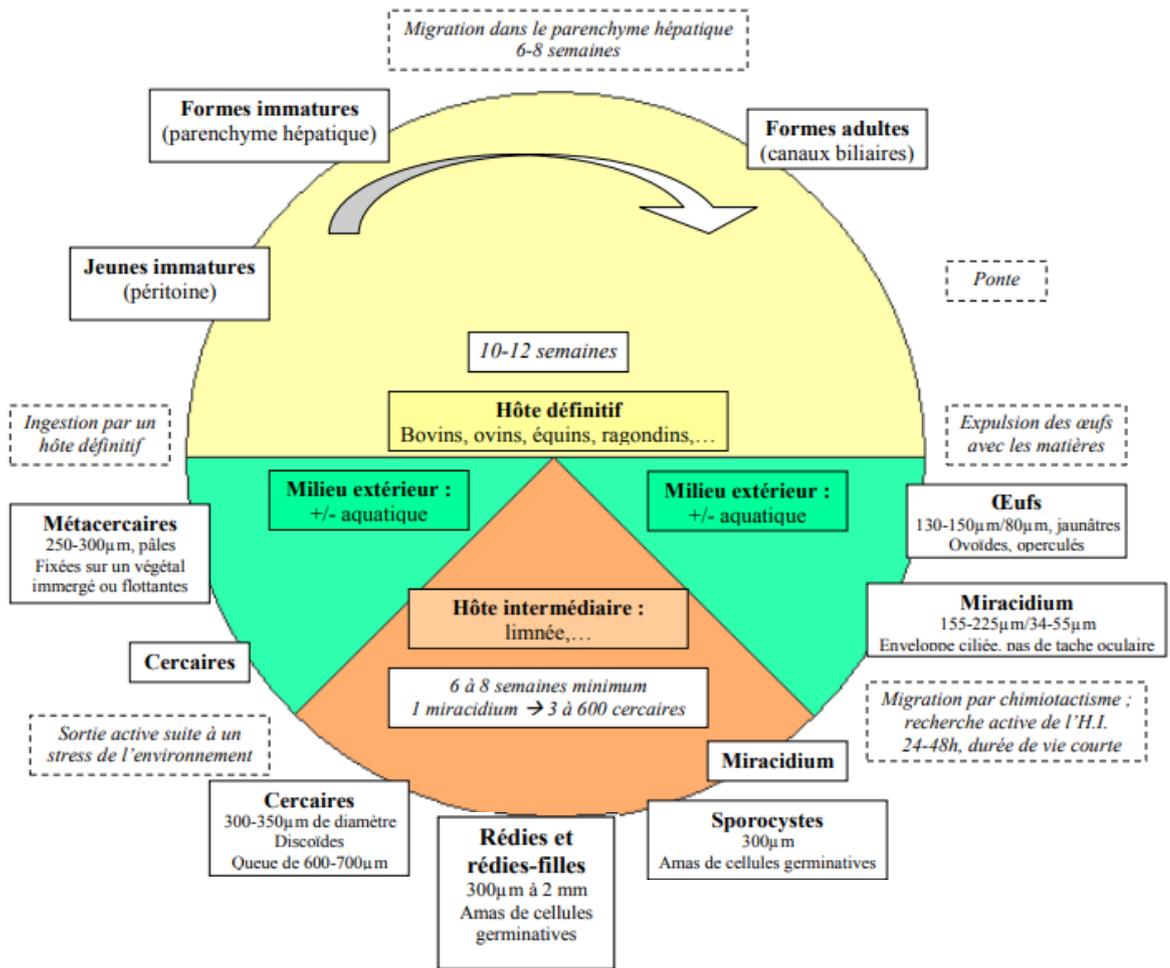
### A- Habitat

Les adolescaria, ou douvules (douvues immatures), cheminent dans le parenchyme hépatique pendant 7 à 9 semaines avant de passer dans les canaux biliaires où elles deviendront adultes. Quelques localisations erratiques sont à signaler dans la rate, les poumons, l'encéphale (Bentounsi, 2001).

### B- Nutrition

Les larves sont histophages : elles consomment, au cours de leur migration, le parenchyme hépatique dilacéré et lysé grâce à leurs sécrétions. Les adultes sont hémato-phages par effraction des capillaires de la paroi des canaux biliaires. Ils aspirent du sang à travers l'épithélium biliaire abrasé par l'action de leurs petites épines cuticulaires (Alzieu et *al.*, 2004).

### 1-3- Cycle évolutif



**Figure 3:** Schéma explicatif du cycle évolutif de *Fasciola hepatica* (D'après Bourdoiseau, 1997 ; Euzéby, 1971 ; Dacquet, 2001).

Le cycle évolutif de la grande douve du foie (figure 3) est bien connu depuis les études de Leuckart (1883) et de Thomas (1883) (Donnadieu, 2001).

Le parasite adulte vit dans les canaux biliaires du foie pond des œufs. Ceux-ci sont emportés par la bile et évacués avec les fèces. Une fois dans le milieu extérieur, commence la phase exogène du cycle évolutif, l'œuf libère un miracidium qui nage à la recherche de l'hôte intermédiaire, cet hôte est un mollusque (*Limnea truncatula*), chez lequel il pénètre activement. Le miracidium évolue jusqu'à atteindre le stade cercaire (Bensid, 2018) : il mue en sporocyste, puis en rédies qui évoluent en cercaires (Dahmani et Triki Yamani, 2015) ; à ce moment, le mollusque parasité rejette les cercaires qui se fixent sur les tiges et les feuilles des végétaux immergés en s'enkystant sous la forme de métacercaires.

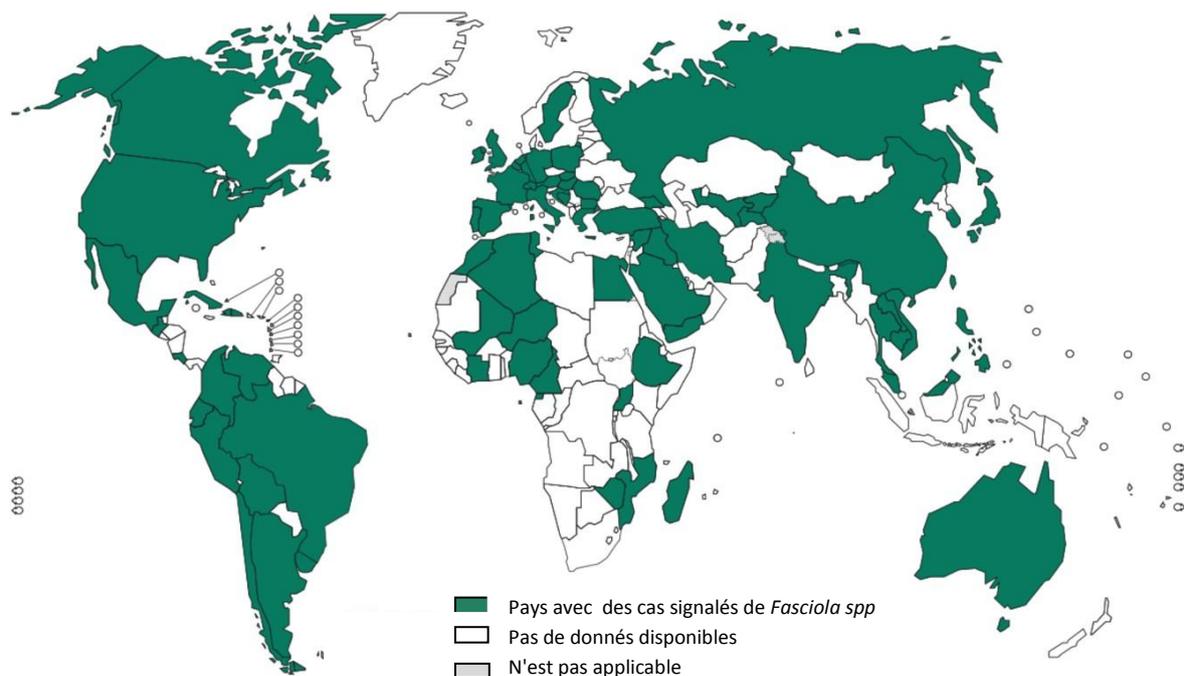
Les métacercaires fixées sur les tiges et les feuilles des végétaux sont ingérées par un hôte définitif et la phase endogène du cycle commence ; Les métacercaires se libèrent de leurs coques protectrices et traversent la paroi intestinale, après migration dans la cavité péritonéale, se dirigent vers le foie ; dans lequel, elles perforent la capsule de Glisson et migrent dans le parenchyme hépatique. Ensuite, elles pénètrent dans les canaux biliaires, puis parviennent à leur maturité sexuelle et commencent à pondre des œufs (Bensid, 2018). Bien que les douves soient des parasites hermaphrodites, les adultes se reproduisent le plus souvent par allofécondation (Perera et A, 2015).

## Chapitre 02: Epidémiologie de la fasciolose

### 2-1- Epidémiologie descriptive

#### 2-1-1- Répartition géographique

La fasciolose est une maladie parasitaire mondialement répandue, elle est reconnue pour être la trématodose qui a la plus large distribution latitudinale et altitudinale à l'échelle mondiale (figure 4) (Sabourin, 2018). *Fasciola hepatica* est une espèce cosmopolite adaptée aux zones tempérées, tandis que la fasciolose à *Fasciola gigantica* est observée principalement dans les zones tropicales et subtropicales d'Afrique et d'Asie (Chauvin et al., 2007). Cependant, où les conditions climatiques favorisent les deux parasites, ils peuvent coexister et s'hybrider, par conséquent on les retrouve en Europe en Asie et en Afrique (Mas-Coma et al., 2019).



**Figure 4:** Distribution de la fasciolose dans le monde (OMS, 2014).

#### 2-1-2- Espèces affectées

*Fasciola Hepatica* peut contaminer de nombreuses espèces de mammifères, herbivores ou omnivores, sauvage ou domestique (merdas, 2015). L'Homme est aussi concerné par la fasciolose, quand bien même, elle s'attaque généralement d'avantage aux animaux plutôt qu'aux êtres humains (Dalton, 2021). Elle touche principalement les ruminants, ovins, bovins et

caprins (Mas-Coma et *al.*, 2009), et de manière occasionnelle, les équidés (Alves et *al.*, 1988), les léporidés (Ménard et *al.*, 2000), les camélidés et les porcins. Dans certains cas, qui se font beaucoup plus rare, les animaux sauvages tels que les rongeurs (souris, rats, écureuils, cobayes) (Mas-Coma, 1987) et les ongulés (cervidés, buffles, bisons et chevreuils) se retrouvent affectés (Shimalvo et Shimalvo, 2000), mais cela reste bien évidemment exceptionnel.

## 2-2- Epidémiologie analytique

### 2-2-1- Source de parasite

**Les hôtes intermédiaires :** les limnéidés, les bulinidés et les planorbidés, mais surtout le genre *Lymnaea* (espèce : *Lymnaea truncatula* ou *Galba truncatula*) de la famille des lymnéiidés.

C'est un petit mollusque, mesure de 8 à 12 mm à l'état adulte. Sa coquille a un enroulement dextre avec des tours de spires bien marqués. La couleur de la coquille dépend du milieu écologique où se trouve la limnée, elle est en général brunâtre ou grisâtre finement striée (figure 5) (Leimbacher et *al.*, 1972). Ce mollusque a un mode de vie amphibie et apprécie les zones marécageuses, les jonçaias, les berges aquatiques (étang ou cours d'eau), les zones de piétinements autour des abreuvoirs ou toute autre zone humide pour se développer et se reproduire. Il existe généralement deux générations annuelles de limnée, les pontes étant importantes au printemps et plus réduites en automne. Les œufs sont pondus par lots enfermés dans un sac membraneux (figure 6), chaque masse contenant en moyenne 10 à 12 œufs (Forbes, 2020). Elles se nourrissent d'algues microscopiques et ne nécessitent qu'un film d'eau pour survivre. Leur activité est réglée par la température et l'humidité qui conditionnent l'estivation et l'hibernation (Dorchies, 2004).



**Figure5 :** coquille de *Galba truncatula* (Forbes, 2020).



**Figure6 :** Lot d'œufs de limnée (Forbes, 2020).

**Les hôtes définitifs** : Animaux domestiques et sauvages, porteurs des douves adultes et excréteurs d'œufs de ces parasites.

#### **2-2-2-Résistance dans le milieu extérieur:**

Les limnées lorsqu'elles sont parasitées, sont plus sensibles au froid, elles rentrent en hibernation, et sont facilement détruites quand les températures descendent à plus de -4°C. Lors d'un été sec, les limnées rentrent en estivation, et peuvent résister plus d'une année dans la boue et la vase.

Les œufs ne résistent pas plus de 4 jours à la dessiccation, Ils résistent au froid, lorsque la température est comprise entre 0 et +4°C pendant longtemps, mais ils sont détruits à une température inférieure à -3°C.

Les métacercaires ont une survie de quelques mois sur les végétaux immergés, de 50 jours dans le fourrage sec et d'un mois dans l'ensilage. Mais une résistance faible à la dessiccation (10 jours à une température comprise entre 25 et 32 °C) (Titi, 2020).

#### **2-2-3-La longévité :**

La longévité des vers adultes est de quelques mois à plusieurs années (10 à 12 ans) dans les canaux biliaires, chez les ovins, mais, ne dépasse pas une année chez les bovins.

#### **2-2-4-Modalités d'infestation :**

La contamination se réalise essentiellement par voie orale par ingestion d'herbe ou d'eau contenant des métacercaires lors de pâturage. Elle est rare à l'intérieur mais existe si ingestion de fourrage fraîchement récolté. Chez les bovins, un passage transplacentaire a pu être mis en évidence mais est très rare. Les grandes douves, égarées par voie sanguine, traversent alors le placenta et se retrouvent dans l'organisme du fœtus (Euzbèy, 1971).

#### **2-2-5-Facteurs de réceptivité et de sensibilité :**

**A-L'espèce** : de nombreuses espèces sont réceptives. La sensibilité de l'espèce tient à la réaction du parenchyme hépatique selon qu'il est peu ou très riche en fibres conjonctives. La richesse en fibres donne l'aptitude à développer une réaction inflammatoire et une fibrose qui gêne plus ou moins la migration du parasite. Ainsi par ordre décroissant de sensibilité on

distingue : les Ovins ; les Bovins ; les Equidés, Caprins, Léporidés ; Porc, l'Homme (Bentounsi, 2001).

**B-L'âge** : Les infestations sont plus fortes et les troubles sont plus graves chez les jeunes, les adultes sont moins réceptifs (Mrifag et *al.*, 2012).

**C-Le sexe** : L'infection est plus importante chez les femelles que les mâles (Yildirim et *al.*, 2007).

**D-Race** : Des résistances naturelles à la douve ont été mises en évidence chez des races de moutons des pays tropicaux. Ils limitent l'installation des douves et ainsi souffrent moins de ce parasite (Spithill et *al.*, 1999)

**E-Les facteurs individuels** : sensibilité plus grande chez les sujets carencés, polyparasités, en mauvais état général (Bentounsi, 2001).

### **2-3- Epidémiologie synthétique**

#### **-Facteurs favorisants:**

**A-Nature du sol** : Celui-ci intervient de deux manières : rétention d'eau (humidité) et teneur en calcium (nécessaire pour la formation des coquilles des limnées), si bien que les sols acides, pauvres en chaux, sont défavorables ( $\text{pH} < 5.5$ ) (Malone et *al.*, 1998). Les plus favorables sont les sols argileux, lourds, à surface lisse et ferme parcourus par les petits ruisseaux, débarrassés de leurs tapis végétal, qui permet la prolifération des algues unicellulaires, source de nourriture des limnées.

**B-Humidité et température** : L'humidité a un rôle essentiel puisqu'elle détermine la présence et l'importance des habitats des gastéropodes, qui servent de foyers de transmission aux douves hépatiques. La température est également un facteur capital, qui modifie la vitesse de développement des gastéropodes et des stades parasitaires hors de l'hôte finale. L'interaction entre l'humidité et la température détermine le taux de survie et de reproduction des hôtes intermédiaires et des parasites (Hassen et Perry, 1995).

**C-Gîtes à limnées** : Les gîtes à limnées sont indissociables de la transmission de la fasciolose. En effet, sans ces zones où le parasite rencontre ses deux hôtes (définitif et intermédiaire), le cycle évolutif ne peut avoir lieu. Il existe des gîtes à limnées permanents et provisoires (Forbes, 2020).

Les gîtes permanents appelés aussi gites réservoirs (figure 7) sont des zones avec une humidité constante qui permet une installation pérenne des limnées. En général, ce sont des zones marécageuses, des prairies basses à sous-sol imperméable, inondables en hiver, humides en toute saison et caractérisées par une végétation riche en joncs et renoncules, les fossés d'irrigation, les petits ruisseaux (Schweizer et *al.*, 2007 ; Takeuchi-Storm et *al.*, 2018).

Les gîtes à limnées provisoires sont des zones humides à saturation hydrique périodique (figure 8). Ce sont par exemple les zones de piétinement autour des points d'eau (Mage, 2016), les empreintes de pas ou sabots d'animaux, bordures d'oueds, les sillons de roues de tracteur; ces milieux sont riches en algues microscopiques en plus ; pauvres en prédateurs, aidant ainsi les limnées à devenir plus volumineuses et plus abondantes.



**Figure8** : Gite à limnées provisoire (Forbes, 2020).



**Figure7** : Gîte principale à limnée (Triki-Yamani, 2020).

**D-Mode d'élevage** : Les ruminants, en stabulation libre, sont les plus exposés, tandis que, Les animaux en stabulation entravée (permanente) (zéro-grazing, tel que les taureaux), sont peu exposés (Titi, 2020). Mais aussi, le surpeuplement des pâturages favorise l'infestation par l'augmentation des œufs et leurs dissémination et la dégradation des sols d'où création de gites pour limnées (Bentounsi, 2001).

## 2-4- La fasciolose en Algérie

### 2-4-1- Fasciolose humaine

La distomatose humaine à *Fasciola hepatica* est une affection cosmopolite qui dépend de coutumes alimentaires liées à la consommation de végétaux sauvages à l'état cru. Des cas de fasciolose humaine ont été signalés en Tunisie (Ayadi et *al.*, 1997) et au Maroc (Hazoug-Bohem et *al.*, 1979). En Algérie, la maladie semble rare chez l'homme et la littérature ne rapporte que l'existence de quelques cas humains depuis la première description par Lièvre en 1932 (Hazoug-Bohem et *al.*, 1979 ; Lievre, 1932 ; Belkaid et *al.*, 1989). Pourtant, la maladie animale existe, les gîtes du mollusque intermédiaire (*Galba truncatula*) sont nombreux dans le nord du pays et la consommation de plantes aquatiques (cresson, mâche, bleds, ...) est assez fréquente sous forme de salades ou dans certains plats traditionnels du terroir. D'après l'Organisation mondiale de la santé, six cas ont été déclarés en 1990. Entre 1990 et 2003 quatre nouveaux cas de distomatose diagnostiqués au Laboratoire de parasitologie-mycologie du CHU Mustapha à Alger (tableau 1) (Zait et Hamrioui, 2005).

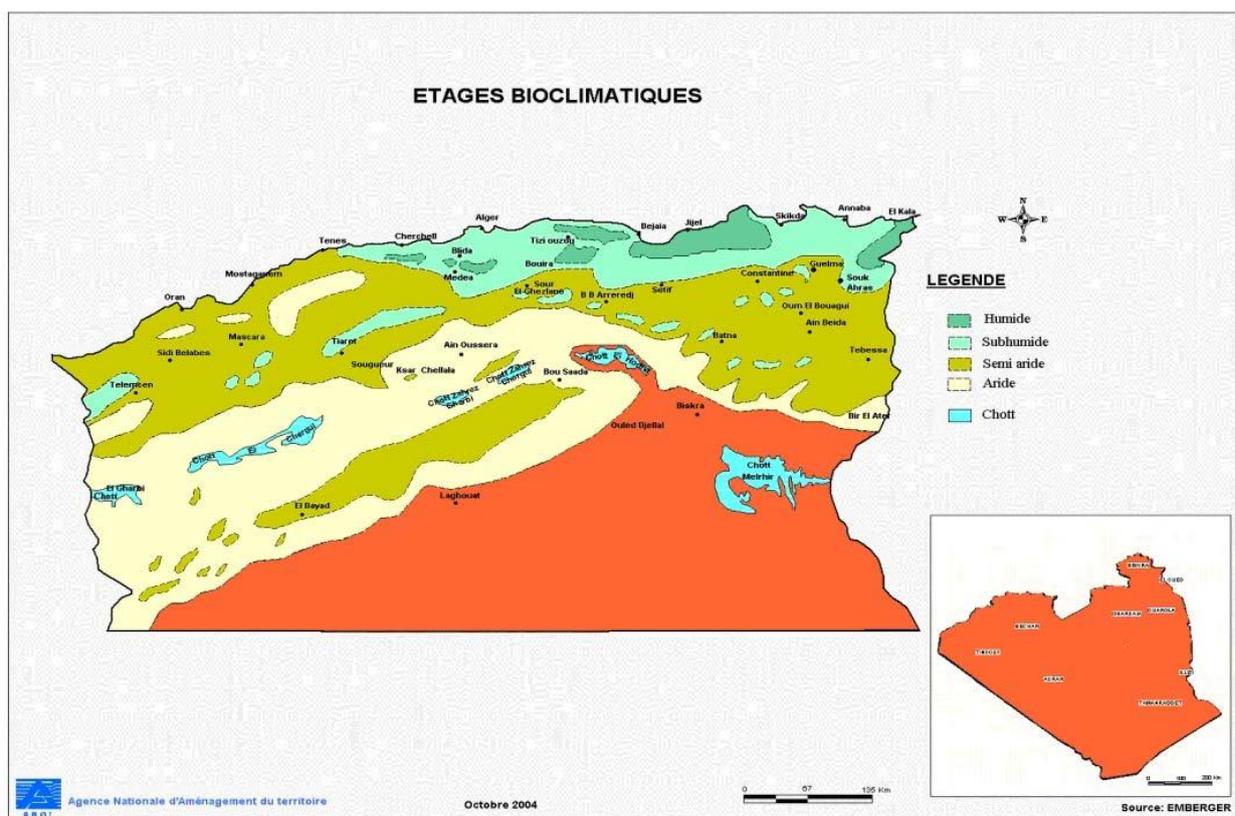
**Tableau1** : Les caractéristiques des quatre cas de distomatose humaine à *Fasciola hepatica*. HES (hyperéosinophilie sanguine), IEP (immununoélectrophorèse), PZQ (praziquantel) (Zait et Hamrioui, 2005).

N° d'ordre (année)	Age (sexe)	Clinique	HES	Diagnostic	Traitement	Evolution
1 (1991)	10 ans (F)	Ictère	/	Œufs de <i>F.hepatica</i> dans les selles	PZQ	Guérison
2 (1991)	20 ans (F)	Asymptomatique d'où une enquête familiale	/	Œufs de <i>F.hepatica</i> dans les selles	PZQ	Guérison
3 (1998)	42 ans (F)	Douleurs à l'hypochondre droit	50%	3 arcs (IEP)	PZQ	Guérison
4 (2003)	32 ans (M)	Asthénie, perte de poids, pâleur	80%	2 arcs (IEP)	/	Décès

## 2-4-2- Fasciolose chez les ruminants en Algérie

En Algérie, la fasciolose est très fréquente dans le nord-est du pays où plusieurs études ont été menées et ont rapporté des prévalences assez élevées. Cependant les prévalences sont moins élevées dans les autres régions.

Cette variation de la prévalence d'une région à une autre peut être liée aux nombreux facteurs tel que le climat (Figure 9), les biotopes, l'âge ou encore l'absence de programme de lutte intégrée (Boucheikhchoukh et *al.*, 2012).



**Figure 9:** Carte bioclimatique de l'Algérie (Agence National d'Aménagement du territoire, 2004).

### A- la prévalence de la fasciolose chez les bovins

Une étude sérologique réalisée à Jijel et Constantine au début de ce siècle (Mekroud, 2004) rapporte une séro-prévalence de 27,3 % et de 6,3 % chez les bovins par ordre respectif. Des études plus récentes, basées sur l'inspection des foies aux abattoirs sur les mêmes lieux font état de prévalences de 6,9 % à Jijel (Hamiroune et *al.*, 2020) et 2,7 % à Constantine (Gherroucha et *al.*, 2021). Des études similaires à Souk Ahras, Béjaïa, Ourgla et Annaba ont révélé des

prévalences de 12,3 % à Souk Ahras, 1,7 % à Ourgla 2,83 % à Béjaïa et varie entre 20,4 % et 33,45 % à Annaba (Meguini et *al.*, 2021 ; Khelifi et *al.*, 2018 ; Ayad et *al.*, 2019)

Dans la wilaya de El Tarf la prévalence de l'infestation chez les bovins est passée de 26,7 % dans la période du 2008 à 2009 à 52,4 % dans la période du 2010 à 2011. La prédominance de la fasciolose dans cette région est essentiellement liée à des facteurs géo-climatiques favorables au développement et à la pullulation de la limnée tronquée.

En ce qui concerne la région de la Mitidja une séro-prévalence de 23,61 % a été mise en évidence entre 2016 et 2017 (Chaouadi, 2019) et le contrôle de la fasciolose n'a pas été amélioré en comparaison avec une étude réalisée 10 ans plus tôt (18,54 %) (Aissi et *al.*, 2009).

### **B- la prévalence de la fasciolose chez les ovins**

Peu de données existent sur la prévalence de la fasciolose chez les moutons en Algérie.

Dans la région littorale de Jijel, la prévalence moyenne de l'infestation naturelle est de 18,2 % entre 1994 et 1996, de 23.5 % entre 1999 et 2001 (Mekroud, 2004), et de 0,54 % dans une étude plus récente (Hamiroune et *al.*, 2020).

A Béjaïa, Une étude menée en abattoir a montré une prévalence de 0,13 % (Ayad et *al.*, 2019).

Les chiffres sont cependant moins élevés à l'intérieur du pays, avec des taux moyens d'infestation compris entre 6,4 et 8,5 % dans la région de Constantine (Mekroud, 2004) et aucun cas de fasciolose chez les ovins dans une étude à Ouargla (Khalifi et *al.*, 2018).

### **C- la prévalence de la fasciolose chez les caprins**

En Algérie, rares sont les études sur la fasciolose chez les caprins. Une prévalence de 0,26 % à Jijel (Hamiroune et *al.*, 2020) , 2,5 % à El Tarf et aucun cas signalé lors d'une étude à Ourgla (Khalifi et *al.*, 2018).

## **Chapitre 3: Interactions hôte-parasite**

### **3-1- Pathogénie**

Elle résulte des effets néfastes causés à l'organisme de l'hôte par les deux formes parasitaires de *Fasciola* les formes immatures et les douves adultes (Zagare, 1992).

#### **A- Les formes immatures**

##### **A1-Action mécanique des jeunes douves :**

Les formes immatures de *Fasciola hepatica* (aussi appelées *adolescaria*) provoquent, lors de leur migration, une véritable agression du parenchyme hépatique par leur histophagie. Elles sont aidées d'une collagénase, elles détruisent le tissu hépatique, creusant de véritables galeries dans le foie (Donnadieu, 2001).

##### **A2- Action antigénique**

Une synthèse d'immunoglobuline Ig M et d'Ig G est induite par la migration des douvules. Ceci perturbe la croissance de ces larves par un mécanisme de cytotoxicité dépendante d'anticorps (Donnadieu, 2001).

##### **A3- Action inflammatoire**

L'histophagie, la destruction des cellules lors de la migration à travers le parenchyme hépatique sont à l'origine de cette action ainsi que les déchets du métabolisme des douves (Zagare, 1992) (Donnadieu, 2001).

##### **A4- Induction d'abcès**

Abcès hépatiques volumineux, associés à la présence de trajets de migrations de douves. Des germes anaérobies sont souvent à l'origine de ces abcès (Donnadieu, 2001) dont les spores de *Clostridium novyi* : hépatite infectieuse nécrosante (Euzéby, 2008).

#### **B- Les douves adultes**

##### **B1- Action mécanique**

L'obstruction des canaux biliaires liée au parasite lui-même (du fait du volume des parasites dans les canaux biliaires de faible diamètre), ce qui provoque des « bouchons » d'aspect

glaireux muqueux avec possibilité de rétention biliaire (Brugere-Picoux, 2016). De plus, l'abrasion de la muqueuse des canaux biliaires par les épines cuticulaires (Zagare, 1992).

### **B2-Action toxique**

La douve a une action toxique par le rejet en grande quantité de proline, molécule qui interfère avec l'hématopoïèse. Elle entraîne ainsi une inhibition de la synthèse de l'hémoglobine et aggrave l'hémolyse (Miraton, 2008).

### **B3- Action spoliatrice**

L'adulte est hématophage, chaque douve peut absorber 0.5 à 1 ml par jour du sang des vaisseaux de la paroi des canaux biliaires (Vogin, 2004). Ceci aggrave l'anémie et entraîne une perte progressive d'albumine et de fer chez l'hôte. Il y a également une fuite des protéines plasmatiques via l'abrasion des canaux biliaires. A ces pertes sanguines, s'ajoutent les conséquences de la fibrose hépatique qui débouche sur une hypoprotéinémie, non favorable à la restitution du volume sanguine.

L'hypoprotéinémie et l'hypoalbuminémie réorientent les synthèses protéiques au détriment des protéines du muscle ou du lait, d'où les baisses de production ou de croissance observées chez les animaux parasités (Miraton, 2008).

### **B4-Altérations métaboliques**

La douve entraîne une altération du métabolisme hépatique et la toxicité de certains xénobiotiques se trouve alors augmentée par une rétention accrue des molécules dans l'organisme. De plus, elle provoque des modifications de la pharmacocinétique d'hormones comme les hormones stéroïdes ou de médicaments comme certains antiparasitaires, des anti-inflammatoires tel que les corticoïdes ou de nombreux antibactériens. Ceci peut se traduire, par exemple, par une altération de la reproduction des vaches douvées.

Le foie parasité et fibrosé n'est plus en mesure d'assurer ses fonctions métaboliques. Or, c'est lui qui gère les synthèses de protéines comme l'albumine, le stockage des réserves avec le glycogène ou encore assure le catabolisme de détoxification de l'organisme.

Finalement, la modification du métabolisme hépatique a également une action anorexigène sur l'animal contaminé (Miraton, 2008).

## **3-2- La clinique**

### **3-2-1- Symptômes**

Les formes cliniques observées sont en rapport avec la réceptivité et la sensibilité de l'animal atteint. Les deux espèces les plus sensibles sont les ovins et les bovins. Les premiers présentent plutôt des formes aiguës alors que les seconds extériorisent plus souvent des formes chroniques (Miraton, 2008).

#### **A- Chez les bovins**

Il s'agit d'une pathologie souvent dépourvue de signes cliniques qui n'attirent pas l'attention de l'éleveur mais qui engendre des pertes économiques considérables.

##### **A1- Forme aiguë**

La fasciolose aiguë survient chez les jeunes bovins pâturent les zones humides de prairies très contaminées lors de la phase d'invasion, c'est la migration intra-parenchymateuse des douvules qui provoquent des lésions hépatiques importantes. Ces lésions peuvent entraîner un état de dénutrition avancé et une forte sensibilité aux maladies parasitaires à tropisme digestif. L'apparition d'œdème sous maxillaire est un signe assez constant (signe de la bouteille). Les bovins adultes fortement infestés de grandes douves présentent de l'entérite avec une perte de poids brutal. S'il y a un poly parasitisme (l'association à la fasciolose de strongylose gastro-intestinale ou de paratuberculose), la fasciolose peut entraîner la mort (l'élevage, 2008).

##### **A2- Forme chronique**

La fasciolose subclinique ou chronique causée par une infestation moyenne mais continue et entretenue au pâturage. Elle se caractérise par :

Une anémie, due notamment mais pas seulement, à l'hématophagie (l'ingestion de sang par le parasite). Une insuffisance hépatique, entraînant des troubles digestifs et métaboliques après la phase d'invasion, ceux-ci correspondant à la migration des formes larvaires du parasite dans le foie.

On note ainsi chez ces animaux une perte de poids et une émaciation, une perte d'appétit, une dépression, une hypoprotéinémie et un œdème.

La présence prolongée de la grande douve dans les canaux biliaires entraîne une hyperplasie des voies biliaires et une sous-production permanente (l'élevage, 2008).

## **B- Chez les ovins**

### **B1- Forme suraiguë**

Elle survient pendant les printemps doux et humides (Gharbi et al., 2019). Elle apparaît 1,5 à 2 mois après une infestation massive. Elle est caractérisée par une anémie due à un syndrome hémorragique aigu: mort subite ou animal très affaibli présentant une respiration accélérée, une douleur abdominale et des muqueuses très pâles avec évolution vers la mort en 1 à 2 jours (Picoux, 2016). Parfois une évolution foudroyante sans symptômes (Gharbi et al., 2019).

### **B2- Forme aiguë**

Elle est due à une infestation massive évoluant sur 1 à 2 semaines vers la mort (Picoux, 2016), on observe un amaigrissement rapide et important (Mage, 2016), une anémie progressive (muqueuses décolorées), une douleur abdominale et de l'ascite (Picoux, 2016). Parfois, la diarrhée est présente (Mage, 2016).

### **B3- Forme chronique**

C'est la forme la plus fréquente, elle survient après 3 à 5 mois de l'infestation (Gharbi et al., 2019). Cette forme est caractérisée par un amaigrissement progressif avec une diminution de l'appétit et une baisse de la production laitière chez les brebis, La laine devient sèche s'arrache facilement (Mage, 2016), anémie très grave pouvant conduire à la cachexie, avec un œdème des régions déclives "Signe de la bouteille" (Euzéby, 2008).

Cette affection chronique peut coïncider avec la fin de la gestation ou le début de la lactation. Elle augmente alors le risque de toxémie de gestation et le taux de mortalité péripartum chez les brebis (Mage, 2016).

## **C- Chez les caprins**

Les signes cliniques chez les caprins sont assez similaires à ceux des ovins (Dalton, 2021) : l'anorexie, perte de poids, dépression, léthargie et diminution de la production de lait. (Leathers et al., 1982).

La fasciolose est un problème grave chez les bovins et les ovins mais les caprins sont moins touchés (Dharanisha et *al.*, 2015), les risques d'infestations massives sont souvent plus faibles que chez le mouton, du fait que la chèvre, contrairement au mouton et au bovin, est élevée dans des zones arides ou montagneuses. De plus, son comportement alimentaire est sélectif pour les broussailles et les feuilles d'arbres, ce qui l'exposerait moins à l'infestation par *F. hepatica* (Khallaayoune et *al.*, 1991).

### **3-2-2- Conséquences zootechniques**

Toute atteinte hépatique a des conséquences très sérieuses pour la santé car cet organe joue un rôle primordial dans de nombreuses synthèses (albumine, hormones,...) et a une place centrale au sein du métabolisme de l'organisme (détoxification, alimentation,...). Par la déviation métabolique qu'elle entraîne, *Fasciola hepatica* a une forte influence sur les fonctions hépatiques. Par exemple, il y a une diminution de la quantité de lait (environ 5%) mais aussi de sa qualité (baisse du taux protéique) (Ross, 1970). Ceci a un impact important sur la production ainsi que sur la qualité du colostrum (moins riche en anticorps) et par conséquent sur la résistance des veaux aux maladies néonatales, sur leur croissance. Des retards de croissance sont observés principalement chez les jeunes bovins chez qui les douves immatures sont plus nombreuses. Ils sont dus aux effets directs des douves et indirectement à l'effet anorexigène qu'elles provoquent. Ceci a pour conséquence l'allongement de la durée de la période d'engraissement et représente donc un coût important pour l'éleveur. Même si, après traitement, les animaux peuvent récupérer les kilogrammes perdus, leur carcasse sera de moins bonne qualité, puisque plus adipeuse que celle d'un bovin n'ayant pas été parasité par la douve. Chez les bovins adultes, une autre conséquence est la formation d'une quantité plus importante de tissu adipeux au détriment des protéines nobles du muscle. De plus, des baisses de fertilité et de fécondité ont été notées chez les reproductrices (Mage, 1989). Ceci peut être mis en relation avec une insuffisance de production d'hormones stéroïdes. Enfin, la douve peut aussi être à l'origine de mortalité, notamment lors des formes aiguës et subaiguës, et entraîner alors des pertes économiques importantes pour l'éleveur (Mehmoud et *al.* 2017).

### **3-3- Lésions**

#### **3-3-1- Lésions générales**

Carcasse émaciée, anémique et œdémateuse dans les cas d'infestations chronique grave, ictère dû aux lésions hépatiques (Hathaway & l'agriculture, 2006).

On note aussi des perturbations de certains paramètres sanguins, comme l'augmentation de l'éosinophilie suite aux traumatismes hépatiques causés par les adolescaria (Tableau 2) (Denizhan et al., 2019)

**Tableau2** : Paramètres hématologiques chez des ovins infectés par *Fasciola hepatica* et des ovins sains (Denizhan et al., 2019).

Parameter	Control $\bar{x} \pm SD$	<i>F. hepatica</i> $\bar{x} \pm SD$
WBC ( $10^3/mm^3$ )	8.65±0.69 <sup>a</sup>	14.59±2.84 <sup>b</sup>
Lym( $10^3/mm^3$ )	2.33±0.53 <sup>a</sup>	3.45±2.31 <sup>a</sup>
Mon.( $10^3/mm^3$ )	0.69±0.20 <sup>a</sup>	0.64±.19 <sup>a</sup>
Neu( $10^3/mm^3$ )	5.40±0.71 <sup>a</sup>	8.96±2.25 <sup>b</sup>
Eo( $10^3/mm^3$ )	0.37±0.23 <sup>a</sup>	0.75±0.10 <sup>b</sup>
RBC( $10^6/mm^3$ )	10.31±1.52 <sup>a</sup>	9.37±0.44 <sup>b</sup>
MCV	27.73±1.28 <sup>a</sup>	27.15±2.01 <sup>b</sup>
Hct (%)	28.96±4.61 <sup>a</sup>	24.40±2.13 <sup>b</sup>
Hb (g/dl)	11.26±1.98 <sup>a</sup>	9.10±0.93 <sup>b</sup>

$\bar{x} \pm SD$ : mean  $\pm$  standart deviation; **a, b**: Different lower cases in the same column represent statistically significant differences ( $P < 0.05$ ).

### 3-3-2- Lésions locales

Hépatomégalie, présence de douves dans les canaux biliaires hypertrophiés et épaissis (cholangite) (figure 10) et dans le parenchyme hépatique, des abcès hépatiques et infection bactérienne secondaire, calcification des canaux biliaires, des substances d'origine parasitaire (excréments) dans le foie, les poumons, le diaphragme et le péritoine, traînées hémorragiques des douves immatures en migration dans les poumons (lésions erratiques) (figure 11) et le foie lors d'une infestation aigue, ganglions hépatiques noirs à cause des excréments de douves (Hathaway & l'agriculture, 2006).



**Figure 10:** Douves adultes dans les voies biliaires épaissies (Forbes, 2020).



**Figure 11:** Lésions pulmonaires de la fasciolose suraiguë (Sreekumar et *al.*, 2017).

### **3-4- Réponse immunitaire de l'hôte**

Les réponses immunitaires à l'infestation sont de trois ordres : immunité non spécifique, immunité à médiation humorale, immunité à médiation cellulaire (Donnadieu, 2001).

En conditions naturelles, les ovins ne semblent pas développer d'immunité aux Fasciolae, et l'effet des infestations multiples est additif, du moins en ce qui concerne la pathogénicité des douves. Cette constatation est corroborée par l'examen nécropsique, qui met souvent en évidence une succession de stades évolutifs.

Les bovins semblent moins sensibles que les ovins et développent une immunité après la première infestation, qui leur permet de diminuer la migration des douves immatures lors des infestations ultérieures (Hassen et Perry, 1995).

#### **3-4-1- Immunité non spécifique**

Chez les bovins, cette immunité est constituée d'une part par le développement d'une fibrose périlobulaire post primo-infestation (elle gênerait la migration des douves immatures), d'autre part par la calcification des canaux biliaires gênant l'alimentation des douves adultes (Donnadieu, 2001).

#### **3-4-2- Immunité spécifique humorale**

L'immunité à médiation humorale a pour support antigénique les antigènes de surface, d'origine tégumentaire exclusivement, et les antigènes d'excrétion – sécrétion ou antigènes E–S. L'intérêt de ces données est d'ordre diagnostique : la recherche dans le sang des anticorps correspondants peut permettre en pratique de diagnostiquer une fasciolose ou de suivre l'évolution de la parasitose (Donnadieu, 2001).

### **3-4-3- Immunité spécifique cellulaire**

#### **3-4-3-1- Réponse cellulaire locale**

Divers tissus et organes (la paroi intestinale, la cavité péritonéale et le foie) de l'hôte définitif sont en contact avec le parasite pendant son évolution et il s'y développe une réponse antiparasitaire.

Après être passées par la cavité péritonéale, les douves atteignent le foie de l'hôte. La migration des douves immatures dans le parenchyme hépatique induit des lésions d'hépatite traumatique. Ces lésions sont formées autour d'une zone nécrotique et sont constituées de cellules inflammatoires s'organisant en granulome. Les cellules sont principalement des macrophages, des lymphocytes et des granulocytes éosinophiles (Chauvin, 2007).

Mais aussi, les douves subissent une réponse immunitaire cellulaire dans la paroi intestinale ; chez le bovin, la paroi intestinale parasitée se retrouve infiltrée fortement par des mastocytes muqueux et par des granulocytes éosinophiles (Donnadieu, 2001).

#### **3-4-3-2- Réponse cellulaire générale**

La réponse proliférative des lymphocytes stimulés par les produits d'excrétion-sécrétion (PES) de *F. hepatica* est précoce chez tous les ruminants infestés. La prolifération des cellules mononucléées du sang périphérique activées par les antigènes parasitaires commence à augmenter dès la première ou deuxième semaine post-infestation (SPI) et reste élevée jusqu'à la 4 ou 5ème SPI, puis décroît pour retrouver son niveau initial vers la 6ème SPI, voire à la 12ème SPI lors d'infestation étalée sur une période de quatre semaines. Les lymphocytes principalement impliqués dans cette réponse antigène-spécifique sont les lymphocytes CD4+ et CD8+. Il n'y a pas de relation directe entre l'intensité de la réponse proliférative des lymphocytes et le développement de la résistance à la réinfestation. D'autre part, lors de réinfestation, la réponse lymphocytaire est moindre que lors de primo-infestation (Chauvin, 2007).

## **Chapitre 04: Méthodes de diagnostic, traitement et prophylaxie**

### **4-1- Les méthodes de diagnostic de la Fasciolose :**

Une symptomatologie polymorphe et atypique rend difficile le diagnostic clinique de la fasciolose, aussi les examens complémentaires sont-ils indispensables (Bent Mohamed et *al.*, 2003).

#### **4-1-1- Diagnostic clinique**

Le diagnostic clinique de la fasciolose est toujours mal aisé car les symptômes observés ne sont pas pathognomoniques. Le diagnostic clinique est très difficile pour la forme aiguë puisqu'elle se solde par une mort brutale sans symptôme particulier. Pour les formes subaiguës, de l'abattement, une grande fatigue ainsi qu'une augmentation du volume abdominale peuvent être observés. Pour les formes chroniques, une anémie se met progressivement en place (muqueuses pâles,...) et l'hypoprotéinémie se traduit cliniquement par des oedèmes (on peut mettre en évidence le signe de l'auge, œdème situé sous la mâchoire inférieure). Néanmoins, chez les bovins, les signes cliniques sont assez discrets. Les signes d'appel sont de l'anémie, un poil piqué et un amaigrissement en hiver (Miraton, 2008).

#### **4-1-2- Diagnostic épidémiologique**

Celui-ci est basé principalement sur l'occurrence saisonnière, les conditions météorologiques dominantes et des antécédents de fasciolose à la ferme ou l'identification des habitats des limnées. Il est aussi intéressant de demander à l'éleveur s'il a observé des pertes économiques au cours de l'hiver. La grande douve pouvant entraîner des pertes de croissance, des pertes de production et une diminution de la qualité du lait, sans autre signe clinique, ce critère peut être utile pour provoquer une réflexion sur le parasitisme dans l'élevage concerné (Heskia, 2004).

#### **4-1-3- Diagnostic thérapeutique**

Est une pratique qui a son intérêt pour confirmer la symptomatologie. Lorsque, à partir des signes cliniques, il y a supposition d'une infestation par la grande douve, le diagnostic est confirmé en pratiquant un traitement spécifique sur quelques animaux malades. Si la guérison est obtenue dans les 4 à 6 jours suivants, on conclut à une fasciolose (Mage, 2016).

#### **4-1-4- Diagnostic différentiel**

Pour le diagnostic différentiel, il faut comparer la fasciolose, sur le plan symptomatique et/ou lésionnel, avec certaines pathologies :

La forme aiguë de la fasciolose doit être différenciée des hépatites infectieuses necrosantes déclenchées soit par des désordres nutritionnels (surtout chez les bovins) soit par la migration intra hépatique des larves de *Taenia hydatigena* (*Cystecercus tenuicollis*). Dans les deux cas, la différence sera faite post mortem.

La forme chronique doit être différenciée des autres helminthoses digestives comme le Téniasis et la strongylose gastro-intestinale. Dans le cas de la fasciolose, l'anémie est forte et elle précède toujours la diarrhée. Accessoirement, il faut aussi penser à la différencier de l'entérite paratuberculeuse (maladie bactérienne) des bovins, affection diarrhéique mais avec une apparition sporadique. Mais aussi elle doit être différenciée de l'haemonchose (très difficile à différencier de la fasciolose à cause de la présence d'anémie et d'œdème sous maxillaire ainsi que le caractère saisonnier des deux parasitoses (Meradi, 2020)).

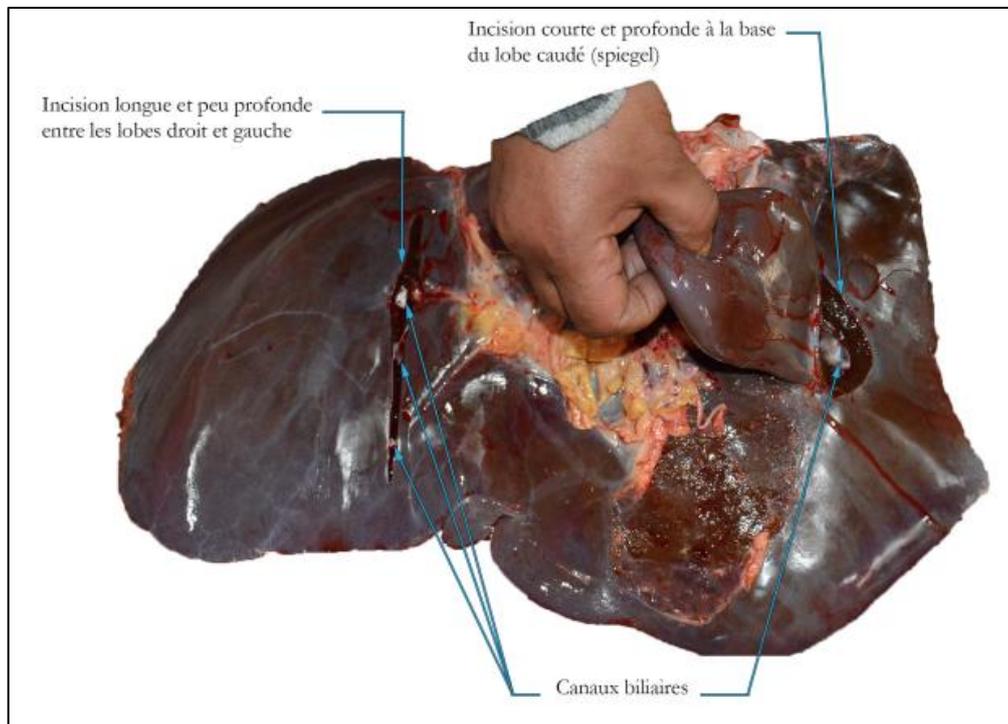
#### **4-1-5- Inspection des foies au niveau des abattoirs**

À l'abattoir, des lésions de cholangite chronique doivent faire penser à une infestation du troupeau (Chauvin et Boulard, 1992). Elle est définie comme une inflammation des canaux biliaires, consécutive à une infestation prolongée ou répétée, due surtout à l'action mécanique et phlogogène de trématodes : soit des grandes douves (*Fasciola hepatica*) adultes, localisées dans les canaux biliaires principaux, soit de petites douves (*Dicrocoelium lanceolatum*) adultes dans les petits canaux biliaires. Comme l'hépatomégalie, la fibrose, la nécrose et les abcès hépatobiliaires, ces lésions ne sont pas pathognomoniques de la fasciolose. L'inspection sanitaire retient le critère de la présence de douves vivantes ou calcifiées (Meissonnier & Mage, 2007), elle comporte trois phases :

- La première phase concerne l'examen visuel du foie dans son ensemble pour juger le volume (hypertrophie), la forme, la couleur et l'aspect superficiel. Dans le cas de la Fasciolose on observe une hypertrophie du foie (surtout le côté gauche), des trajets fibrosés au niveau du parenchyme et un épaissement des canaux biliaires avec des hémorragies sous capsulaire.

- La deuxième phase : Palpation de toute la surface du foie (des deux faces diaphragmatique et viscérale).

- La troisième phase c'est la réalisation de deux incisions sur la surface viscérale du foie afin d'inspecter les canaux biliaires (recherche de lésions de cholangite et la détection des douves au niveau du parenchyme hépatique ou des canaux biliaires) : Incision longue et peu profonde entre les lobes droit et gauche du foie, et une autre courte et profonde à la base du lobe de spiegel (figure 12) (Bensid, 2018).



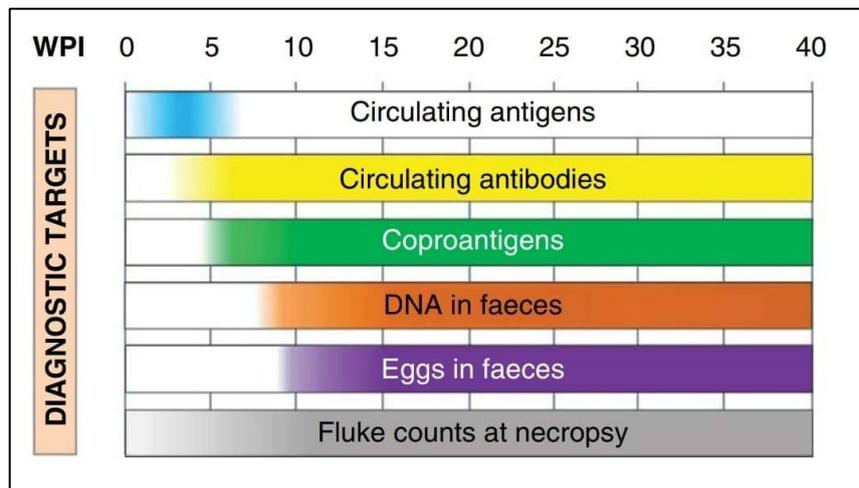
**Figure 12:** Technique d'incision du foie (Bensid, 2018).

#### **-Sanction**

Le jugement dépend de l'étendue des lésions de douves et de l'état de la carcasse. Une infestation importante associée à une émaciation et un œdème nécessiterait la saisie totale de la carcasse. Des infestations légères, modérées ou importantes sans émaciation peuvent conduire à un jugement favorable. Si les lésions parasitaires dans le foie sont bien circonscrites, le foie peut être sauvegardé après parage des tissus atteints. Dans les autres cas, il est saisi (Hathaway & l'agriculture, 2006).

#### **4-1-6- Diagnostic expérimental**

Plusieurs méthodes de diagnostic existent avec des sensibilités, des spécificités et des applications différentes (figure 13).



**Figure 13:** Représentation graphique montrant l'applicabilité des différentes méthodes de diagnostic (Dalton, 2021).

### A- L'examen coprologique

La coproscopie est basée sur la mise en évidence des œufs de *Fasciola hepatica* dans les matières fécales. Elle n'est possible que dans les formes subaiguës et chroniques quand les parasites adultes sont dans les canaux biliaires.

Les œufs de grande douve sont très denses et ne peuvent être observés qu'en utilisant des techniques de sédimentation ou de flottation. L'iodomercurate de potassium a été largement utilisé dans le passé, mais son utilisation a été limitée en raison de sa corrosivité et de sa toxicité. De ce fait, les liquides de flottation couramment utilisés sont le sulfate de magnésium ou de zinc à saturation ou des solutions salées (Messonnier et Mage, 2007).

C'est un diagnostic très spécifique mais peu sensible (30-70 %) du fait de l'excrétion aléatoire des œufs (Charlier et al., 2014). Toutefois des études récentes ont démontré que la sensibilité des techniques de détection dépendait en grande partie du volume de matière fécale analysé (Conceição et al. 2002 ; Courouble & Meissonnier, 2004 ; Salem et al. 2007), et que répéter l'analyse ou analyser 30 ou 50 g au lieu de 5 g de matières fécales pouvait augmenter la sensibilité jusqu'à 90 % (Rapsch et al., 2006).

### B- Diagnostic immunologique

Plusieurs techniques ont été décrites : immunofluorescence indirecte, hémagglutination passive (HAP), ELISA.

**B1-ELISA** : La détection d'anticorps spécifiques de *F. hepatica* se fait surtout par ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) et ceux-ci peuvent être dirigés contre des produits d'excrétion-sécrétion (ES) du parasite mais des réactions croisées ont été décrites (*Dictyocaulus viviparus*, *Dicrocoelium dendriticum*) ou contre des protéines purifiées plus spécifiques (f2, MM3, cathepsine (CAT) L1). Lors d'une comparaison directe entre ces trois protéines, la sensibilité et la spécificité du test basé sur la CAT L1 ont été plus basses que pour les tests basés respectivement sur les protéines f2 et MM3 (Kuerpick et *al.*, 2013).

**B-2-Immunofluorescence indirecte** : C'est une technique quantitative qui permet un diagnostic précoce, la réaction est positive dans 95% des cas en phase d'invasion, quelques semaines après l'infestation (presque 20 jours suivant l'infestation). L'IFI est réalisée sur des coupes à la congélation des douves adultes incluses dans un cylindre de muscle strié et déposées sur une lame (Bendiaf, 2011).

**B-3-Hémagglutination passive** : C'est aussi une technique quantitative permettant de poser un diagnostic précoce car elle décèle les IgM et IgG. L'hémagglutination est 90% positive pendant la phase d'invasion. Cette technique est effectuée avec des globules rouges (groupe O, RH -) formolés et traités par le Glutaraldéhyde qui permet la fixation des extrais antigéniques dépilés (Bendiaf, 2011).

### **C- Le diagnostic enzymologique**

consiste en un dosage sérique (ou plasmatique) des enzymes hépatiques, notamment de la sorbitol déshydrogénase (SDH) et de la glutamate déshydrogénase (GLDH) qui sont toutes deux des indicateurs de lésions des hépatocytes et aussi de la  $\gamma$ -glutamyl transférase ( $\gamma$ -GT) qui indique plutôt la destruction des cellules épithéliales des canaux biliaires (Bossaert et *al.*, 1999).

### **D- Techniques de diagnostic moléculaire**

Des méthodes de diagnostic moléculaire sont encore en cours d'élaboration pour accroître la sensibilité et la spécificité des tests de diagnostic. L'une des nouvelles méthodes est l'amplification isotherme à médiation en boucle (LAMP), elle pourrait être une alternative intéressante puisqu'elle peut se réaliser en une étape et à température ambiante (Ai et *al.*, 2010) et qu'elle est plus sensible et spécifique que la PCR (Charlier et *al.*, 2014).

#### 4-2- Traitement

Le traitement consiste à employer des fasciolides : les benzimidazoles (albendazole, triclabendazole), les dérivés monophénoliques halogénés (nitroxinil), les salicylanilides (oxyclozanide et closantel) et enfin les sulfamidés (clorsulon) (Mage, 2016).

Le choix de traitement repose sur plusieurs éléments et notamment sur l'activité du principe actif contre les formes immatures (< 6 semaines) et/ou pré adultes et adultes (> 6 semaines), Les délais d'attente pour le lait et la viande, La toxicité locale ou générale doivent aussi être pris en considération, enfin, la voie d'administration est aussi un élément décisif car elle détermine la main-d'œuvre nécessaire. Ces différents éléments sont repris dans le Tableaux 3 et 4.

**Tableau 3:** Modalités d'utilisation des fasciolicides (Triki-Yamani, 2020).

Fasciolicides	Dose (mg/kg)		Voie administration	Délais d'attente (Jour)	
	Bovin	Ovin		Lait	Viande
<b>Triclabendaole</b>	12	10	Orale	Interdit	28
<b>Closantel</b>		10	Orale	Interdit	28/56
<b>Nitroxinil</b>	10	10	S/C	5	30
<b>Bithionol-sulfoxyde</b>		6	Orale		
<b>Oxycloanide</b>	1	15	Orale	0	14
<b>Clorsulon</b>	2	5	S/C	Interdit	28
<b>Albendazole</b>	15	8-10	Orale	Interdit	10

**Tableau 4:** Efficacité des douvicides selon les stades évolutifs de la grande douve (Mage, 2008).

Age des douves (semaines)															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
										OXYCLOSANIDE					
										NETOBIMIN					
										ALBENDAZOLE					
					NITROXINIL										
					CLOSANTEL										
		TRICLABENDAZOLE													

Seul le triclabendazole a une activité contre les immatures (plus de 90 % d'efficacité sur les formes immatures âgées de sept jours ou moins et 100 % au-delà). Cet avantage décisif a conduit à son usage massif et par conséquent à l'apparition rapide de résistances (Mitchell et *al.*, 1998). Malheureusement, dans la plupart des régions d'Algérie, ce traitement est utilisé de manière anarchique, incontrôlée et non orientée (Bentounsi, 2003).

De nouvelles formulations et de nouvelles combinaisons de médicaments on fait leur apparition sur le marché, notamment (Dalton, 2021):

Closantel + Albendazole (par voie orale).

Closantel + Abamectin (par voie orale).

Closantel + Oxfendazole (par voie orale).

Closantel + Albendazole + Abamectin + Levamisole (voie orale)

Triclabendazole + ivermectin.

Des traitements antianémiques complémentaires facilitent la récupération d'un état général normal (Gourreau-J-M, 2012).

### **4-3- Prophylaxie**

L'efficacité de la lutte contre la plupart des trématodoses repose sur le traitement chimiothérapeutique stratégique. En outre, l'amélioration de la conduite de l'élevage peut réduire les risques d'infestation en limitant les contacts entre hôtes intermédiaires et définitifs. Enfin, on peut également agir directement pour diminuer ou éliminer les populations d'hôtes intermédiaires (Hassen et Perry, 1995).

#### **4-3-1- Prophylaxie sanitaire**

La prophylaxie sanitaire est indispensable et complète toute lutte médicamenteuse de la fasciolose chez l'hôte définitif. Il est nécessaire de limiter l'accès des animaux aux lieux de présence de l'hôte intermédiaire par la pose des clôtures, le drainage et l'hygiène des points d'eau, assèchement des marécages.

La lutte directe contre les hôtes intermédiaires par un contrôle biologique avec l'utilisation de compétiteurs ou de prédateurs, ou bien chimique par l'utilisation de molluscicides. Aussi, des études de diverses parties du globe indiquent que de nombreuses plantes présentent des propriétés molluscicides (Hassen et Perry, 1995).

La sensibilisation des éleveurs est aussi nécessaire pour que la gestion intégrée puisse s'appliquer.

#### **4-3-2- Prophylaxie médicale:**

L'application saisonnière stratégique d'antihelminthiques efficaces spécifiques des trématodes, comme l'administration de traitements prophylactiques et curatifs selon un calendrier bien précis, joue un rôle primordial dans la lutte contre la fasciolose. Différents traitements stratégiques ont été mis au point selon les données météorologiques rencontrées dans les diverses régions du monde. Il est toutefois conseillé de compléter ces informations par une bonne connaissance des données épidémiologiques, de façon à ajuster au mieux les dates d'administration, et donc l'efficacité des traitements (Hassen et Perry, 1995).

Le traitement est répété plusieurs fois par an, à intervalles réguliers. Cependant, il n'y a pas de schéma thérapeutique standard. Dans les zones à hiver pluvieux, trois traitements sont faits chaque année, un au milieu de l'hiver, un au printemps pour éviter la contamination des

pâturages et un dernier en automne afin de faire baisser l'effet chimique des douves déjà ingérées par les animaux (Bendiaf, 2011).

Classiquement on reconnaît trois périodes de traitements dans les régions tempérées mais cette notion de prophylaxie est surtout adaptée à l'élevage de type intensif :

Le premier traitement : un mois avant la mise en pâturage pour éviter la contamination de la prairie par les œufs de *Fasciola hepatica* excrétés au printemps ce qui interrompt le cycle d'été précoce.

Un deuxième traitement : en août, avec un produit actif contre les adultes issus de l'infestation de début de printemps et contre les jeunes forme issus de limnées en automne ce qui interrompt le cycle transhivernant.

Un troisième traitement : à la fin de l'automne pour détruire la population adulte issue de l'infestation automnale (fasciolose d'hiver) (Bentounsi, 2001).

## **Partie expérimentale :**

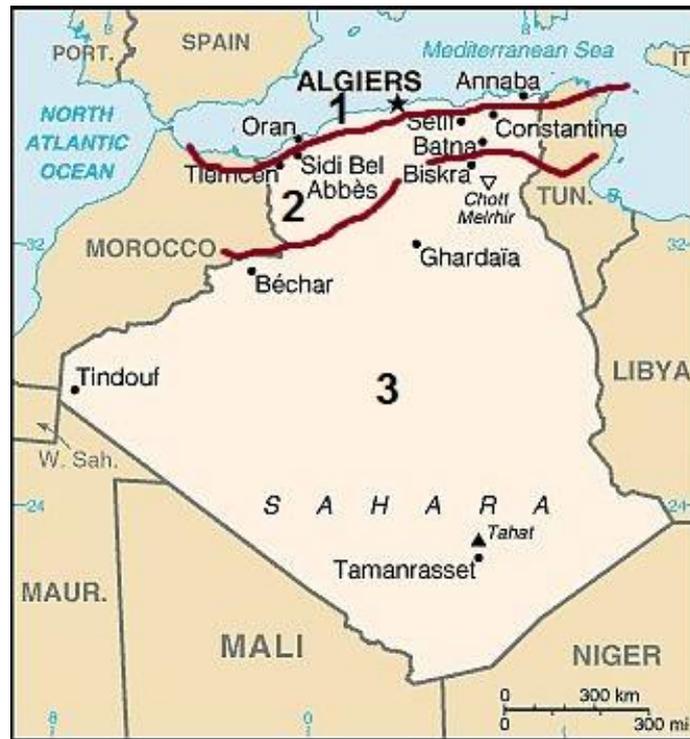
### **1- Objectif de l'étude**

Les abattoirs jouent un rôle très important dans la surveillance de la santé animale et assurent la traçabilité et la sécurité de la viande pour les consommateurs. Ils peuvent même être considérés comme un outil de contrôle des maladies animales et zoonotiques. En effet, dans le but de détecter les maladies de manière précise et déterminer leur origine, les abattoirs représentent une source de données simple et peu onéreuse pour les services vétérinaires.

Parmi les maladies à recherche obligatoire dans les abattoirs d'Algérie et qui provoquent comme sanction la saisie du foie la fasciolose. C'est une parasitose connue et présente dans nos élevages depuis toujours. Elle a une double importance : économique avec de multiples répercussions zootechniques (retards de croissance, diminution de production laitière, baisse des performances de reproduction,...), et sanitaire puisque c'est une zoonose. De ce fait une étude rétrospective a été réalisée afin de mieux comprendre l'épidémiologie de la fasciolose en Algérie et son impact sur l'économie nationale.

### **2- Présentation de site**

L'Algérie est un pays nord-africain doté d'un littoral sur la mer Méditerranée et d'un intérieur désertique, le Sahara. Le climat de l'Algérie est varié, car le pays a une très grande superficie (une superficie de 2 381 741 km<sup>2</sup>, c'est à la fois le plus grand pays d'Afrique, du monde arabe et du bassin méditerranéen): la partie nord possède un climat méditerranéen (figure 14) (zone 1), alors que le reste du pays possède en majorité un climat désertique (zone 3). Cependant entre ces deux grands types de climats, existent des climats de transition, notamment le climat semi-aride qui correspond à un climat méditerranéen avec une sécheresse ne se limitant plus uniquement à la saison estivale mais ca peut être durant toute l'année, mais aussi un climat méditerranéen aux influences montagnardes, un petit plus continental (zone 2).



**Figure 14:** Carte géographique et climatique de l'Algérie (climatsetvoyages.com).

### 3- Matériel et méthodes

Les données sur le nombre et le poids de foies saisis par espèce pour motif la fasciolose après inspection post-mortem des animaux abattus dans les abattoirs d'Algérie durant la période allant de 2010 à 2021 sont relevées auprès de la direction des services vétérinaires (DSV) au sein du ministère d'agriculture et du développement rural. L'inspection post-mortem consiste en une inspection visuelle, une palpation et une incision systématique des foies, selon les recommandations de la FAO. Toutes ces données sont traitées via Excel.

Les pertes économiques résultant de la saisie des foies ont été estimées en tenant compte du poids total des foies saisis au cours de cette étude multiplié par le coût d'un kilogramme de foie en Algérie.

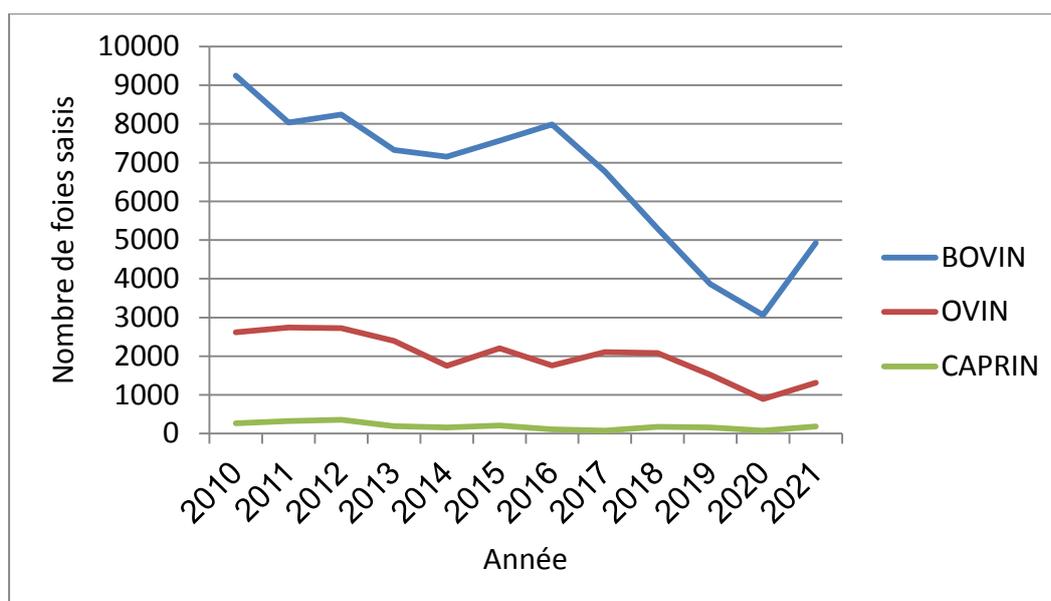
## 4- Résultats

### 4-1-Le nombre de foies saisis en fonction des espèces pour motif la fasciolose

Le nombre de foies de bovins ovins et caprins saisis pour le motif de fasciolose au niveau des abattoirs d'Algérie durant la période allant de 2010 à 2021 selon les données relevé au niveau de la direction des services vétérinaires est illustré dans le tableau et la figure ci-après:

**Tableau 5:** Le nombre de fois saisis en fonction des espèces pour motif la fasciolose.

Espèce Année	BOVIN	OVIN	CAPRIN
2010	9245	2613	268
2011	8031	2737	321
2012	8244	2721	354
2013	7329	2392	190
2014	7150	1752	158
2015	7562	2201	211
2016	7986	1756	114
2017	6772	2108	80
2018	5297	2085	175
2019	3866	1522	162
2020	3065	892	73
2021	4930	1314	182
<b>TOTAL</b>	<b>79477</b>	<b>24093</b>	<b>2288</b>



**Figure 15:** Représentation graphique de nombre de fois saisis par espèce pour motif de fasciolose en fonction de l'année.

Nous avons remarqué durant la période allant de 2010 à 2016, une fluctuation concernant la saisie de foies de bovins, et un pic observé en 2010, 2012 et 2016. Au delà nous avons noté une diminution progressive jusqu'à 2020, ensuite une recrudescence de nombre de foies saisis. Par ailleurs, nous avons remarqué que le nombre de foies saisis chez les bovins est plus élevé que celui des ovins ou encore des caprins qui est plus faible.

#### 4-2- le nombre de foies infectés chez les autres espèces

**Tableau 6:** Le nombre de foies infectés chez les autres espèces.

<b>Espèce</b> <b>Année</b>	<b>EQUIN</b>	<b>CAMELIN</b>
<b>2010</b>	2	0
<b>2011</b>	12	0
<b>2012</b>	0	0
<b>2013</b>	1	2
<b>2014</b>	0	9
<b>2015</b>	0	0
<b>2016</b>	10	1
<b>2017</b>	0	3
<b>2018</b>	3	2
<b>2019</b>	0	3
<b>2020</b>	0	6
<b>2021</b>	1	5
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>31</b>

Le nombre de foies d'équins et de camelins saisis est quasi-nul (un total de 29 foies d'équins et 31 foies de camelins saisis pendant une période de 11 ans).

#### 4-3- le poids en Kg des foies saisis

**Tableau 7:** Le poids en Kg des foies saisis.

<b>Espèce</b>	<b>BOVIN</b>	<b>OVIN</b>	<b>CAPRIN</b>
<b>Année</b>			
<b>2010</b>	45066	2926	224
<b>2011</b>	36426,8	3143,7	280,5
<b>2012</b>	38923	3258	322
<b>2013</b>	33094,8	2497	245,5
<b>2014</b>	32362,56	1749,5	129
<b>2015</b>	35523	2170,5	171,5
<b>2016</b>	36502,8	1797,1	99,5
<b>2017</b>	29306	2127,5	71
<b>2018</b>	22728,5	2245	163,5
<b>2019</b>	17726	1922,5	149,5
<b>2020</b>	14143,5	1252	81
<b>2021</b>	19520	1479	195
<b>Total</b>	<b>361323</b>	<b>26568</b>	<b>2132</b>

Total de 361 323 kg, 26 568 kg, et 2132 kg de foies de bovins, ovins, et caprins ont été saisis au niveau des abattoirs d'Algérie durant la période allant de 2010 à 2021.

Nous estimons que les pertes économiques sont en moyenne de 780 045 000 DA.

## **Discussion**

### **Limites et contraintes**

Au cours de notre étude, des difficultés ont été rencontrées liées principalement à la collecte des données. En outre, il n'y avait aucune possibilité de recueillir l'effectif des animaux abattus.

A l'issue de notre étude, nous avons remarqué que la fasciolose touche beaucoup plus les ruminants que les équidés et les camelins. De même, le nombre de foies de bovins saisis est plus élevé que celui des ovins. Notre résultat corrobore celui rapporté par Ayad et al. (2019) dans une étude effectuée à l'abattoir de Bejaia (Nord-Est algérien) où *F.hepatica* est beaucoup présente chez les bovins que chez les ovins.

Pour l'espèce caprine le nombre de foies saisis est beaucoup plus faible par rapport aux bovins et ovins vu que le mode de vie des caprins est différent où ces animaux sont élevés dans des zones arides ou montagneuses. De plus, le comportement alimentaire est sélectif (broussailles

et les feuilles d'arbres), ce qui diminue leur exposition à l'infestation par *F. hepatica* (Khallaayoune et *al.*, 1991).

De nombreux auteurs ont constaté des fluctuations concernant le nombre de foies saisis, ceci est dû aux variations climatiques d'une année à une autre conduisant à des variations importantes du niveau de contamination et de la charge parasitaire chez les animaux (Institut de l'élevage, 2008). Ce qui a été signalé durant notre étude.

Nous avons remarqué une diminution progressive du nombre de foies de bovins saisis en 2016 qui pourrait être expliqué par le réchauffement climatique pouvant interrompre le cycle de parasite entraînant la dessiccation des limnées et des métacercaires particulièrement sensibles aux températures élevées et à la sécheresse. Ce qui a été déclaré par l'ONM où ces dernières années les températures ont été plus élevées allant jusqu'à 50°C.

D'après les études réalisées ultérieurement en Algérie, les pertes économiques subissent en conséquence des saisies des foies infectés par la fasciolose dans la région d'El Tarf ont été estimées de 9 400 000 DA, et 63 000 DA dans la région de Ouargla (Khelifi et *al.*, 2018). Des études similaires ont été réalisées aux abattoirs de Jijel ont révélé 1 600 000 DA de perte par an (Mekroud Et *al.*, 2004). Par ailleurs, nos résultats ont montré un chiffre important (moyennement 780 045 000 DA) causé par la saisie des foies depuis 2010 jusqu'à 2021 au niveau des abattoirs d'Algérie, ce qui a causé des pertes économiques ayant un impact négatif sur la production nationale.

## **Conclusion et recommandations**

Au terme de notre étude, nous avons conclu que la fasciolose est une zoonose causant d'importantes pertes économiques, et que cette maladie est en recrudescence dans notre pays cette dernière année.

De ce fait, un programme de lutte portant prioritairement sur le maintien de la santé animale afin de maîtriser l'incidence de cette maladie doit être mis en place.

Les principales recommandations sont : le dépistage, l'amélioration de conduite d'élevage, un contrôle stricte des pratiques entraînant un phénomène de chimiorésistance doit avoir lieu, de plus, la vaccination serait un outil précieux pour prévenir la maladie, actuellement il n'y a pas de vaccins disponibles dans le commerce, bien que les travaux sur le développement de vaccins se sont révélés très prometteurs.

Enfin, la fasciolose, en tant que maladie zoonotique ayant un impact important sur la santé humaine et animale, est un bon exemple d'un problème mondial nécessitant une approche « One Health », dans laquelle plusieurs secteurs communiquent et travaillent ensemble pour atteindre de meilleurs résultats.

## Références bibliographiques

- Ai, L., Li, C., Elsheikha, H. M., Hong, S. J., Chen, J. X., Chen, S. H., Li, X., Cai, X. Q., Chen, M. X., & Zhu, X. Q. (2010). Rapid identification and differentiation of *Fasciola hepatica* and *Fasciola gigantica* by a loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay. *Veterinary parasitology*, 174(3-4), 228–233.
- Aissi, M., Harhoura, K. H., Gaid, S., & Hamrioui, B. (2009). Etude préliminaire sur la prévalence de la fasciolose due à *Fasciola hepatica* dans quelques élevages bovins du nord centre algérien (la Mitidja). *Bulletin de la Societe de pathologie exotique* (1990), 102(3), 177–178.
- Alves, R., van Rensburg, L. & van Wyk, J. (1988) *Fasciola* in horses in the Republic of South Africa: a single natural case of *Fasciola hepatica* and the failure to infest ten horses either with *F. hepatica* or *Fasciola gigantica*. *Onderstepoort J Res*, 55, 157-163.
- Ayad A., Benhanifia M., Balla E., Moussouni L., Ait- Yahia F., Benakhla A. (2019). A retrospective survey of fasciolosis and hydatidosis in domestic ruminants based on abattoirs' data in Bejaia province, Algeria. *Veterinaria* 68: 47-51.
- Ayadi A, Makni F, Ben said M, (1997) - Etat actuel de la fasciolose en Tunisie. *Bull Soc Fr Parasitol*; 15 : 27-32.
- Belkaid M, Zenaidi N, Bachta E et Coll, (1989) - Distomatose hépatique humaine. Une affection a ne pas méconnaître en Algérie. *Arch Inst Pasteur Alger*; 57 : 105-110.
- Bensid, A., (2018). *Hygiène et inspection des viandes rouges*, 194p.
- Bent Mohamed A., Cheikh D., Thiam E., Jacquiet Philippe. (2003). Diagnostic sérologique de la fasciolose bovine à *Fasciola gigantica* par un test Elisa en Mauritanie. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 56 (3-4) : 121-127.
- Bentounsi B., Zouiouech H., Benchikh-Elfegoun M.C., Kohil K. & Cabaret J., (2003), Efficacité comparée des spécialités d'albendazole distribuées en Algérie. *Revue Méd. Vét.* 154, 10, 649-652.
- Bentounsi, B., (2001). *Parasitologie vétérinaire : helminthoses des mammifères Domestiques*. Constantine, 110p.

- Bossaert, K., Lonneux, J. F., Godeau, J. M., Peeters, J., & Losson, B. (1999). Serological and biochemical follow-up in cattle naturally infected with *Fasciola hepatica*, and comparison with a climate model for predicting risks of fasciolosis. *Veterinary research*, 30(6), 615–628.
- Boucheikhchoukh M., Souad R., Scherazad S., Mekroud A., Benakhla A (2012). Principales helminthoses des bovins : enquête épidémiologique au niveau de deux abattoirs de la région d'El-Tarf (Algérie). *Tropicultura*, 30, 3, 167-172.
- Boucheikhchoukh, M., Righi, S., Sedraou, S., Mekroud, A., & Ahmed, B. (2012). Principales helminthoses des bovins : Enquête épidémiologique au niveau de deux abattoirs de la région d'El Tarf (Algérie). 30, 167-172.
- Bowman, D. D. (2013). *Georgis' Parasitology for Veterinarians* (10th edition). Saunders, 496p.
- Brugere-Picoux, J., (2016). *Maladies des moutons*. 3<sup>ème</sup> édition. Editions France Agricole, Paris 2016, 398p.
- Caron, Y., & Losson, B. (2015). *Aspects malacologiques du cycle de Fasciola hepatica en Belgique et en Equateur* (Thèse de doctorat). Université de Liège, Liège, Belgique, 254.
- Chaouadi, M., Harhoura, K., Aissi, M., Zait, H., Zenia, S., & Tazerouti, F. (2019). A post-mortem study of bovine fasciolosis in the Mitidja (north center of Algeria): prevalence, risk factors, and comparison of diagnostic methods. *Tropical animal health and production*, 51(8), 2315–2321.
- Charles M, H., (2011). *Diagnostic parasitology for veterinary technicians*. 4ed. Robinson, 441p.
- Charlier, J., Vercruyse, J., Morgan, E., van Dijk, J., Williams, D.J., (2014). Recent advances in the diagnosis, impact on production and prediction of *Fasciola hepatica* in cattle. *Parasitol.* 141, 326-335.
- Chauvin, A, Boulard, C. (1992). Le diagnostic de la fasciolose des ruminants : interprétation et utilisation pratique. *Bull Group Tech Vét 1-B*, 69-73.
- Chauvin, A., Zhang, W., & Moreau, E. (2007). La fasciolose des ruminants : Immunité, immunomodulation et stratégie de prévention. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 160(2), 85-92.

Chirukandoth, Sreekumar & Ragothaman, Venkataramanan & Krishnakumar, Subbiah & Gunasekaran, S & Prema, N & Anil Kumar, Rishipal & Mathagowder, Iyue. (2019). Pathogenesis in extra-hepatic organs due to aberrant migration of *Fasciola gigantica* in sheep.

Conceição, M.A.P., Duraó, R.M., Costa, I.H., Da Costa, J.-M. (2002). Evaluation of a simple sedimentation method (modified McMaster) for diagnosis of bovine fasciolosis. *Vet Parasitol.* 105 : 337-343.

Courouble, F. & Meissonnier, E. (2004). Diagnostic et épidémiologie de la fasciolose bovine dans des troupeaux charolais en Bourgogne. In *Comptes Rendus de la Journée Bovine Nantaise*, Nantes, 7 octobre, p 121, H. Seegers, éditeur.

Dahmani et Triki Yamani (2015). Atlas de cas cliniques vétérinaires. Volume I parasitoses, 64p.

Dalton, J. P., (2021). Fasciolosis, 2nd Edition. CABI, 521p.

Demont, P., Gonthier, A., & Colardelle, M.S. (2007). Motifs de saisie des viandes, abats et issues des animaux de boucherie. Cours QSA, ENVL, 89.

Denizhan, Vural & Kozat, Süleyman & Yilmaz, Ali. (2019). Investigation of serum Amyloid A, haptoglobin and fibrinogen levels in sheep infected with *Fasciola hepatica*. *Journal of Livestock Science.* 10. 10.33259/JLivestSci.2019.53-58.

Dharanesha & Muniyellapa, N K, H.K. & K J, Ananda & Giridhar, P. & Sonnahallipura, Byregowda & GJ, Ranganath & Shivshankar, B.P.. (2015). Pathological study of acute fasciolosis in goats in Karnataka. *Indian Journal of Veterinary Pathology.* 39. 321. 10.5958/0973-970X.2015.00078.4.

Donnadieu, D. (2001). Traitement et prévention de la fasciolose à *Fasciola hepatica* en élevage bovin laitier : essai d'un protocole utilisant le closantel et l'oxyclozanide. Thèse d'exercice, Université Paul Sabatier - Toulouse III, 64.

Dorchies, P., Mage, C., Jacquiet, P., Alzieu, J. (2004). Parasitoses des ruminants lors de la sécheresse 2003 : observations épidémiologiques. *Bulletin des G.T.V.*, pp.59-63.

Euzéby, J. (1971). Les parasites de viandes, Epidémiologies, physiopathologie incidences zoonosiques, *Médecine internationale*, 324-333.

Euzéby, J. (2008). Grand dictionnaire illustré de parasitologie médicale et vétérinaire. Tec & Doc Lavoisier, 818p.

FAO |CB1127FR/1/05.21 | (OIE) OIE/FPIFS\_F/2021.4 | (WHO) WHO/UCN/NTD/VVE/2021.4 (Parasitoses d'origine alimentaire FASCIOLASE).

Forbes, A. B. (2020). Parasites of Cattle and Sheep : A Practical Guide to Their Biology and Control. CABI Publishing, 368p.

Gharbi, M., Rekik, M., & Darghouth, M. (2019). La fasciolose ovine.

Gherroucha, D., Ayadi, O., Gharbi, M. et Benhamza, L. (2021) « Infection parasitaire des foies et des poumons chez les bovins et les ovins dans les abattoirs de Constantine, Algérie, de 2009 à 2018 », Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 74(3), p. 177–180.

Gourreau-J-M. (2012). Guide pratique des maladies des bovins. Paris: France Agricole.

Hamiroune M., Dahmane M., Charef A., Cheniguel H., Foughalia H., Saidani K., Djemal M. (2020). Evaluation of fascioliasis, hydatidosis, and tuberculosis in domestic animals during post-mortem inspection at Jijel slaughterhouse (Algeria). Journal of Food Quality and Hazards Control. 7: 149-156.

Hasen J., Perry B., (1995). Epidémiologie, diagnostic et prophylaxie des helminthiases des ruminants domestiques. Rome, Italie, FAO, 176 p.

Hathaway, S., & l'agriculture, O. des N. U. pour l'alimentation et. (2006). Bonnes pratiques pour l'industrie de la viande. Food & Agriculture Org.

HAZOUG-BOHEM E, CHACKER E, ABDI A et Coll - La distomatose à *Fasciola hepatica* dans le Maghreb. A propos de deux cas algériens nouveaux. Arch Inst Pasteur Tunis 1979 ; 56 : 105-116

Heskia, B. (2004). La fasciolose, une parasitose toujours en évolution- Méthodes de diagnostic actuelles. Recueil des conférences des Journées Nationales des GTV, Tours, 619-621.

Houin, R. (2009). La fasciolose, une zoonose réémergente? Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France, 162(2), 161-164.

Institut de l'élevage. (2008). Maladies des Bovins (4<sup>e</sup> édition). France Agricole Editions. 749p.

Khalfallah, N., (1988). La distomatose des ruminants domestiques dans la région de Jijel. Situation et approche économique. Mémoire de doct.vet. Algérie. 63-67.

Khallaayoune, K., & El Hari, M. (1991). Variations saisonnières de l'infestation par *Fasciola hepatica* chez la chèvre dans la région du Haouz (Maroc). *Annales de Recherches Vétérinaires*, 22(2), 219-226.

Khelifi, N. A., Ouchene, N., Dahmani, H., Dahmani, A., Sadi, M., & Mohamed, D. (2018). Fasciolosis due to *Fasciola hepatica* in ruminants in abattoirs and its economic impact in two regions in Algeria. *Tropical Biomedicine*, 35, 181-187.

Kuerpick B, Conraths FJ, Staubach C, Fröhlich A, Schnieder T, Strube C. (2013). Seroprevalence and GIS-supported risk factor analysis of *Fasciola hepatica* infections in dairy herds in Germany. *Parasitology*. 140(8):1051–1060.

Leathers, C. W., Foreyt, W. J., Fetcher, A., & Foreyt, K. M. (1982). Clinical fascioliasis in domestic goats in Montana. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 180(12), 1451–1454.

Leimbacher, F., Rondelaud, J., Marel, C., (1972). L'hôte intermédiaire de la grande douve en France. Imprimerie Louis-Jean.

LIEVRE H - La répartition de la distomatose algérienne et ses variations. Thèse Doct. Médecine, Alger, 1932, 44 p

Mage, C. (2016). *Maladies parasitaires du mouton* (3<sup>e</sup> édition). France Agricole, 181p.

Mage, C., (1989), Epidémiologie de l'infestation par *Fasciola hepatica* chez les bovins en Limousin. *Rev. Med Vet.* 140, 407-431.

Malone, J. B., Gommès, R., Hansen, J., Yilma, J. M., Slingenberg, J., Snijders, F., Nachtergaele, F., & Ataman, E. (1998). A geographic information system on the potential distribution and abundance of *Fasciola hepatica* and *F. gigantica* in east Africa based on Food and Agriculture Organization databases. *Veterinary Parasitology*, 78(2), 87-101.

Mas-Coma S, Valero MA, Bargues MD (2009) *Fasciola*, lymnaeids and human fascioliasis, with a global overview on disease transmission, epidemiology, evolutionary genetics, molecular epidemiology and control. *Adv Parasitol* 69:41–146.

- Mas-Coma, S., Fons, R., Feliu, C., Bargues, M., Valero, M. & Galan-Puchades, M. (1987) Conséquences des phénomènes liés à l'insularité dans les maladies parasitaires. La grande douve du foie (*Fasciola hepatica*) et les Muridés en Corse. Bull Soc Neuchatel Sci Nat, 110 5762.
- Mas-Coma, S., Valero, M.A. and Bargues, M.D. (2019) Fascioliasis. Advances in Experimental Medicine and Biology 1154, 71–103.
- Massot, M., & Senouci-Horr, K. (1983). Étude de la répartition de *Lymnaea truncatula* dans le nord-ouest algérien et de sa réceptivité à *Fasciola hepatica*. Annales de Parasitologie Humaine et Comparée, 58(1), 19-25.
- Meguini, M. N., Righi, S., Bouchekhchoukh, M., Sedraoui, S., & Benakhla, A. (2021). Investigation of flukes (*Fasciola hepatica* and *Paramphistomum* sp.) parasites of cattle in north-eastern Algeria. Annals of parasitology, 67(3), 455–464.
- Mehmood K. Zhang, H., Sabir, A.J. Abbas, R.Z., Ijaz M., Durrani, A.Z., Saleem, M.H., Ur Rehman, M., Iqbal M.K., Wang, Y., et al., (2017) A review on epidemiology, global prevalence and economical losses of fasciolosis in ruminants. Microb.Pathog. 109, 253-262.
- Meissonnier, Etienne, et Christian Mage. (2007). « Les méthodes de détection de *Fasciola hepatica* dans les troupeaux bovins en France ». Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France 160(5):395-406.
- Mekroud, A., Benakhla, A., Vignoles, P., Rondelaud, D., & Dreyfuss, G. (2004). Preliminary studies on the prevalences of natural fasciolosis in cattle, sheep, and the host snail (*Galba truncatula*) in north-eastern Algeria. Parasitology Research, 92(6), 502-505.
- Ménard, A., L'Hostis, M., Leray, G., Marchandeu, S., Pascal, M., Roudot, N., Michel, V. & Chauvin, A. (2000) Inventory of wild rodents and lagomorphs as natural hosts of *Fasciola hepatica* on a farm located in a humid area in Loire Atlantique (France). Parasite, 7, 77-82.
- Meradi, S. (2020). Cours de Parasitologie Pathologique (4ème Docteur vétérinaire). Département des Sciences Vétérinaires. ISVSA. Université Batna 1.
- Merdas Ferhati, H, (2015). Etude épidémiologique, biochimique et immunologique de la Fasciolose chez les bovins (race locale) dans la région d'Annaba. Thèse doctorat ès science. Département de biologie, département, Université de Badji Mokhtar d'Annaba. 92p.

Meyer C., (2022), Dictionnaire des Sciences Animales. [URL : <http://dico-sciences-animales.cirad.fr/> >]. Montpellier, France, Cirad. (27/02/2022).

Miraton, A. (2008). Étude des endoparasites des bovins au sein de trois marais communaux du marais poitevin. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2008, 193 p.

Mitchell, G.B., Maris, L., Bonniwell, M.A., (1998). Triclabendazole-resistant liver fluke in scottish sheep. Vet. Rec. 143, 399.

Morlot, E., (2011). Parasitoses zoonotiques à incidence dermatologique chez l'homme (Thèse): docteur en pharmacie. UNIVERSITE HENRI POINCARÉ – NANCY I, Nancy, 130.

Moulinier, C, (2003) Parasitologie et mucologie médicales. Esléments de la morphologie et de biologie. Medical international Adition paris, 796p.

Mrifag R., Belghyti D., El Kharrim K., Laamri M., Boukbal M., (2012) –Enquete sur la fasciolose bovine dans la commune de knichet (Maroc). Word journal of biological research. IS PROMS ISSN: 1994-5108.vol :5.

Naturelle, M. national d'Histoire. 2003-2022. Fasciola hepatica Linnaeus, 1758-Grande douve du foie. Inventaire national du patrimoine naturel (INPN), Site web : <https://inpn.mnhn.fr> (Le 27 février 2022).

Nozais Jean-Pierre, Nozais Jean-Pierre, Datry Annick, Danis Martin, & Boudon Corinne. (1996). Traité de parasitologie médicale. Pradel, 817p.

Perera, V., & A, A. (2015). Interaction hôte – parasite en contexte insulaire : Relations entre Fasciola hepatica (Trematoda) et les mollusques Galba cubensis et Pseudosuccinea columella (Gastropoda) sur l'île de Cuba (Thèse de doctorat) Parasitologie, Univerité Montpellier, Montpellier, 122.

Rapsch, C., Schweizer, G., Grimm, F., Kohler, L., Bauer, C., Deplazes, P., Braun, U., Torgerson, P.R., 2006. Estimating the true prevalence of Fasciola hepatica in cattle slaughtered in Switzerland in the absence of an absolute diagnostic test. Int. J. Parasitol. 36, 1153-1158.

Ross, J.G., (1970). The economics of Fasciola hepatica infections in cattle. Br. Vet. J. 126, 13-15.

Sabourin, E. (2018). Dynamique de la fasciolose dans un système fortement anthropisé : La Camargue (Thèse de doctorat) Montpellier, Université de Montpellier, 252.

Salem A., Jacquet P., Chauvin A., Dorchies P. 2007. Estimating the prevalence of *Fasciola hepatica* in cattle: which method is the best diagnostic test ? Estimating the prevalence of *Fasciola hepatica* in cattle: which method is the best diagnostic test ? In Proceedings of the 21st International conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology, Gand, 19-23 août, p 136, E. Claerebout & J. Vercruysse, editeurs.

Schweizer, G., Meli, M.L., Torgerson, P.R., Lutz, H., Deplazes, P. and Braun, U. (2007) Prevalence of *Fasciola hepatica* in the intermediate host *Lymnaea truncatula* detected by real time TaqMan PCR in populations from 70 Swiss farms with cattle husbandry. *Veterinary Parasitology* 150, 164–169.

Shimalov, V. & Shimalov, V. (2000) Findings of *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758 in wild animals in Belorussian Polesie. *Parasitology Research*, 86, 527.

Spithill, T. W., Smooker, P. M., & Copeman, D. B. (1999). "*Fasciola gigantica*": Epidemiology, control, immunology and molecular biology. In *Fasciolosis* (pp. 465 - 525). CABI.

Takeuchi-Storm, N., Denwood, M., Petersen, H.H., Enemark, H.L., Stensgaard, A.-S. et al. (2018) Patterns of *Fasciola hepatica* infection in Danish dairy cattle: implications for on-farm control of the parasite based on different diagnostic methods. *Parasites & Vectors* 11, 674.

Taylor, M., Coop, B., Walk, R., (2015). *Veterinary parasitology*. 4ed. Willey Blackwell, 1032p.

Titi, A. (2020). Cours 4<sup>ème</sup> année vétérinaire Service de Parasitologie Institut des Sciences Vétérinaires 25100 El Khroub.

Triki-Yamani, R. (2020). La fasciolose. Cours 4<sup>ème</sup> année vétérinaire, Université S.Dahlab-Blida-I.S.Vétérinaire.

Vázquez, A. A., Alda, M. del P., Lounnas, M., Sabourin, E., Alba, A., Pointier, J. P., & Hurtrez-Boussès, S. (2018). Lymnaeid snails hosts of *Fasciola hepatica* and *Fasciola gigantica* (Trematoda : Digenea): A worldwide review.

Vogin, N., (2004). La gestion du parasitisme interne en élevage biologique bovin. Le grade de Docteur Vétérinaire. Université Claude Bernard, Lyon I: Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, 90p.

Yildirim A., Ica A., Duzlu O. and Inci A., (2007) –Prevalence and risk factors associated with *Fasciola hepatica* in cattle from Kayseri province, Turkey. *Revue Med. Vet.*, 158, 12 : 613-617.

Zagare, G. M. L. (1992). Étude épidémiologique de la fasciolose bovine au Burkina Faso [Thesis, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, SN].

Zait, Houria & Hamrioui, B. (2005). [New cases of human fascioliasis in Algeria]. Médecine tropicale I. 65. 395-6.