

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ IBN KHALDOUN TIARET
INSTITUT DES SCIENCES VÉTÉRINAIRES



THÈSE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT LMD

Domaine : Sciences De la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Vétérinaires

Spécialité : Pathologies Des Ruminants

THÈME

ETUDE DES VARIATIONS DES PARAMETRES
HEPATIQUES CHEZ LES RUMINANTS

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PAR

HAMZA MOUNIRA CHAHNAZ

Devant le jury :

Président :	M. Abdelhadi Si Ameer	Pr	Université de Tiaret
Directrice de thèse :	Mme Bourabah Akila	Pr	Université de Tiaret
Examineur :	M. Ammam Abdelkader	Pr	Université de Saïda
Examineur :	M. Saim Mohamed Said	MCA	Université de Tiaret
Examinatrice :	Mme Smail Fadhéla	MCA	Université de Tiaret
Examineur:	M. Kalbaza Ahmed Yassine	MCA	Université de Batna 1

Année Universitaire 2024-2025

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ IBN KHALDOUN TIARET
INSTITUT DES SCIENCES VÉTÉRINAIRES



THÈSE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT LMD

Domaine : Sciences De la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Vétérinaires

Spécialité : Pathologies Des Ruminants

THÈME

ETUDE DES VARIATIONS DES PARAMETRES
HEPATIQUES CHEZ LES RUMINANTS

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PAR

HAMZA MOUNIRA CHAHNAZ

Devant le jury :

Président :	M. Abdelhadi Si Ameer	Pr	Université de Tiaret
Directrice de thèse :	Mme Bourabah Akila	Pr	Université de Tiaret
Examineur :	M. Ammam Abdelkader	Pr	Université de Saïda
Examineur :	M. Saim Mohamed Said	MCA	Université de Tiaret
Examinatrice :	Mme Smail Fadhéla	MCA	Université de Tiaret
Examineur :	M. Kalbaza Ahmed Yassine	MCA	Université de Batna 1

Année Universitaire 2024-2025

REMERCIEMENTS

Je tiens d'abord à exprimer ma profonde gratitude envers le bon Dieu, Tout-Puissant, qui a éclairé mon chemin et m'a accordé l'aide et la réussite pour achever ce travail scientifique et qui m'a donné la force nécessaire pour résister et surmonter tous les défis et les embûches.

J'exprime ma profonde gratitude et mes sincères remerciements au Pr **Bourabah Akila** qui m'a encadrée, guidée, encouragée et conseillée tout au long de la préparation de cette thèse. Elle a été une mentore et une guide exemplaire grâce à son vaste savoir et sa patience infinie.

Je souhaite également exprimer ma profonde gratitude et reconnaissance aux honorables membres du jury :

- Au Pr **Abdelhadi Si Ameur** Président du jury de l'université de Tiaret. Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse, profonds remerciements.
- Au Pr **Ammam Abdelkader** de l'université de Saïda, qui nous a honoré en acceptant d'examiner et d'enrichir cette thèse par ses précieuses remarques et suggestions, profond respect.
- Au Dr **Saim Mohamed Said** de l'université de Tiaret pour avoir accepté d'examiner et d'enrichir ce travail, par ses judicieux conseils, profond respect.
- Au Dr **Smail Fadhéla** de l'université de Tiaret pour avoir accepté de faire partie du jury et pour leur aide précieuse tout au long de ce travail, profond remerciement.
- Au Dr **kalbaza Ahmed Yassine** de l'université de Batna 1 qui nous a honoré en acceptant de contribuer à l'évaluation de ce travail, mes sincères remerciements.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements aux Dr Ayad M. A., Pr Chikhaoui M., Dr Boumezrag A., Dr Dahmani A., et Dr Gharbi I pour leur soutien et leurs conseils.

Je remercie également Dr Bencheikh et toute l'équipe du laboratoire d'analyse, en particulier Soumia, pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser mes analyses.

J'exprime ma profonde gratitude à toute l'équipe de la ferme HAIDAR, BELHOUCINE, et ITELV KSAR CHELLALA, ainsi qu'à toute l'équipe de l'abattoir de Tiaret.

Je tiens également à adresser mes sincères remerciements aux Dr Benaouda Abdel Fatah, Dr Ben Hmed Amine, Dr Taleh Fatima, Dr Boudali Khaled et Mr Barkat Mohamed.

Enfin, je souhaite exprimer ma gratitude à toute l'équipe du laboratoire de biochimie et d'histopathologie de l'institut vétérinaire de Tiaret, notamment Karima, Rouba, Soumia, et Faiza.

DEDICACES

À mes chers parents

Pour votre amour immense, votre soutien indéfectible et vos sacrifices inestimables. Cette thèse est le fruit de vos encouragements permanents et de votre confiance en moi. Sans vous, je n'aurais certainement pas réalisé même une partie de ce que j'ai accompli. Merci pour votre aide à chaque étape et pour tout ce que vous m'avez offert. Vous êtes mes plus grandes sources d'inspiration, et je vous dédie ce travail avec toute mon affection et ma profonde gratitude.

A mon frère et ma sœur

Je suis infiniment reconnaissante pour votre soutien inconditionnel, vos encouragements et votre compréhension durant les moments de stress.

À toute ma famille

Appartenir à une grande famille comme la nôtre est vraiment merveilleux !

À mes amies

Pour les instants précieux que nous avons partagés et les souvenirs qui resteront éternellement gravés dans mon esprit.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	
DEDICACES	
SOMMAIRE	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES ABREVIATIONS	
RESUME	
ABSTRACT	
ملخص	
INTRODUCTION	1
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	3
CHAPITRE I: RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DU FOIE	
1. Anatomie du foie	3
1.1 Disposition générale	3
1.2 Conformation du foie	3
1.2. 1 Les faces et les bords du foie	3
1.2. 2 Lobulation hépatique	3
1.3 Vascularisation et innervation.....	4
1.3.1 Vascularisation sanguine	4
1.3.2 Vascularisation Lymphatique.....	4
1.3.3 Innervation	5
1.4 Moyens de fixation du foie	5
1.4.1 Structures vasculaires	5
1.4.2 Les ligaments	5
1.5 Voie biliaire	6
2. Les fonctions du foie.....	6
2.1 Fonction métabolique	6
2.1. 1 Métabolisme des glucides	6
2.1.2 Métabolisme des protéines.....	9
2.1.3 Métabolisme des lipides.....	9
2.2 Fonction de stockage	10
2.3 Fonction de détoxification	10
2.4 Production de la bile.....	10
CHAPITRE II: LES LESIONS HEPATIQUES	
1. Histologie du foie.....	11
2. Les lésions du foie	12
2.1 Lésions vasculaires.....	12
2.1.1 La congestion	12
2.1.2 Hémorragie	13
2.1.3 La télangiectasie maculeuse.....	13
2.2 Les surcharges.....	13
2.2.1 La surcharge graisseuse (stéatose hépatique).....	13

2.2.2 La surcharge glycolytique	13
2.3 Les hépatites	14
2.3.1 Les hépatites parenchymateuses	14
2.3.2 Les hépatites interstitielles	16
2.4 Les hépatites spécifiques	18
2.4.1 Les hépatites parasitaires	18
2.4.2 Les hépatites infectieuses.....	20
CHAPITRE III: LES MARQUEURS BIOCHIMIQUES DU FOIE	
1. L'aspartate aminotransférase (ASAT)	22
2. L'alanine amino transférase (ALAT).....	23
3. La glutamate déshydrogénase (GLDH).....	24
4. La sorbitol déshydrogénase (SDH).....	24
5. L'ornithine carbamoyltransférase (OCT).....	24
6. La lactate déshydrogénase (LDH).....	25
7. La gamma-glutamyltransférase (GGT)	25
8. La phosphatase alcaline (PAL)	26
9. Les protéines totales.....	27
10. L'albumine	27
11. La bilirubine	28
ETUDE EXPERIMENTALE.....	30
MATERIEL ET METHODES	30
L'ETUDE BIOCHIMIQUE	30
1. Lieux et période d'étude.....	30
2. Climat.....	34
3. Les animaux.....	34
3.1 Ovins	35
3.2 Bovins.....	36
4. Alimentation	36
5. Prélèvement des échantillons.....	37
6. Les analyses biochimiques	37
7. Les analyses statistiques	38
L'ETUDE HISTOPATHOLOGIQUE.....	39
1. Lieu d'étude.....	39
2. Les animaux.....	39
3. Méthodes	40
3.1 L'inspection	40
3.1.1 Inspection ante-mortem	40
3.1.2 Inspection post-mortem	40
3.2 Les prélèvements.....	41
3.2.1 Les prélèvements sanguins.....	41
3.2.2 Les prélèvements de tissu hépatique.....	41

3.3 Les analyses	41
3.3.1 Les analyses biochimiques	41
3.3.2 Les analyses histopathologiques	41
3.3.3 Les analyses statistiques	44
RESULTATS	46
L'ETUDE BIOCHIMIQUE	46
1. Les ovins de race locale croisée.....	46
2. Les ovins de race Rembi	46
3. Les bovins	47
4. Effet de l'âge	48
4.1 Chez les ovins de race locale croisée	48
4.2 Chez les ovins de race Rembi	50
4.3 Chez les bovins	51
5. Effet du sexe	52
5.1 Chez les ovins de race locale croisée	52
5.2 Chez les ovins de race Rembi	54
5.3 Effet du sexe chez les bovins	56
6. Effet de l'état physiologique.....	56
6.1 Chez les ovins de race locale croisée	56
6.2 Chez les ovins de race Rembi	57
6.3 Chez les bovins	58
7. Effet de la note d'état corporel	59
7.1 Chez les ovins de race Rembi	59
7.2 Chez les bovins	59
8. Effet de la race.....	60
8.1 Chez les bovins	60
L'ETUDE HISTOPATHOLOGIQUE.....	62
DISCUSSION	70
1. L'ETUDE BIOCHIMIQUE	70
2. L'ETUDE HISTOPATHOLOGIQUE	83
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	87
REFERENCES BIOBLOGRAPHIQUES	89
ANNEXES	109

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01: Les valeurs usuelles des marqueurs hépatiques chez les ruminants (les ovins et les bovins).	29
Tableau 02: Les données climatiques des différentes régions d'études	34
Tableau 03: La répartition des ovins en fonction de l'âge, du sexe et de l'état physiologique	35
Tableau 04: La répartition des bovins en fonction du sexe, de l'état physiologique et de la race	36
Tableau 05: L'alimentation des ovins	36
Tableau 06: L'alimentation des bovins	37
Tableau 07: La répartition des animaux utilisée selon l'âge et le sexe	39
Tableau 08: Les marqueurs hépatiques chez les ovins de race locale croisée	46
Tableau 09: Les marqueurs hépatiques chez les ovins de race Rembi	47
Tableau 10: Les marqueurs hépatiques chez les bovins	47
Tableau 11: Effet de l'âge sur les marqueurs hépatiques chez les femelles de race locale croisée	48
Tableau 12: Effet de l'âge sur les marqueurs hépatiques chez les mâles de race locale croisée	49
Tableau 13: Effet de l'âge sur les marqueurs hépatiques chez les femelles ovins de race Rembi	50
Tableau 14: Les marqueurs hépatiques chez les mâles de race Rembi	51
Tableau 15: Effet de l'âge sur les marqueurs hépatiques chez les vaches	52
Tableau 16: Effet du sexe sur les marqueurs hépatiques chez les ovins de 3 mois de race locale croisée	53
Tableau 17: Effet du sexe sur les marqueurs hépatiques chez les ovins de 6 mois de race locale croisée	53
Tableau 18: Effet du sexe sur les marqueurs hépatiques chez les ovins adultes de race locale croisée	54
Tableau 19: Effet du sexe sur les marqueurs hépatiques chez les ovins adultes de race Rembi	55
Tableau 20: Les marqueurs hépatiques chez les jeunes ovins de race Rembi	55
Tableau 21: Effet du sexe sur les marqueurs hépatiques chez les bovins	56
Tableau 22: Effet de l'état physiologique des femelles de race locale croisée sur les marqueurs hépatiques	57
Tableau 23: Effet de l'état physiologique des femelles de race Rembi sur les marqueurs hépatiques	57
Tableau 24: Effet de l'état physiologique sur les marqueurs hépatiques chez les vaches	58
Tableau 25: Effet de la note d'état corporel sur les marqueurs hépatiques chez les brebis Rembi	59
Tableau 26: Effet de la note d'état corporel sur les marqueurs hépatiques chez les vaches	60
Tableau 27: Effet de la race sur les marqueurs hépatiques chez les vaches	61
Tableau 28: La fréquence des lésions hépatiques en fonction de l'âge chez les ovins	62
Tableau 29: La fréquence des lésions hépatiques en fonction du sexe chez les ovins	62
Tableau 30: La mesure de l'activité enzymatique en fonction des lésions hépatiques	63
Tableau 31: Les analyses des substrats en fonction des lésions hépatiques	65

LISTE DES FIGURES

Figure 01: Représentation récapitulative du métabolisme des hépatocytes	8
Figure 02: Structure du lobule hépatique	12
Figure 03: Localisation de la région d'étude	30
Figure 04: Les bovins de la ferme Haidar	31
Figure 05: Les brebis gestantes de la ferme Haidar	32
Figure 06: Les agneaux de la ferme Haidar.....	32
Figure 07: Les brebis et les agneaux de race Rembi.....	33
Figure 08: Les moutons de race Rembi.....	33
Figure 09: Les bovins de la ferme de Belhoucine.....	34
Figure 10: Schéma récapitulatif du protocole expérimental de l'étude biochimique	35
Figure 11: Automate de biochimie (respos 920, Diasys, Germany®)	38
Figure 12: Les résultats de l'analyse biochimique.....	38
Figure 13: Schéma récapitulatif du protocole expérimental de l'étude histopathologique	40
Figure 14: Automate de traitement tissulaire (Leica)	42
Figure 15: Station d'enrobage (Leica).....	42
Figure 16: Microtome	43
Figure 17: Bain marie	43
Figure 18: Les bacs de colorations	43
Figure 19: Les lames histologiques colorées.....	43
Figure 20: Schéma explicatif du protocole de coloration des lames histologiques	44
Figure 21: Les analyses enzymatiques en fonction des lésions hépatiques.....	64
Figure 22: les analyses des substrats en fonction des lésions hépatiques.....	66
Figure 23: Les changements microscopiques du tissu hépatique, accompagnés de pyogranulomes	66
Figure 24: Les changements microscopiques du tissu hépatique, accompagnées de pyogranulomes	66
Figure 25: Congestions sinusoidales du tissu hépatique ×400. H&E	67
Figure 26: Congestion de la veine centrolobulaire du tissu hépatique ×400. H&E.....	67
Figure 27: Destruction du tissu hépatique avec présence des lésions nécrotiques ×400. H&E.....	67
Figure 28: Destruction du tissu hépatique avec présence des lésions nécrotiques (1) et un pyogranulome.....	67
Figure 29: Modifications microscopiques des hépatocytes avec présence de stéatose	68
Figure 30: Modifications microscopiques des canalicules biliaires associées à des cholangites	68
Figure 31: Cholangites ×400. H&E.....	68
Figure 32: Infiltration inflammatoire des éosinophiles (A) ×400. H&E.....	68
Figure 33: Infiltration inflammatoires portale des polynucléaires (B) ×100. H&E.....	68
Figure 34: Infiltration inflammatoire des lymphocytaires (C) ×400 H&E.....	69

LISTE DES ABREVIATIONS

ALAT : Alanine Amino Transférase

ALB : Albumine

ASAT : Aspartate Amino Transférase

BCS : Body condition score

BD (BILD) : Bilirubine Directe

BT (BILT) : Bilirubine Totale

G : Gramme

GGT : Gamma Glutamyl Transférase

GLDH : Glutamate Déshydrogénase

Ha : Hectare

H&E : Hématoxyline et Eosine

ITELV : Institut technique des élevages

Kg : Kilogramme

L : Litre

LDH : Lactate Déshydrogénase

Mg : Milligramme

ml : Millilitre

PAL : Phosphatase Alcaline

PT : Protéine Totale

OCT : Ornithine Carbamoyltransférase

SDH : Sorbitol Déshydrogénase

UI: Unité internationale

VLDL : Very low Density Lipoprotein

RÉSUMÉ

Notre étude, réalisée dans des exploitations agricoles et au sein de l'abattoir a pour objectifs de déterminer les variations des paramètres biochimiques hépatiques chez les ruminants en fonction des facteurs physiologiques (l'âge, le sexe, le stade physiologiques, la note d'état corporel et la race) et de mettre en évidence l'importance des analyses biochimiques dans le diagnostic des atteintes hépatiques chez les ovins, en se référant aux résultats de l'examen histopathologique.

393 ruminants cliniquement sains, comprenant 287 ovins et 106 bovins élevés dans la région de Tiaret, ont été sélectionnés. En outre 60 ovins malades ont été examinés à l'abattoir de la région, pour mesurer les activités plasmatiques de l'alanine aminotransférase (ALAT), de l'aspartate aminotransférase (ASAT), de la gamma glutamyl transférase (GGT), de la phosphatase alcaline (PAL), de la bilirubine totale (TBIL), de la bilirubine directe (DBIL), de l'albumine (ALB) et des protéines totales (TP) par un automate de biochimie.

L'étude a révélé un impact significatif ($p < 0,05$) de l'âge sur la majorité des paramètres étudiés, à l'exception de la GGT, de l'ALB et de la BT chez les mâles ovins de race locale, ainsi que de l'ALB et de la bilirubine (directe et totale) chez les ovins de race Rembi et de l'ASAT chez les bovins. Concernant le sexe, celui-ci affecte au moins l'un des paramètres analysés (PAL, ALAT, TP, ALB et la bilirubine). Cependant, le stade physiologique n'a d'impact que sur la GGT et l'ALB chez les ovins de race locale, sur la GGT et la PAL chez les ovins Rembi et sur l'ALAT et l'ALB chez les bovins. De plus chez les bovins la race et la note d'état corporel ont un effet significatif sur l'ALAT, la PAL, l'ALB et la bilirubine. Par ailleurs, la race a également un effet significatif sur la GGT. Tandis que la note d'état corporel n'a aucun effet sur la variation des paramètres biochimiques chez les ovins de race Rembi. En outre, les analyses biochimiques réalisées en présence de lésions hépatiques ont révélé une élévation de la GGT et des protéines totales ($p \leq 0,05$) en cas de lésions parenchymateuses et de surcharges hépatocytaires. Cependant, l'hépatite interstitielle aiguë se manifeste par une augmentation de la PAL. En revanche, les atteintes biliaires se caractérisent par une élévation marquée de la bilirubine (directe et totale).

Les examens complémentaires (les analyses biochimiques et histopathologiques) sont reconnus comme des outils précieux et incontournables dans le diagnostic de diverses atteintes hépatiques. Et pour une interprétation précise, il est essentiel de prendre en compte les facteurs physiologiques tout au long de l'analyse.

Mots clés : analyses biochimiques, lésions hépatiques, ovins, bovins, analyses histopathologiques.

ABSTRACT

Our study, conducted on agricultural farms and within the slaughterhouse, aims to determine the variations of hepatic biochemical parameters in ruminants according to physiological factors (age, sex, physiological stage, body condition score, and breed) and to highlight the importance of biochemical analyzes in the diagnosis of liver damage in sheep, by referring to the results of histopathological examinations.

393 clinically healthy ruminants, including 287 sheep and 106 cattle raised in the Tiaret region, was selected, in addition, 60 diseased sheep were examined at the Tiaret slaughterhouse, to measure plasma activities of Alanine aminotransferase (ALAT), Aspartate aminotransferase (ASAT), Gamma glutamyl transferase (GGT), Alkaline phosphatase (ALP), Total Bilirubin (TBIL), Direct Bilirubin (DBIL), Albumin (ALB), Total Proteins (TP) using biochemistry analyzer.

The study reveals a significant impact ($p < 0.05$) of age on the majority of parameters studied, except for GGT, ALB and BT in local breed male sheep, as well as ALB and bilirubin (direct and total) in Rembi breed sheep, and AST in cattle. Regarding gender, it affects at least one of the analyzed parameters (ALP, ALAT, TP, ALB and bilirubin). Furthermore, the physiological stage only impacts GGT and ALB in local breed sheep, GGT and PAL in Rembi sheep, ALAT and ALB in cattle. However, in cattle, breed and body condition score have a significant effect on ALAT, ALP, ALB and bilirubin. Additionally, breed also had a significant effect on GGT, while body condition score has no effect on any of the measures in Rembi breed sheep. In addition, biochemical analyses conducted in the presence of hepatic lesions revealed an elevation of GGT and total proteins ($p \leq 0.05$) in cases of parenchymal lesions and hepatocellular overloads. However, acute interstitial hepatitis is characterized by an increase in PAL. On the other hand, biliary lesions are marked by a significant elevation of bilirubin (both direct and total).

Additional examinations (biochemical and histopathological analyses) are recognized as valuable and essential tools in the diagnosis of various liver disorders. And for accurate interpretation, it is essential to consider physiological factors throughout the analysis.

Key words: biochemical analyses, liver lesions, sheep, cattle, Rembi Breed, histopathological analyses.

المخلص

أجرينا دراسة علمية في مزارع و مذبج ولاية تيارت بهدف تحديد الاختلافات في المعايير البيوكيميائية الكبدية عند المجترات حيث أخذنا بعين الاعتبار العوامل الفيزيولوجية (العمر، الجنس، المرحلة الفيزيولوجية، حالة الجسم والسلالة)، وايضا من اجل التأكيد على أهمية التحاليل البيوكيميائية في تشخيص امراض الكبد عند الأغنام، وذلك بالرجوع إلى نتائج الفحوصات النسيجية.

طبقت هذه الدراسة على 393 عينة من المجترات السليمة سريريا، منها 287 من الأغنام و 106 من الأبقار التابعة لمنطقة تيارت، كما تم فحص 60 رأسا من الأغنام المريضة بمذبج المنطقة، لقياس بعض الأنشطة في البلازما للألانين أمينو ترانسفيراز (ALAT)، أسبارتات أمينو ترانسفيراز (ASAT)، جاما جلوتاميل ترانسفيراز (GGT)، فوسفاتاز الكليين (PAL)، البيليروبين الكلى (BT)، البيليروبين المباشر (BD)، الالبومين (ALB) و البروتينات الكلية (PT). بواسطة جهاز التحليل الآلي.

كشفت الدراسة الأثر الواضح ($P < 0.05$) للعمر على غالبية المعايير المدروسة، باستثناء مستويات BT، ALB و GGT لدى ذكور الأغنام من السلالة المحلية و ALB و BIL عند الأغنام من السلالة الرمبي وكذلك ASAT لدى الأبقار. أما بالنسبة الى الجنس فانه يؤثر على واحد على الاقل من المعايير (ALAT، PAL، PT، ALB و BIL)، بالإضافة الى ذلك فإن المرحلة الفيزيولوجية ليس لها تأثير سوى على GGT و ALB لدى الاغنام ذات السلالة المحلية، على GGT و PAL لدى سلالة الرمبي، وعلى ALAT و ALB لدى الأبقار. من جهة أخرى فإن كل من نوع السلالة وحالة الجسم عند الأبقار لديهم تأثير قوي على كل من ALAT، PAL، ALB و BIL. كما أن نوع السلالة تؤثر على تغيرات إنزيم GGT. في حين ان حالة الجسم ليس لها اي تأثير على المعايير البيوكيميائية لدى الأغنام من سلالة الرمبي.

بالإضافة إلى ذلك، كشفت التحاليل البيوكيميائية التي أجريت في وجود إصابات كبدية عن ارتفاع في مستويات إنزيم GGT و PT ($P \leq 0.05$) في حالة إصابة النسيج الكبدي وزيادة التخزين في الخلايا. ومع ذلك، يتميز التهاب الكبد الخلوي الحاد بزيادة في إنزيم PAL. من ناحية أخرى، تتميز الاصابة في القوات الصفراوية بارتفاع ملحوظ في مستوى البيليروبين (المباشر والكلي).

تعد الفحوصات التكميلية (التحاليل البيوكيميائية و النسيجية) أدوات قيمة وأساسية في تشخيص اضطرابات الكبد المختلفة. وللحصول على تفسير أدق. من الضروري مراعاة العوامل الفيزيولوجية خلال التحليل.

الكلمات المفتاحية : التحاليل البيوكيميائية، الاصابات الكبدية، الاغنام، الأبقار، سلالة الرمبي، التحاليل النسيجية.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le foie est un organe vital qui remplit diverses fonctions essentielles au sein de l'organisme animal pour maintenir l'homéostasie. Il joue un rôle crucial dans de nombreux processus, notamment le métabolisme des nutriments, l'élimination des déchets toxiques de l'organisme, ainsi que le stockage et la production de la bile (Vargas-Bello-Perez et al., 2022).

En raison du nombre important de ses fonctions, le foie est prédisposé à plusieurs affections, et toute atteinte de cet organe peut limiter la productivité de l'animal (Durak et al., 2015; Koolman and Röhm, 2004) (Les pertes peuvent atteindre jusqu'à 500 kg de lait par lactation chez les vaches atteintes de l'acétonémie (Duffield, 2000).

Les dommages qui affectent le tissu hépatique se manifestent par des signes cliniques très diversifiés. Ces symptômes sont souvent non caractéristiques d'une affection hépatique, ce qui rend le diagnostic difficile, le recours à des examens complémentaires est essentiel pour confirmer le diagnostic (Bellier, 2010).

Actuellement, l'existence d'une variété d'outils de diagnostic complémentaires tels que les analyses biochimiques, les examens anatomopathologiques et l'imagerie médicale permet la confirmation d'une suspicion. Cependant, la majorité de ces examens ne sont pas réalisables sur le terrain rurale en raison des contraintes financières (Magnien, 2016).

Les analyses biochimiques de la fonction hépatique, comprenant l'alanine aminotransférase (ALAT), l'aspartate aminotransférase (ASAT), la gamma glutamyl transférase (GGT), la phosphatase alcaline (PAL), la bilirubine totale (BT), la bilirubine directe (BD), l'albumine (ALB) et les protéines totales (PT) (Ali and Jihad, 2022; Antunović et al., 2021; Hrkovic-Porobija et al., 2017) sont généralement utilisées pour surveiller et évaluer l'état de santé (Bhat et al., 2012), nutritionnel et physiologique des ruminants (Ramprabhu et al., 2010) et pour établir également un diagnostic de divers problèmes pathologiques et métaboliques (Klein et al., 2020; Bertoni and Trevisi, 2013).

Les modifications des paramètres biochimiques chez les ruminants ne se limitent pas aux conditions pathologiques, des facteurs physiologiques tels que l'âge, le sexe, la race, l'état reproductif de l'animal ont un impact significatif sur la variation de ces paramètres (Al-Seaf and Al-Harbi, 2012; Waziri et al., 2010; Abdelatif et al., 2010; Olayemi et al., 2009; Balıkcı et al., 2007).

INTRODUCTION

Cette étude vise à atteindre deux objectifs: d'abord, établir des valeurs de référence des paramètres biochimiques hépatiques chez les ruminants (ovins et bovins), en tenant compte les facteurs de variations physiologiques (l'âge, le sexe, l'état reproductif des femelles, la race et la note d'état corporel). Ensuite, mettre en évidence l'intérêt des analyses biochimiques dans le diagnostic des pathologies hépatiques chez les ovins, en se référant aux résultats de l'examen histopathologique.

La première partie de cette étude consiste en une étude bibliographique, basée sur une étude générale du foie incluant ses fonctions et les diverses affections qui peuvent le toucher. Elle traite également les paramètres biochimiques appropriés pour l'exploration hépatique, soulignant l'importance de chaque examen complémentaire dans le diagnostic des atteintes hépatiques.

Ensuite, une étude expérimentale est menée, divisée en deux sections selon leurs objectifs. Le premier volet traite les paramètres biochimiques chez les ovins et les bovins, et l'influence des facteurs physiologiques sur la variation de ces paramètres chez les deux espèces. Tandis que, le second volet analyse les résultats des tests biochimiques en cas des affections hépatiques chez les ovins, en se basant sur les résultats de l'examen histopathologique.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DU FOIE

1. Anatomie du foie

1.1 Disposition générale

Le foie est la glande la plus volumineuse de l'organisme animal. Il est entouré d'une enveloppe constituée de tissu conjonctif fibreux (la capsule de Glisson). Localisé dans la région thoraco-abdominale, sous l'hypochondre droit, il est adjacent au diaphragme, faisant partie du système digestif (Leeuwenhoek, 2016; Cotin, 1998).

1.2 Conformation du foie

Le foie est une structure allongée, de couleur rouge-brun qui tend à être plus claire chez les jeunes animaux que chez les adultes. Sa texture est ferme, légèrement élastique et friable. Le poids du foie varie en fonction de l'âge et de l'espèce. Chez les bovins adultes, il est généralement de 5 kg, avec des écarts allant de 4 à 9 kg. Pour les petits ruminants, le poids moyen se situe entre 700 et 800 g, légèrement plus élevé chez les caprins que chez les ovins (Barone, 1976).

1.2.1 Les faces et les bords du foie

Le foie se caractérise par deux faces distinctes, une face diaphragmatique, régulière, lisse et convexe, accolée au diaphragme. Le sillon de la veine cave, s'étend du milieu de cette face jusqu'au bord dorsal. L'autre face, viscérale, est concave, irrégulière et porte les empreintes de plusieurs organes. Au centre de cette face se trouve la porte du foie (la veine porte, l'artère et les nerfs hépatiques et le conduit cholédoque). La vésicule biliaire se trouve ventralement et à droite de la porte du foie. Ces deux faces sont séparées par un bord dorsal et un bord ventral, reliées par deux bords latéraux. Du bord ventral partent des fissures plus ou moins profondes, variables selon les espèces, qui divisent l'organe en lobes (Cotin, 1998; Barone, 1984).

1.2.2 Lobulation hépatique

Le foie se divise en lobes, comprenant deux lobes distincts à droite et à gauche, séparées par la veine ombilicale (également connue sous le nom du ligament rond), ainsi que par le conduit veineux qui se joint à la veine cave caudale. Le lobe gauche du foie est la partie située à gauche de la fissure du ligament rond et de la porte du foie. Tandis que le lobe droit est situé à droite de

CHAPITRE I

RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DU FOIE

la vésicule biliaire et de la porte du foie. Cette dernière permet également de distinguer 2 autres lobes, l'un situé ventralement, est le lobe carré, délimité par la fissure du ligament rond (cette fissure est plus profonde et s'étend souvent à la porte du foie du côté viscéral chez la chèvre) et la fosse de la vésicule biliaire. Le second s'étend dorsalement, est le lobe caudé "lobe de Spiegel", subdivisé par l'échancrure de la veine cave caudale en un processus caudé droite et un processus papillaire gauche (Barone, 1984; Berg and Budras, 2011). Chez les bovins, le lobe de Spiegel se distingue par sa structure plus détachée et volumineuse, avec une pointe orientée vers la droite. Chez le mouton, il est plus allongé, tandis que chez la chèvre, il se caractérise par une épaisseur accrue (Montané et al., 1978).

1.3 Vascularisation et innervation

1.3.1 Vascularisation sanguine

L'artère hépatique, issue du tronc cœliaque, prend origine de l'aorte. Avant d'entrer dans le foie, elle se divise en deux branches, l'artère cystique qui irrigue la vésicule biliaire, et l'artère duodénale qui se dirige vers le duodénum. Elle assure le transport du sang riche en oxygène, indispensable à l'activité et à la vie des hépatocytes (Benhamou et al., 2000; Bouchet and Cuilleret, 1991)

La veine porte se place dans la porte du foie, en position dorsale par rapport à l'artère hépatique (Barone, 1976). Elle assure le transport du sang en provenance du tube digestif, riche en nutriments. Par la suite, tout le sang hépatique s'écoule à travers les veines sus-hépatiques pour rejoindre la veine cave caudale (Ahuka, 2007).

1.3.2 Vascularisation Lymphatique

Les vaisseaux lymphatiques du foie sont organisés en deux réseaux, l'un forme le réseau superficiel, il est plus développé sur la face diaphragmatique du foie. L'autre profond, prend naissance à partir des capillaires périlobulaires (Barone, 1984). Ces lymphatiques sont drainés par deux ou trois ganglions volumineux situés près du hile, les ganglions hépatiques. Les vaisseaux efférents de ces ganglions suivent la veine cave et se jettent dans les ganglions du thorax (la citerne de Pecquet) (Montané et al., 1978).

CHAPITRE I

RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DU FOIE

1.3.3 Innervation

L'innervation hépatique comprend des fibres sympathiques, prennent leur origine du plexus cœliaque (anciennement "plexus solaire") et des fibres parasympathiques provenant des deux troncs vagues, ventral et dorsal, atteignant la porte du foie en cheminant avec l'artère hépatique et la veine porte et se poursuivent jusqu'aux lobules. Un petit contingent serait aussi apporté par le nerf phrénique droit (Barone, 1984) et les divisions des nerfs œsophagiens (Montané et al., 1978).

1.4 Moyens de fixation du foie

Les moyens de fixité du foie sont assurés d'une part par les structures vasculaires et d'autre part par les ligaments.

1.4.1 Structures vasculaires

Le pédicule sus-hépatique est constitué des veines hépatiques, qui se jettent dans la veine cave caudale.

Le pédicule hépatique comprennent la veine porte, l'artère hépatique et les canaux biliaires, ces derniers sont liés au duodénum par l'intermédiaire du canal cholédoque (Ahuka, 2007; Bouchet and Cuilleret, 1991).

1.4.2 Les ligaments

Le ligament coronaire : il attache le foie au diaphragme et forme au niveau du lobe droit et du lobe gauche, les ligaments triangulaires. Il loge la veine cave caudale et se poursuit par le ligament falciforme qui fixe le foie au diaphragme et à la paroi. Il est inconstant. Le ligament coronaire délimite une zone du foie qui n'est pas recouverte par le péritoine viscéral « l'area nuda » (Barone, 1984).

Le ligament rond du foie : s'étend de la paroi abdominale jusqu'à la face caudale du foie, en direction de la porte hépatique (Barone, 1976).

Petit omentum : il est attaché autour de la porte du foie. Tandis que son bord opposé est attaché à l'œsophage (Bouchet and Cuilleret, 1991).

CHAPITRE I

RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DU FOIE

1.5 Voie biliaire

Le foie est une glande mixte qui assure à la fois des fonctions endocrines et exocrines (Benhamou et al., 2000). Grâce à sa fonction exocrine, les hépatocytes produisent la bile, qui est ensuite concentrée dans la vésicule biliaire (un réservoir piriforme, situé sur la face viscérale du foie) et sécrétée entre les périodes de digestion (Defforge, 2007). La cavité qui loge la vésicule biliaire est peu profonde chez le bœuf, le fond de la vésicule dépasse nettement le bord ventral du foie chez les ruminants (Barone, 1984). La vésicule biliaire se rétrécit pour donner le canal cystique qui se divise en deux branches: le canal hépatique, court situé en amont et le canal cholédoque, situé en aval, ce dernier s'ouvre dans le duodénum. Chez les petits ruminants, il partage cet orifice avec le canal pancréatique, favorisant la libération de la bile dans le duodénum. Par ailleurs, le cholédoque peut également s'ouvrir de manière isolée dans l'intestin, à une distance d'environ 70 cm du pylore chez les bovins (Berg Budras, 2011; Bressou, 1978). L'angle du conduit cystique sur le conduit hépatique commun est plus ouvert chez la chèvre que chez le mouton (Montané et al., 1978).

2. Les fonctions du foie

Le foie effectue de multiples fonctions, il a un rôle dans le métabolisme des glucides, des protéines et des lipides, le stockage des vitamines et des nutriments, la détoxification et l'élimination des substances toxiques, et la production de la bile (Vargas-Bello-Perez et al., 2022).

2.1 Fonction métabolique

2.1.1 Métabolisme des glucides

Le foie est un organe métabolique clé. Lorsque les glucides sont abondants, le foie transforme le glucose en glycogène (Rui, 2014). En cas de besoin, le glycogène est dégradé par le glycogène phosphorylase pour produire du glucose (Rui, 2014; Agius, 2008).

Chez les ruminants, la quantité de glycogène est faible en raison de la diminution de l'activité de la glucokinase (enzyme qui permet la phosphorylation du glucose en glucose-6-phosphate) (Le Bars, 1991). Le glucose absorbé, représente seulement 5 % de l'énergie absorbée (Doepel et al., 2009). Par conséquent, l'organisme doit répondre à ses besoins en glucose par la néoglucogenèse

CHAPITRE I

RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DU FOIE

(Gadoud et al., 1992), un processus qui fournit plus de 80% du glucose total (Pang et al., 2023), principalement dans le foie et à un moindre degré au niveau rénal (Payne, 1983).

Parmi les substrats revêtant une importance quantitative dans le processus de néoglucogenèse hépatique et qui sont catégorisées en fonction de leur absorption par le foie, on trouve le propionate (60 à 74 %), le L-lactate (16 à 26 %), l'alanine (3 à 5 %), le valérate et l'isobutyrate (5 à 6 %), le glycérol (0,5 à 3 %), ainsi que d'autres acides aminés (8 à 11 %) (Larsen and Kristensen, 2009; Reynolds et al., 2003).

Le propionate occupe une position centrale en tant que précurseur principale de la néoglucogenèse chez les ruminants, Il entre dans les mitochondries des hépatocytes et participe au cycle de Krebs en utilisant des métabolites intermédiaires, le succinate et l'oxaloacétate, pour générer du glucose (Figure 01) (Aschenbach et al., 2010).

La néoglucogenèse à partir des acides aminés intervient en deuxième position pour compenser le déficit en propionate (Remesy et al., 1986), ils sont issus de protéines musculaires ou d'alimentation (Aschenbach et al., 2010).

Ces acides aminés peuvent participer à la néoglucogenèse en s'intégrant directement dans le cycle de Krebs (glutamate) ou en suivant la voie de pyruvate (l'alanine) (Aschenbach et al., 2010).

Le lactate pourrait éventuellement provenir de l'alimentation, de la fermentation ruminale et de la fermentation musculaire lactique (Loncke et al., 2019). En générale, Le foie capte le lactate produit dans le système digestif (Remesy et al., 1986; Ward et al., 1961).

La capacité du foie à utiliser le lactate pour la néoglucogenèse dépend de la présence d'autres molécules glucoformateurs (la présence de propionate limite l'utilisation hépatique du lactate) (Casse et al., 1994; Reynolds et al., 1991; Demigné et al., 1986) et de l'état physiologique de l'animal (Loncke et al., 2019).

Le lactate est utilisé par la voie de la néoglucogenèse à travers sa conversion en pyruvate. Ce dernier subit des transformations en oxaloacétate, puis en phosphoenolpyruvate (PE), pour enfin être métabolisé en glucose via la voie des pentoses (Remesy et al., 1986).

CHAPITRE I

RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DU FOIE

Le glycérol est un substrat glucoformateur, il a deux origines ; exogène (graisse alimentaire) (Gadoud et al., 1992) et endogène (catabolisme des triglycérides lors de la lipomobilisation) (Enjalbert et al., 2001). Le glycérol participe à la néoglucogénèse via la voie du pyruvate (trioses-phosphates) (Ndibualonji and Godeau, 1993).

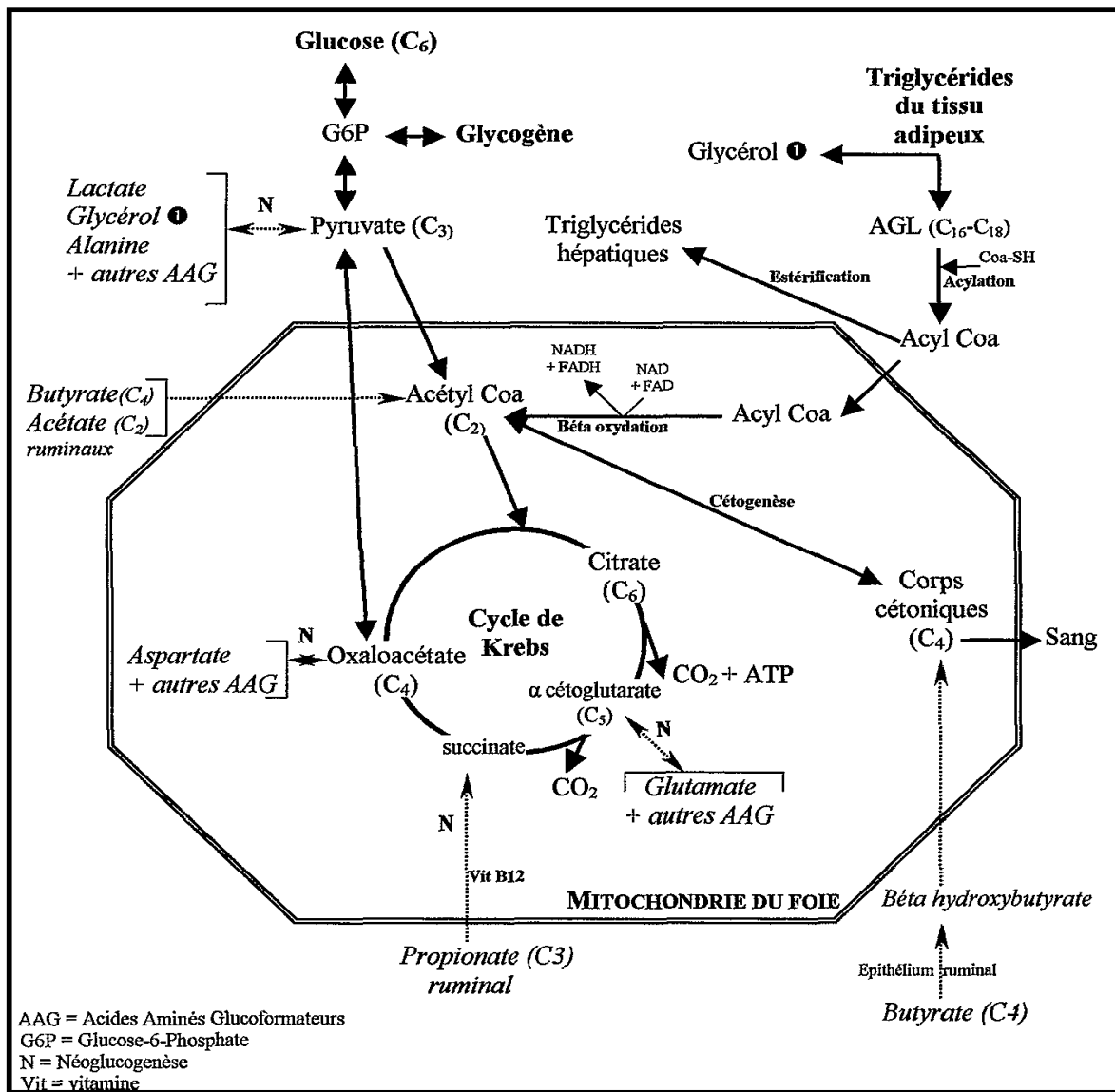


Figure 01: Représentation récapitulative du métabolisme des hépatocytes (Meurant, 2004)

CHAPITRE I

RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DU FOIE

2.1.2 Métabolisme des protéines

Le foie exerce un rôle prépondérant dans la régulation et la production des principales protéines plasmatiques telles que l'albumine, les globulines (à l'exception des immunoglobulines), les facteurs de coagulation, ainsi que divers marqueurs inflammatoires (McGavin and Zachary, 2006). Cette synthèse des protéines s'effectue à partir des acides aminés essentiels provenant de l'alimentation (la majorité de ces protéines subissent une dégradation dans le rumen sous l'influence des microorganismes (Drogoul et al., 2004; Payne, 1983), les protéines alimentaires non dégradées dans le rumen font l'objet d'une intervention des protéases pancréatiques et des peptidases intestinales dans l'intestin) (Galindo, 2015; Le Floc'h and Seve, 2000; Block et al., 1998) ou à partir d'acides aminés non essentiels produits par les hépatocytes (Stockham and Scott, 2008).

2.1.3 Métabolisme des lipides

Les hépatocytes captent des acides gras non estérifiés (AGNE) proviennent de la dégradation des réserves lipidiques (Durand et al., 1995) ou issus de triglycérides plasmatiques transportés par les VLDL (Bauchart et al., 1996).

Les AGNE sont transformés en acyl coenzyme A (acyl-CoA), puis ils peuvent subir une estérification, une oxydation complète ou partielle (Cuvelier et al., 2005; Durand et al., 1995):

- L'estérification représente la voie métabolique principale des acyl coA, dépend de la disponibilité de glucose. Elle conduit à la synthèse des triglycérides (TG) qui seront principalement stockés dans les cellules hépatiques ou libérés dans la circulation sanguine pour atteindre d'autres tissus (Bauchart et al., 1996; Durand et al., 1995) (chez les ruminants la sécrétion des VLDL est limitée) (Pullen et al., 1990; Kleppe et al., 1988) par le biais des lipoprotéines, principalement sous forme de VLDL (Glickman and Sabesin, 1982), ces dernières sont synthétisées par le foie et sont constituées de triglycérides (TG), de phospholipides, de cholestérol et d'apolipoprotéines (l'apoprotéine principale des VLDL est l'apoprotéine B100) (Engelking, 2015). Toutefois, l'estérification des acides gras non estérifiés peut également contribuer de manière limitée à la production de phospholipides ou d'esters de cholestérol (Bauchart et al., 1996; Remesy et al., 1986).
- La β -oxydation se déroule principalement au niveau de la mitochondrie, ou du péroxysome. Impliquant la production de l'acétyl-CoA et l'ATP (Cuvelier et al., 2005). L'incorporation de

CHAPITRE I

RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DU FOIE

l'acétyl CoA dans le cycle dépend de la disponibilité d'oxalo-acétate pour le fonctionnement optimal du cycle de Krebs. Cependant, en absence de précurseur de glucose, une oxydation partielle se produit (accumulation de l'acétyl CoA), aboutissant à la production des corps cétoniques, l'acéto-acétate (AcAc), l'acétone (Ac) et le bêta-hydroxybutyrate (BHB) (Drogoul et al., 2004).

2.2 Fonction de stockage

Le foie stocke non seulement le glycogène mais également des oligoéléments tels que le fer, le cuivre, le sélénium et le manganèse, ainsi que des différentes vitamines : B1, B2, B12 et des vitamines liposolubles (A, D, E et K) (Engelking, 2015). Les molécules stockées au niveau du foie peuvent persister de quelques jours à une durée pouvant atteindre un an (Stockham and Scott, 2008).

2.3 Fonction de détoxification

Le foie convertit les substances toxiques en produits moins nocifs. Les hépatocytes sont responsables du métabolisme des xénobiotiques, des hormones et d'ammoniac. Ces transformations impliquent diverses réactions chimiques, notamment la conjugaison, l'oxydation, la réduction et l'hydrolyse (Stockham and Scott, 2008; McGavin and Zachary, 2006; Koolman and Röhm, 2004). Les produits liposolubles sont acheminés vers l'intestin à travers la bile, puis éliminés dans les selles. Les produits hydrosolubles circulent jusqu'aux reins par la voie sanguine, où ils sont excrétés dans l'urine (Hilsden and Shaffer, 2006). La totalité du NH₃ provenant de la veine porte est captée par le foie, transformée en urée lors du processus d'uréogénèse, puis éliminée dans les urines (Loncke et al., 2019).

2.4 Production de la bile

Les hépatocytes interviennent dans la synthèse et la sécrétion de la bile, un liquide visqueux de couleur jaune verdâtre. Elle élimine les substances exogènes, endogènes et les déchets métaboliques tels que les xénobiotiques, la bilirubine conjuguée, le cholestérol, l'eau, les sels biliaires, et les électrolytes. La bile est emmagasinée dans la vésicule biliaire, puis, elle est déversée dans l'intestin pendant la digestion par le canal cholédoque (Ye, 2015; Boyer and Boyer, 2013).

CHAPITRE II

LES LÉSIONS HÉPATIQUES

1. Histologie du foie

Le parenchyme hépatique est composé de lobules, qui représentent l'unité structurale du foie. Ces lobules prennent une forme hexagonale et sont constitués de cellules hépatiques maintenues par du tissu conjonctif et alimentées par la veine porte et l'artère hépatique. Les hépatocytes sont disposés en travées de Remak, séparés par des capillaires sinusoides qui assurent les échanges et le passage des différents nutriments et autres molécules circulant dans le sang (Sokal, 2009; Standring, 2008; David, 2000; Maurice et al., 1998).

Les lobules hépatiques (Figure 02) sont centrés par des veines centrales et à la périphérie de chaque hexagone se trouvent des espaces portes, constitués d'une veine hépatique, d'une artère hépatique et d'un conduit biliaire interlobulaire. La paroi des capillaires sinusoides est bordée par **des cellules endothéliales** qui possèdent de nombreuses fenêtres (Malik et al., 2002). Dans la lumière des sinusoides se localisent des cellules immunitaires appelées «**cellules de Küppfer**» et «**Natural killer**» (Wenfeng et al., 2015; Malik et al., 2002). **Les cellules étoilées** se trouvent dans l'espace périsinusoïdal entre les hépatocytes et les cellules endothéliales. Elles stockent les graisses et la vitamine A et lors de lésions hépatiques elles deviennent fibreuses en perdant leurs lipides, cette progression se traduit par la cirrhose hépatique (Blanc, 1997). Le remodelage et la plasticité du foie sont assurés par **les fibroblastes** qui ont un rôle structural (Malik et al., 2002).

En raison du rôle crucial du foie dans le métabolisme et l'élimination des nutriments, et l'excrétion des substances toxiques via la sécrétion biliaire (Hussein and Elrashidy, 2014; Seal and Reynolds, 1993), ainsi que de l'importance vascularisation issue de la circulation générale et de la circulation portale de l'intestin (Nettleton et al., 1998), il n'est pas étonnant que le foie soit exposé à une variété d'agressions métaboliques, toxiques, microbiennes et circulatoires (Kumar et al., 2007).

CHAPITRE II

LES LESIONS HEPATIQUES

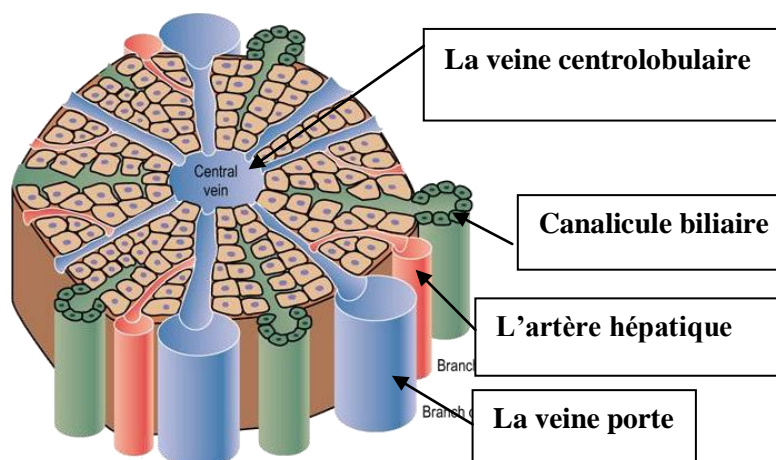


Figure 02: Structure du lobule hépatique (Toutain 2007)

2. Les lésions du foie

2.1 Lésions vasculaires

2.1.1 La congestion

2.1.1.1 Congestion active

La congestion active peut survenir physiologiquement pendant la digestion ou devenir pathologique dans les premiers stades de l'inflammation. Elle se caractérise par une augmentation du volume et une couleur rouge foncée du foie.

Microscopiquement, toutes les structures vasculaires hépatiques sont remplies de sang et dilatées, ce qui contribue à la congestion hépatique (Parodi and Wyers, 1996).

2.1.1.2 Congestion passive

La congestion passive du foie provient habituellement de la stagnation du sang dans la veine centrale et les sinusoides (Kiran et al., 2020) suite à l'insuffisance cardiaque droite (Parodi and Wyers, 1996), elle est d'origine infectieuse (Omotainse and Anosa, 2009) ou non infectieuse (Ozmaie et al., 2013).

Le foie apparaît hypertrophié, rouge violacé avec des bords arrondis et le sang coule librement à l'incision. A la phase chronique, la surface du foie devient légèrement nodulaire et rugueuse avec l'apparition de sclérose donnant un aspect de "foie muscade" (Jones et al., 1997).

CHAPITRE II

LES LÉSIONS HÉPATIQUES

Au microscope, la congestion peut toucher les vaisseaux et les sinusoides avec présence des hématies et des cellules inflammatoires entre les hépatocytes, parfois de nécrose centrolobulaire et les espaces formés suite à la lyse cellulaire sont remplis par le sang. Une dégénérescence hydropique et grasseuse des hépatocytes, des hémorragies et des thromboses peuvent se produire (Abdullah, 2022; Kiran et al., 2020).

2.1.2 Hémorragie

L'hémorragie pourrait résulter de diverses anomalies systémiques (cardiaques ou pulmonaires) et traumatiques, par des intoxications végétales ou septicémies hémorragiques (Verma, 2014; Ozmaie et al., 2013). Elles peuvent se présenter sous forme de pétéchies ou des ecchymoses (Kiran et al., 2020).

2.1.3 La télangiectasie maculeuse

La télangiectasie maculeuse est fréquente chez les vaches et les chats âgés, due à la dilatation des capillaires sinusoides. Elle se manifeste par des zones déprimées à la fois en surface et en profondeur, de tailles variables, de couleurs violacées et irrégulières (Parodi and Wyers, 1996).

2.2 Les surcharges

2.2.1 La surcharge grasseuse (stéatose hépatique)

La surcharge grasseuse est caractérisée par l'accumulation intracellulaire de triglycérides sous forme de gouttelettes. Elle est fréquente en cas de toxémie, d'anémie et d'hypoxie (Thannon, 2017), le foie est hypertrophié avec des bords arrondis, de consistance molle, friable et de couleur jaune (Abdullah, 2022).

Microscopiquement, elle se traduit soit par la présence de nombreuses vacuoles de petite taille vide (stéatose microvacuolaire), soit par l'existence d'une seule vacuole volumineuse (stéatose macrovacuolaire) avec déplacement du noyau à la périphérie de la cellule (l'apparence de chevalières) (Kiran et al., 2020).

2.2.2 La surcharge glycogénique

C'est l'accumulation intracellulaire de glycogène. Elle est caractérisée par un foie volumineux, friable de coloration typiquement jaune-orangé, elle est associée le plus souvent à des lésions de stéatose hépatique (Parodi and Wyers, 1996).

CHAPITRE II

LES LÉSIONS HEPATIQUES

Microscopiquement, la surcharge est essentiellement cytoplasmique, sous forme de vacuoles de tailles variables et elle s'étend souvent jusqu'au noyau. Cette surcharge cytoplasmique entraîne un déplacement du cytoplasme vers la périphérie de la cellule (un aspect "en cellule végétale") (Monique, 1976).

2.3 Les hépatites

L'hépatite est une inflammation du foie, entraînant une destruction des hépatocytes. Cependant, ce terme peut être employé pour définir toute maladie inflammatoire ou dégénérative du foie, incluant la cirrhose (Blood and Henderson, 1976).

Les lésions caractérisées par des dommages hépatocytaires sont désignées sous le terme d'hépatites parenchymateuses, tandis que celles où les lésions du tissu conjonctif prédominent sont appelées hépatites interstitielles (Parodi and Wyers, 1996).

2.3.1 Les hépatites parenchymateuses

2. 3.1.1 L'hépatite nécrosante

La nécrose est considérée comme une mort cellulaire non programmée, elle désigne les changements morphologiques irréversibles, touchant aussi bien le noyau que le cytoplasme (Ruffolo, 1964).

Elle peut résulter d'une variété de causes telles que l'hypoxie, les traumatismes externes, l'exposition à des températures élevées, les radiations, les chocs électriques, les toxines, les infections bactériennes (comme la nécrobacillose hépatique et *Clostridium hémoliticum*), les virus (comme la fièvre de la Vallée du Rift), les champignons ou les réactions immunitaires (telles que les réponses auto-immunes) (Parodi and Wyers, 1996).

Au cours de la nécrose, les ions extracellulaires migrent à l'intérieur de la cellule, suivis du liquide provoquant une distension et une lyse de la cellule et de ses composants, ce qui conduit à la libération d'enzymes incluant les protéases, les ARNases, les ADNases et les phosphatases. L'activation de ces derniers dans le cytosol, entraînent des dommages à l'ADN, à l'ARN et aux protéines (Sarhan et al., 2018; Elmore et al., 2016; Guicciardi and Gores, 2013; Ruffolo, 1964).

CHAPITRE II

LES LÉSIONS HEPATIQUES

Le foie présente une hypertrophie légère, accompagnée d'une teinte grisâtre et de taches aux contours irréguliers, ces taches peuvent être situées sous la capsule hépatique ou incrustées dans le parenchyme hépatique (Hegazy et al., 2010).

Microscopiquement :

Le cytoplasme de la cellule nécrosée est généralement éosinophile pâle, suite à des perturbations au niveau de l'ARN cytoplasmique et la liaison entre l'éosine et les protéines cytoplasmiques dénaturées, il est homogène ou vacuolaire (par digestion enzymatique des organites), les débris cellulaires et les cellules inflammatoires peuvent être présents en cas de fuite de la membrane cellulaire (Carmaux, 2008).

Les modifications nucléaires sont constantes et prennent plusieurs formes :

Caryolyse (dissolution nucléaire), caryorrhexis (fragmentation nucléaire), et pycnose nucléaire (condensation nucléaire) (Elmore et al., 2016).

2.3.1.2 L'hépatite dégénérative

Elle est caractérisée par des altérations morphologiques irréversibles au niveau de la cellule. Elle est très fréquente dans les cellules présentant une activité intense (Monique, 1976). La dégénérescence a plusieurs origines; hypoxique, métabolique ou toxique. Le foie dégénéré est décoloré, terne, présente des zones violacées entourées de parenchyme plus pâle, de consistance friable, parfois, mou, hypertrophié et de coloration jaunâtre. La dégénérescence évolue vers l'insuffisance hépatique grave. Parfois, elle évolue vers la régénération (elle est rare). Une association de sclérose et d'hyperplasie peut survenir (cirrhose post-dégénérative) (Kiran et al., 2020; Parodi and Wyers, 1996).

Microscopiquement :

Lésion de noyaux

Au stade initial de la dégénérescence, le noyau maintient une apparence normale ou subit une condensation périphérique de la chromatine, également appelée hyperchromatose marginale. Cependant, lorsque la lésion évolue vers un stade irréversible, le noyau présente des signes de pycnose (Monique, 1976).

CHAPITRE II

LES LÉSIONS HEPATIQUES

Lésion du cytoplasme

Les altérations cytoplasmiques varient en fonction de la durée et la nature de l'agression. Elle est caractérisée par plusieurs types de lésion cytoplasmique (Monique, 1976).

- La tuméfaction trouble

Elle est due à des intoxications chimiques ou bactériennes, à l'hypoxie tissulaire, ou à un jeûne prolongé. Elle se distingue par la présence de cellules de grande taille aux contours arrondis. Le cytoplasme présente un aspect flou en raison de la présence de nombreuses petites granulations (Monique, 1976).

- La dégénérescence vacuolaire (hydropique)

Elle est caractérisée par la formation de vacuoles remplies de liquide dans le cytoplasme, résultant d'intoxications ou d'une anoxie due à des troubles circulatoires (Monique, 1976).

- La dégénérescence granuleuse

Elle se manifeste par l'apparition intracytoplasmique de grains acidophiles résultant de la décomposition des molécules protéiques, elle est due à des intoxications ou à des troubles nutritionnels (Monique, 1976).

2.3.2 Les hépatites interstitielles

Elles sont identifiées grâce à leur infiltrat cellulaire mononucléé (lymphocytaire, plasmocytaire), ou polynucléés (les éosinophiles et les neutrophiles) dans le tissu conjonctif interstitiel (Roth and Meyer, 1995).

2.3.2.1 Les hépatites interstitielles aiguës et subaiguës

2.3.2.1.1 Hépatites interstitielles non suppurées

Elle se caractérise par une inflammation du foie, pouvant être diffuse ou circonscrite, elle est souvent causée par diverses étiologies telles que les infections et les intoxications, cette inflammation se traduit par une destruction cellulaire récente et pouvant évoluer vers une insuffisance hépatique, entraînant une altération des fonctions hépatiques (Vincent, 2012).

La taille du foie atteint d'hépatite interstitielle non suppurée peut être normale ou augmentée. Dans sa forme diffuse, le foie apparaît rouge sombre, marbré de taches jaunâtres ou grisâtres

CHAPITRE II

LES LESIONS HEPATIQUES

irrégulières. En revanche dans la forme circonscrite le foie est caractérisé par la présence de granulations miliaires sous la capsule (Parodi and Wyers, 1996).

Microscopiquement, l'hépatite aiguë se manifeste par une infiltration des espaces porte et centrolobulaires par de cellules inflammatoires (principalement des polynucléaires), d'apoptose et de nécrose hépatocellulaire (Geffray, 2021). De plus, dans la forme circonscrite, des granulomes sont présents ainsi que des signes de dégénérescence hépatocytaire et de surcharge biliaire (Parodi and Wyers, 1996).

2.3.2.1.2 Hépatites interstitielles suppurées (abcès, pyogranulome)

La formation des abcès est engendrée par la pénétration des micro-organismes principalement des bactéries pyogènes par plusieurs voies, la veine porte, l'artère hépatique, la veine ombilicale, la veine hépatique ou par des corps étrangers dans le réticulum (Jones et al., 1997).

Elle est déterminée par la présence de structure caséuse crémeuse de couleur blanche à jaune sous forme sphériques, présentées en différentes tailles au niveau hépatique.

Microscopiquement, Les pyogranulomes sont constitués de nécrose centrale, entourés d'infiltration cellulaire principalement lymphocytaire, délimités par une coque fibreuse épaisse. Les hépatocytes à proximité de l'abcès présentent généralement des signes dégénératifs (Abdullah, 2022; Hegazy et al., 2010).

2.3.2.2 Hépatite interstitielle chronique

L'hépatite chronique commence par une inflammation parenchymateuse dont les causes sont variées. L'apoptose et la nécrose hépatocellulaire semblent souvent être les facteurs déclencheurs (Hall et al., 2020). Des cytokines et des médiateurs de l'inflammation sont alors libérés, conduisant à des infiltrations cellulaires mononuclées, souvent lymphoplasmocytaires. Lorsque la destruction des hépatocytes est limitée et que le réseau de réticuline reste intact, la régénération de la structure hépatique peut être réalisée grâce aux hépatocytes voisins (Webster et al., 2019).

En cas de destruction importante du parenchyme, les espaces vides créés par la nécrose se retrouvent remplis par des cellules inflammatoires qui entretiennent l'inflammation, évoluant vers la fibrose avec la mise en place d'un tissu cicatriciel (Lee and Friedman, 2011) ou vers la

CHAPITRE II

LES LÉSIONS HÉPATIQUES

cirrhose, cette dernière représente l'état terminal de l'hépatite chronique. Elle est caractérisée par une perte de la structure du lobule, une fibrose étendue, des nodules de régénération anormale et la présence d'une jonction vasculaire portale (Geffray, 2021).

2.4 Les hépatites spécifiques

2.4.1 Les hépatites parasitaires

2.4.1.1 La Fasciolose

La Fasciolose est une parasitose causée par des trématodes hépatiques du genre *Fasciola*, notamment *F. hepatica* et *F. gigantica* qui affecte plusieurs espèces de mammifères (Mas-Coma et al., 2019).

Le foie parasité apparaît gonflé, ferme, pâle avec de nombreuses plaques hémorragiques dispersées sur la surface (Kitila and Megersa, 2014).

L'invasion des jeunes douves provoque l'apparition des zones hémorragiques, fibrineuses et filamenteuses sur la capsule (Ruiz-Campillo et al., 2017). Les trématodes migrent à travers le parenchyme hépatique, entraînant des zones de nécrose, des hémorragies plus ou moins importantes avec la présence des jeunes trématodes dans le parenchyme hépatique. À un stade chronique, des zones de fibrose sont visibles sous forme de dépressions minces et allongées à la surface. La consistance du tissu hépatique peut augmenter en raison de la fibrose. La dilation des canaux biliaires est due à la présence des trématodes matures qui peuvent également être localisés dans la vésicule biliaire. De plus, l'enkystement des trématodes dans le parenchyme hépatique peuvent subir un processus de nécrose caséuse et de minéralisation (Pérez-Caballero et al., 2018; Cullen and Stalker, 2016).

Microscopiquement, le tissu hépatique montre une infiltration des cellules inflammatoires, des lymphocytes, des plasmocytes et des macrophages mélangés à des fibroblastes dans les zones de migration des jeunes trématodes (Kitila and Megersa, 2014), avec des hémorragies, de la fibrine et des hépatocytes dégénérés (Cullen and Stalker, 2016). Dans les cas chroniques, une fibrose portale, une hyperplasie des voies biliaires et une infiltration de cellules mononucléaires et d'éosinophiles seront évidentes avec la présence des pyogranulomes (Stuen and Ersdal, 2022).

CHAPITRE II

LES LÉSIONS HEPATIQUES

2.4.1.2 Le kyste hydatique

L'échinococcose est une maladie parasitaire dont les hôtes définitifs sont le chien et les canidés sauvages (Kern et al., 2004). Tandis que les stades larvaires sont retrouvés chez les hôtes intermédiaires y compris les humains et les autres vertébrés à sang chaud. La maladie se traduit par la présence de multiples kystes hydatiques dans différents organes internes de l'hôte infecté, en particulier le foie et les poumons (Lv et al., 2015).

Microscopiquement, les organes infestés présentent une congestion des veines centrales, des espaces sinusoidaux du parenchyme adjacent aux kystes, avec des œdèmes, de multiples petites zones hémorragiques, une nécrose et une dégénérescence dans les lobules hépatiques. De plus, une infiltration nette des cellules inflammatoires, principalement des éosinophiles, des macrophages et des lymphocytes autour des kystes hydatiques et des zones portales. Les lésions des épithéliums des voies biliaires comprennent des cellules de Kupffer activées, une hyperplasie et une dégénérescence (Al Malki and Ahmed, 2022; Mnati et al., 2020).

2.4.1.3 La cysticercose

Cysticercus tenuicollis représente le stade larvaire de *Ténia Hydatigena*. Les canidés (comme le chien et le renard) hébergent la forme adulte du parasite (l'intestin grêle). Tandis que les métacestodes sont présent chez les hôtes intermédiaires (tels que les ruminants domestiques et sauvages) (Omar et al., 2016) plus spécifiquement sur les différents organes viscéraux tels que le foie, la rate, l'épiploon, le rein, le cœur...etc (Nath et al., 2010). Le foie parasité présente des trajets hémorragiques de migration des larves sur la surface (Mosina et al., 1983) et des kystes (uniques ou multiples), ressemblant à une vessie avec une paroi mince et translucide, remplis d'un liquide aqueux et contenant un scolex blanc tacheté, ces kystes peuvent être attachés à la capsule du foie (Borai et al., 2013).

Microscopiquement, la paroi du kyste est formée de deux membranes minces fixées à la capsule hépatique. Une infiltration des cellules inflammatoires, des lymphocytes, des neutrophiles, des éosinophiles et des monocytes, autour du kyste et les zones portales, une congestion des sinus hépatiques et les hépatocytes adjacentes de ce kyste présentent des zones de changements graisseux, de nécrose et de dégénérescence (Borai et al., 2013; Mosina et al., 1983; Sogoyan et al., 1983).

CHAPITRE II

LES LÉSIONS HEPATIQUES

2.4.1.4 La distomatose

La dicrocoeliose est une infestation helminthique (*Dicrocoelium dendriticum*) qui affecte les voies biliaires des herbivores (ex : les ruminants) (Scala et al., 2019; Otranto and Traversa, 2003). Le foie parasité présente une consistance dure, des cicatrices et des gonflements à la surface, indiquant une distension et une pression dans les canaux biliaires. Aucune lésion migratoire n'atteint le parenchyme du foie car le *Dicrocoelium* pénètre dans les canaux biliaires par l'ouverture intestinale. Les altérations atteignent principalement les canaux biliaires et les espaces portes (Murshed et al., 2022; Massoud, 1981).

Microscopiquement, une hyperplasie et une érosion des canaux biliaires. Infiltration des cellules inflammatoires (des lymphocytes, des plasmocytes, des macrophages et des éosinophiles) dans les espaces portes. Prolifération de tissu conjonctif autour des canaux biliaires avec une cholangite suite à la présence des douves dans les voies biliaires. Une cirrhose portale avec une fibrose des hépatocytes est visible durant les derniers stades de la maladie (Khan et al., 2023; Murshed et al., 2022; Piegari et al., 2021; Massoud, 1981).

2.4.2 Les hépatites infectieuses

2.4.2.1 La tuberculose

La tuberculose (TB) est une maladie infectieuse, contagieuse et chronique qui touche les animaux domestiques et sauvages ainsi que les êtres humains (O'Reilly and Daborn, 1995). Elle est causée par les membres du complexe *Mycobacterium tuberculosis* (MTBC), comprenant *Mycobacterium tuberculosis*, *M. bovis*, *M. caprae*, *M. africanum*, *M. microti* et *M. canetti* (Erler et al., 2004; Prodinger et al., 2002). La tuberculose chez les chèvres et les moutons est principalement causée par *M. bovis* et *M. caprae* (Hiko and Agga, 2011) et dans quelques cas par *M. tuberculosis*. Bien que la tuberculose chez les petits ruminants soit considérée comme une maladie rare (Tschopp et al., 2011).

Les lésions macroscopiques se traduisent par des tubercules enfoncés dans le tissu hépatique (le parenchyme) et parfois présentent des reliefs à la surface des organes infectés, entourés d'une capsule fibreuse de couleur blanche ou jaune pâle, leur taille varie de 0,1 mm à 2 cm et ils contiennent une substance caséuse, caséo-calcifiée, calcifiée, collante ou granuleuse (Aljameel et al., 2017; Daniel et al., 2009).

CHAPITRE II

LES LESIONS HEPATIQUES

Microscopiquement, les lésions montrent une nécrose caséuse centrale avec ou sans calcification, entourée de cellules épithélioïdes et des cellules géantes de type Langhans, le tout enveloppé par une capsule fibreuse avec un infiltrat inflammatoire de lymphocytes et de plasmocytes (Aljameel et al., 2017).

CHAPITRE III

LES MARQUEURS BIOCHIMIQUES DU FOIE

Le foie exerce un rôle essentiel dans le maintien de l'homéostasie de l'organisme, le métabolisme des nutriments et la détoxification (Aulbach and Amuzie, 2017).

Les examens biochimiques fournissent des informations sur l'état fonctionnel de l'organe (Woodman, 1996). Ces tests sont très utiles pour accélérer le diagnostic final ainsi que pour la planification et le contrôle du traitement (Voronina, 2017; Zaitsev, 2016). L'interprétation des paramètres biochimiques dépend également de plusieurs facteurs physiologiques, l'espèce, la race, l'âge, le sexe, l'alimentation, et l'état physiologique de l'animal (Durak et al., 2015; Bhat et al., 2014; Deghnouche et al., 2011).

Pour l'évaluation des lésions hépatiques, il est possible d'utiliser des tests de cytolyse, l'alanine aminotransférase (ALT), l'aspartate aminotransférase (AST), la sorbitol déshydrogénase (SDH), la glutamate déshydrogénase (GLDH) et la lactate déshydrogénase (LDH) et les tests de cholestases comme la phosphatase alcaline (PAL), la gamma-glutamyltransférase (GGT) (Dzoyem et al., 2014) et la bilirubine (Dufour et al., 2000), d'autres marqueurs non enzymatiques sont également utilisés pour le diagnostic de dysfonctionnement hépatique tels que l'albumine et les protéines (Farrugia, 2010).

1. L'aspartate aminotransférase (ASAT)

L'aspartate aminotransférase est une enzyme intracellulaire, présente dans le cytoplasme et les mitochondries des cellules hépatiques, elle est également présente dans divers autres types de cellules, notamment les érythrocytes ainsi que les muscles cardiaques et squelettiques, cela lui confère une spécificité réduite pour le foie (Aubadie-Ladrix, 2003; Tremblay, 1996).

L'ASAT catalyse le transfert du groupement amine de l'aspartate pour la formation d'oxaloacétate, lui permettant de s'intégrer dans le cycle de Krebs (Stockham and Scott, 2008).

Durant les phases aiguës d'atteintes hépatiques, les niveaux d'ASAT sont plus importants par rapport à la phase chronique (Kitila and Megersa, 2014), lors d'une lésion hépatique, le taux d'ASAT atteint généralement son pic environ un jour après la survenue de la lésion (Smith and Davis, 2015). Cependant, durant les stades avancés de lésions hépatiques, les niveaux de l'ASAT restent dans les valeurs physiologiques. Selon les résultats d'une étude expérimentale sur F.

CHAPITRE III

LES MARQUEURS BIOCHIMIQUES DU FOIE

hépatica chez les chèvres, l'activité de l'ASAT augmente de manière significative dès le début, mais revient à des valeurs normales environ 3 mois après l'infection (Hodžić et al., 2013).

Pour confirmer l'atteinte hépatique, l'ASAT doit être associée à des marqueurs spécifiques au foie tels que la SDH (Jackson, 2007).

L'élévation des taux d'ASAT peut être due à des problèmes parenchymateux, plutôt qu'à des dommages des voies biliaires (Kitila and Megersa, 2014), L'ASAT est libérée suite à une augmentation de la perméabilité membranaire (Kerr and Steiner, 2012), souvent suite à une nécrose cellulaire, à une dégénérescence (Dias et al., 1996), à une télangiectasie, à une hépatite (Kitila and Megersa, 2014), à un état d'anoxie, à une intoxication, à une inflammation, à des maladies métaboliques, telles que la stéatose (Brugere-Picoux and Remy, 1995), à des parasitoses telles que la fasciolose (Singh et al., 2004), le kyste hydatique et la *Dicrocoelium dendriticum* (Cinar et al., 2018). Tandis que l'atrophie, la fibrose et la cirrhose d'un organe peuvent conduire à une diminution de l'activité plasmatique de l'ASAT (Kitila and Megersa, 2014).

2. L'alanine amino transférase (ALAT)

L'alanine amino transférase est une enzyme présente dans le cytoplasme des cellules hépatiques et musculaires (Marshall and Bangert, 2005).

L'alanine aminotransférase transfère le groupe amine de l'alanine vers l'oxoglutarate pour la production du glutamate et du pyruvate, ce dernier peut suivre deux voies : il peut se diriger vers la voie de la néoglucogénèse ou s'intégrer dans le cycle de Krebs (Stockham and Scott, 2008).

Chez les ruminants, l'activité de l'ALAT est peu spécifique au foie, suite à leur faible activité dans les hépatocytes (Kelly, 2003), Une élévation de l'activité sérique de l'ALAT est habituellement attribuable à une atteinte musculaire (Bain, 2011).

L'augmentation de l'activité de l'ALAT se produit en présence de différentes lésions hépatiques, telles que l'abcès, la nécrose et la stéatose (Makawana et al., 2022).

Le taux de l'ALAT est généralement plus élevé dans les 12 heures suivant l'atteinte du foie et revient à des valeurs normales dans un délai de 2-3 semaines (Bain, 2011).

CHAPITRE III

LES MARQUEURS BIOCHIMIQUES DU FOIE

3. La glutamate déshydrogénase (GLDH)

La glutamate déshydrogénase est une enzyme présente principalement dans les mitochondries des cellules hépatiques (Schomaker et al., 2020) ainsi que dans une moindre mesure dans les reins, le pancréas, le cerveau, l'intestin et le tissu musculaire (McGill and Jaeschke, 2019; Mastorodemos et al., 2005; Schmidt and Schmidt, 1988). La GLDH est considérée comme un biomarqueur spécifique du foie (Antoine et al., 2013). Elle catalyse la réaction réversible convertissant la glutamate en alphacétoglutarate (Smith and Davis, 2015). En cas de lésion hépatocellulaire, l'enzyme GLDH fuit des hépatocytes endommagés vers la circulation sanguine en raison de la perte de l'intégrité membranaire (Amacher et al., 2013). La GLDH est un indicateur sensible des lésions hépatocytaires telles que la nécrose hépatique. Le dosage de la GLDH est plus spécifique que celui de l'ASAT et de l'ALAT. Son utilisation est largement préconisée pour détecter les lésions hépatiques aiguës (Antoine et al., 2013).

4. La sorbitol déshydrogénase (SDH)

La sorbitol déshydrogénase est une enzyme qui catalyse l'oxydation réversible du sorbitol en fructose avec l'utilisation du NAD⁺ comme cofacteur (Ozer et al., 2008). La SDH est largement distribuée dans presque tous les tissus des mammifères, y compris le foie, le cerveau, le cristallin et les érythrocytes (Barretto and Nonoyama, 1984; O'Brien et al., 1983). Cette enzyme est un indicateur sensible et spécifique des lésions hépatocellulaires telles que la nécrose. elle est très utile pour détecter les troubles hépatiques aigus chez les bovins et les chevaux (Ozer et al., 2008; Kramer, 1989; Khayrollah et al., 1982). Cependant, la SDH a une demi-vie courte (4 heures chez le chien) et une stabilité limitée par rapport à la plupart des autres analytes de chimie clinique (Ozer et al., 2010).

5. L'ornithine carbamoyltransférase (OCT)

L'ornithine carbamoyltransférase (OCT) est une enzyme située dans les mitochondries des cellules hépatiques, elle catalyse la réaction utilisant la L-ornithine et le carbamyl phosphate pour la formation de citrulline et son rôle est essentiel dans le cycle de l'urée (Diaz-Munoz and Hernandez-Munoz, 2010; Curis et al., 2005).

CHAPITRE III

LES MARQUEURS BIOCHIMIQUES DU FOIE

OCT est considérée comme un marqueur spécifique du foie, son activité est utilisée pour l'évaluation de la fonction hépatique et pour le diagnostic des maladies aiguës et chronique du foie. Cependant son utilisation est parfois limitée par les exigences techniques du test (Evans, 1993).

6. La lactate déshydrogénase (LDH)

La lactate déshydrogénase est une enzyme intracellulaire cytoplasmique, sa présence extracellulaire suggère une lésion ou une mort cellulaire (Johnson-Davis and McMillin, 2010; Lott and Nemensanzky, 1987). La LDH catalyse la transformation du pyruvate en lactate en utilisant le NAD⁺ comme cofacteur (Li, 1989; Dawson et al., 1964).

L'augmentation des valeurs de LDH n'est pas spécifique à un organe (Johnson-Davis and McMillin, 2010) car c'est une enzyme présente dans la plupart des organes tels que le foie, le cœur, les muscles et les reins (Heinova et al., 1999; Beatty and Doxey, 1984).

Il existe six types d'isoenzymes qui sont utilisés pour détecter des dommages spécifiques aux organes (Kramer, 1989). Ces isoenzymes sont réparties de manière spécifique dans les tissus (Milne and Doxey, 1987).

Les niveaux les plus élevés de LDH totale sont observés en cas d'anémie, de troubles hémolytiques, des troubles hépatiques tels que l'hépatite virale, la cirrhose, la nécrose (Johnson-Davis and McMillin, 2010) ainsi que l'infarctus du myocarde aigu et les affections pulmonaires, comme la pneumonie aiguë et chronique (Milne and Doxey, 1987), la pasteurellose pneumonique (Weiss et al., 1991), la filariose dictyocaulienne (Bhat et al., 1987), la dystrophie musculaire, le cancer et divers troubles du système digestif (Sobiech and Kuleta, 2002; Dawra et al., 1991).

7. La gamma-glutamyltransférase (GGT)

La gamma-glutamyltransférase est une enzyme membranaire, elle transfère le groupe γ -glutamyl à partir de peptides γ -glutamyl tels que la glutathion vers d'autres acides aminés ou peptides (Hanigan, 1998). Elle est présente dans les cellules impliquées dans la sécrétion et l'absorption y compris les cellules du foie, des reins, de pancréas et des intestins. L'augmentation de l'activité de GGT indique des dommages dans les voies biliaires liés aux cholestases (Braun et al., 1983),

CHAPITRE III

LES MARQUEURS BIOCHIMIQUES DU FOIE

avec une activité relativement élevée dans le tissu hépatique des ruminants et des chevaux (Ferre et al., 1997; Tennant, 1997). La production de la GGT peut être stimulée par l'administration de glucocorticoïdes. Et elle peut être utilisée comme un indicateur du transfert de l'immunité passive (Parish et al., 1997).

L'augmentation de l'activité de GGT est un marqueur d'atteinte chronique du foie (Moreira et al., 2012), de cholestase, des dommages épithéliaux des voies biliaires dus à des infestations parasitaires telles que la fasciolose (Teleb et al., 2007; Matanović et al., 2007; Ferre et al., 1995), des intoxications hépatiques et de la nécrose (Duff et al., 1999). La concentration de la GGT peut augmenter en réponse au stress oxydatif induit par des processus métaboliques, notamment en cas de déséquilibre énergétique négatif (Lee et al., 2005).

8. La phosphatase alcaline (PAL)

La phosphatase alcaline est une enzyme intégrée à la membrane cellulaire, hydrolyse le pyrophosphate en phosphate inorganique (Vimalraj, 2020; Murshed, 2018). Elle est présente dans différents tissus de l'organisme tels que les intestins, les reins, le placenta, les os et le foie (Kaplan, 1972) ce qui explique la présence de plusieurs variantes d'isoenzymes de la PAL (Bain, 2011).

Les concentrations de phosphatase alcaline sont élevées chez les animaux en croissance, particulièrement durant les stades précoces de la différenciation ostéoblastique (Cohen Jr, 2006). Elles peuvent également être élevées dans les cas d'hépatite aiguës et chroniques (Bain, 2011), en réponse à un dysfonctionnement du foie lors d'intoxications (Sevim et al., 2021; Karami-Mohajeri et al., 2017), des néoplasies, des troubles hépato-biliaires associés à une irritation ou suite à une destruction de l'épithélium ou une obstruction biliaire (Semrad and Gay, 2013) ce qui montre une spécificité réduite de la PAL, mais il est crucial de souligner sa grande sensibilité. Les activités de la phosphatase et de la GGT augmentent de façon notable en cas de troubles biliaires (Noonan and Meyer, 1979) et les niveaux de PAL peuvent être 10 à 100 fois élevés aux valeurs physiologiques (Trueman et al., 1983).

CHAPITRE III

LES MARQUEURS BIOCHIMIQUES DU FOIE

9. Les protéines totales

Les protéines plasmatiques sont constituées d'albumine, de globulines et de fibrinogène (Filipovic et al., 2007). La majorité des protéines sanguines sont synthétisées par les hépatocytes, à l'exception des gamma-globulines et elles sont également utilisées comme des indicateurs de la fonction hépatique (Jackson, 2007; Vagneur, 1992). Les globulines comprennent des fractions alpha (α), bêta (β) et gamma (γ) (Thomas, 2000).

Elles sont utilisées pour évaluer la santé des animaux et elles ont un rôle crucial dans le maintien de l'homéostasie (Filipovic et al., 2007). L'hypoprotéïnémie résulte d'une diminution de la concentration d'albumine dans le plasma ainsi que de l'anorexie (Singh et al., 2001). La diminution des protéines est observée lors de diverses maladies du foie, telles que la theilériose (Singh et al., 2001), le kyste hydatique et la *Dicrocoelium* (Cinar et al., 2018) et cette diminution peut être physiologique durant le dernier mois de gestation puis elle augmente pendant le premier tiers de lactation (Rowlands, 1980).

Une élévation des taux de protéines totales dans le plasma est souvent attribuable à une augmentation des immunoglobulines, même en présence d'une diminution de l'albumine. En général, une augmentation de la concentration sérique de protéines totales peut indiquer une déshydratation, une maladie infectieuse chronique, des troubles auto-immuns, une hémolyse ou des néoplasies (Sawadogo, 1998). Plusieurs études ont montré que les hémoparasitoses, telles que les trypanosomoses peuvent entraîner des hyperprotéïnémies chez les animaux. (Sow et al., 2012; Ohaeri and Eluwa, 2011). Cependant Rowlands, 1980 a mis en évidence une élévation physiologique des concentrations de protéines avec l'âge.

10. L'albumine

L'albumine est synthétisée par les cellules hépatiques et libérée dans la circulation sanguine, elle est la fraction protéique la plus abondante dans le plasma, composée d'environ 583 acides aminés (Chatterjee and Mukherjee, 2014).

L'albumine a un rôle important dans la régulation de la pression oncotique du plasma et elle agit comme un transporteur de plusieurs substances endogènes, comprenant la bilirubine, les ions, les

CHAPITRE III

LES MARQUEURS BIOCHIMIQUES DU FOIE

acides gras et d'autres substances exogènes telles que les médicaments (Moman and Varacallo, 2018).

L'hypoalbuminémie peut résulter d'une réduction de la synthèse d'albumine associée à une maladie hépatocellulaire sévère comme la stéatose hépatique (Brugère-Picoux, 1995), une malnutrition (Joshi et al., 2024), une anorexie, une malabsorption liée à une inflammation intestinale sévère (les parasitoses), des brûlures ou des hémorragies (Bain, 2011; Tennant and Center, 2008; Eckersall, 2008).

Une réduction des taux de l'albumine peut également être attribuée à une glomérulopathie (Bain, 2011; Tennant and Center, 2008), par conséquent l'hypoalbuminémie ne constitue pas nécessairement un indicateur spécifique d'insuffisance hépatique. Tandis qu'une augmentation de la concentration sérique de l'albumine est souvent associée à une déshydratation (Kaneko, 1997).

11. La bilirubine

La bilirubine est une substance jaunâtre, issue d'une part de la dégradation de l'hémoglobine (80%) présente dans les globules rouges vieillissants ou de celle subissant une dégradation précoce dans la moelle osseuse et d'une autre part de myoglobine, des cytochromes, de catalase, de tryptophane pyrrolase et de peroxydase contenant également de l'hème (Ngashangva et al., 2019; Hinds Jr and Stec, 2018).

La bilirubine non conjuguée est une molécule insoluble en milieu aqueux, une fois libérée dans le plasma elle se lie à l'albumine qui agit comme un transporteur. Le complexe albumine-bilirubine est transporté jusqu'au foie où il atteint les sinusoides. À ce niveau, il se dissocie permettant à la bilirubine d'entrer dans le foie. Le passage de la bilirubine des sinusoides vers les hépatocytes s'effectue par deux mécanismes: par diffusion passive et par endocytose via les récepteurs (Kalakonda et al., 2017; Tennant and Center, 2008).

Au niveau de tissu hépatique, la bilirubine se conjugue avec l'acide glucoronique, ce qui la rend hydrosoluble et facilite leur excrétion dans la bile (Kalakonda et al., 2017; Tennant and Center, 2008).

CHAPITRE III

LES MARQUEURS BIOCHIMIQUES DU FOIE

L'élévation de la bilirubine peut signaler un ictère qui peut avoir plusieurs origines. Une origine préhépatique peut résulter d'un excès d'hémolyse provoqué par des parasites sanguins tels que Theiléria, Babesia et Anaplasma (Ahmed et al., 2022; Raposo et al., 2004). Une origine hépatique due à un défaut de conjugaison, comme dans le cas de stéatose hépatique sévère, la dégénérescence des cellules hépatiques et la cirrhose hépatique (Fevery, 2008; Radostits and Stanley, 2007; Sattler, 2003). Enfin, une origine post-hépatique liée à un défaut d'excrétion biliaire, causé par un blocage au niveau du canal cholédoque (Fevery, 2008). Ce blocage peut être dû à des lithiases, des néoplasies, des cholangites ou des parasitoses telles que la fasciolose (Guerra Ruiz et al., 2021).

Tableau 01: Les valeurs usuelles des marqueurs hépatiques chez les ruminants (les ovins et les bovins) (Kaneko et al., 2008; Benhamou et al., 2000).

Les paramètres	Ovins	Bovins
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	60 – 280	78 – 132
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	30 ± 4	27 ± 14
Phosphatase Alcaline (PAL) (U/L)	68 – 387	0 – 488
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	20 – 52	6,1 - 17,4
Protéine Totale (PT) (g/L)	60 – 79	67,4 - 74,6
Albumine (ALB) (g/L)	24 – 30	30,3 - 35,5
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	0 - 2,7	0,4 - 4,4
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	1	0,1 – 5
Glutamate Déshydrogénase (GLDH) (U/L)	20	31

ETUDE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODES

1. L'ETUDE BIOCHIMIQUE

MATERIEL ET METHODES

Le diagnostic clinique précis des maladies hépatiques représente un défi pour le vétérinaire praticien, en raison de l'absence des signes cliniques spécifiques d'une atteinte hépatique.

Les examens biochimiques du foie sont souvent nécessaires et très utiles pour l'évaluation de la fonction hépatique, l'état de santé des animaux ainsi que pour détecter les différentes perturbations qui touchent cet organe.

De plus, des facteurs physiologiques tels que l'âge, le sexe, l'état physiologique des femelles, la race, etc, peuvent avoir un effet sur la variation des paramètres hépatiques. Donc il est impératif de les prendre en considération avant toute interprétation pour une évaluation plus précise des résultats et une meilleure détection des pathologies.

L'objectif de cette partie est d'établir des valeurs de référence pour les ruminants (ovins et bovins) cliniquement sains, élevés dans des conditions contrôlées, dans les environs de la région de Tiaret, tout en tenant compte des variations physiologiques liées à l'âge, au sexe, à l'état physiologique des femelles, à la note d'état corporel et à la race.

1. Lieux et période d'étude



Figure 03: Localisation de la région d'étude. Source: (<https://gifex.com/fr/fichier/quelles-sont-les-communes-de-la-wilaya-de-tiaret/>)

MATERIEL ET METHODES

Notre étude a été réalisée au niveau de trois fermes (UPA Ain Gasma (Haidar), ferme de Belhoucine et L'ITELV Ksar Chellala) situées dans la wilaya de Tiaret, au cours de la période s'étendant d'octobre 2022 à mai 2024.

- UPA Ain Gasma (Haidar)

C'est une ferme pilote, située en dehors de la ville de Tiaret, à une distance d'environ 8 kilomètres, plus précisément dans la zone de Ain Gasma, Commune de Mellakou, Wilaya de Tiaret.

L'exploitation s'étend sur une superficie totale de 1 276 hectares (ha), comprenant des bâtiments d'élevage, une salle de traite, des zones de pâturage naturel (200 ha) et des terres dédiées à la culture fourragère, incluant principalement la luzerne (14 ha), l'avoine (50 ha), le blé (250 ha), l'orge (400 ha), l'avoine fourragère (200 ha) et l'orge verte (80 ha).

Elle abrite un cheptel de 213 bovins (Figure 04) (120 vaches laitières, 36 bovins d'engraissement, 20 génisses, 8 veaux, 27 vêles, et 2 taureaux), ainsi qu'environ 1 250 têtes d'ovin (Figures 05 et 06) (527 brebis, 23 mâles reproducteurs, 400 ovins de 6 mois mâles et femelles et d'environ 300 agneaux et agnelles).



Figure 04: Les bovins de la ferme Haidar



Figure 05: Les brebis gestantes de la ferme Haidar



Figure 06: Les agneaux de la ferme Haidar

- **Institut technique des élevages (ITELV) de Ksar Chellala**

Cette ferme se trouve à une distance de 5 km de la daïra de Ksar Chellala et plus de 100 km de la ville de Tiaret. Elle possède une importance scientifique et technique. Sur une superficie de 4 hectares, elle comprend un bâtiment administratif et un centre de production des géniteurs, avec une bergerie et une chèvrerie. Pour toutes les activités liées à la production animale de la ferme, ces deux compartiments sont le centre des opérations. Ils gèrent les élevages, contrôlent les performances et collaborent avec divers centres de formation et universités.

En outre, la ferme s'étend sur une parcelle de 33 hectares en dehors de ses limites, incluant des zones de pâturage naturel (11 ha) et des terres dédiées à la culture de fourrage, incluant la luzerne (1 ha), l'orge en grain (10 ha), le foin d'avoine et d'orge (10 ha) et l'orge en vert (1 ha).

MATERIEL ET METHODES

Ces parcelles sont prévues pour établir une réserve fourragère pour subvenir aux besoins alimentaires des animaux. Elle est également utilisée dans des essais expérimentaux pour s'assurer que les cultures fourragères s'adaptent à la zone.

L'élevage comprend 69 ovins de race Rembi (Figure 07 et 08) (50 femelles, 7 mâles, 10 agnelles et 2 agneaux).



Figure 07: Les brebis et les agneaux de race Rembi



Figure 08: Les moutons de race Rembi

- La Ferme de Belhoucine

Située dans la zone de Si Mened, Commune de Mellakou, Wilaya de Tiaret. Elle est située à 6 km de la ville de Tiaret. Avec une superficie de 26 ha, comprenant des bâtiments d'élevage, des zones de pâturage naturel (10 ha) et des terres dédiées à la culture de fourrage, incluant principalement la luzerne (6 ha) et l'orge (6 ha).

Elle abrite un cheptel de 161 bovins (Figure 09) (dont 120 vaches laitières, 10 veaux, 13 vêles, 9 taureaux, 9 taurillons).



Figure 09: Les bovins de la ferme de Belhoucine

2. Climat

La wilaya de Tiaret est connue pour son climat semi-aride, avec des étés chauds et secs ainsi que des hivers froids et humides (Benahmed et al., 2016). Le tableau ci-dessous montre les différentes données climatiques des lieux d'étude.

Tableau 02: Les données climatiques des différentes régions d'études

Année	Tiaret		Ksar Chellala	
	2022	2023	2022	2023
Température moyenne annuelle (°C)	16,4	16,3	19,9	20,1
La plus haute température (°C)	41,8	42,8	42,3	43,1
La plus basse température (°C)	-5,3	-5,7	-3,5	-4,3
Précipitation totale annuelle de pluie et/ou neige fondue (mm)	364,07	213,6	318	106

Source: www.tutiempo.net

3. Les animaux

Notre étude a été réalisée sur un échantillon de 393 ruminants (287 ovins et 106 bovins) en provenance de la région de Tiaret, suivant le protocole mentionné dans la figure 10.

La gestation a été diagnostiquée par échographie.

MATERIEL ET METHODES

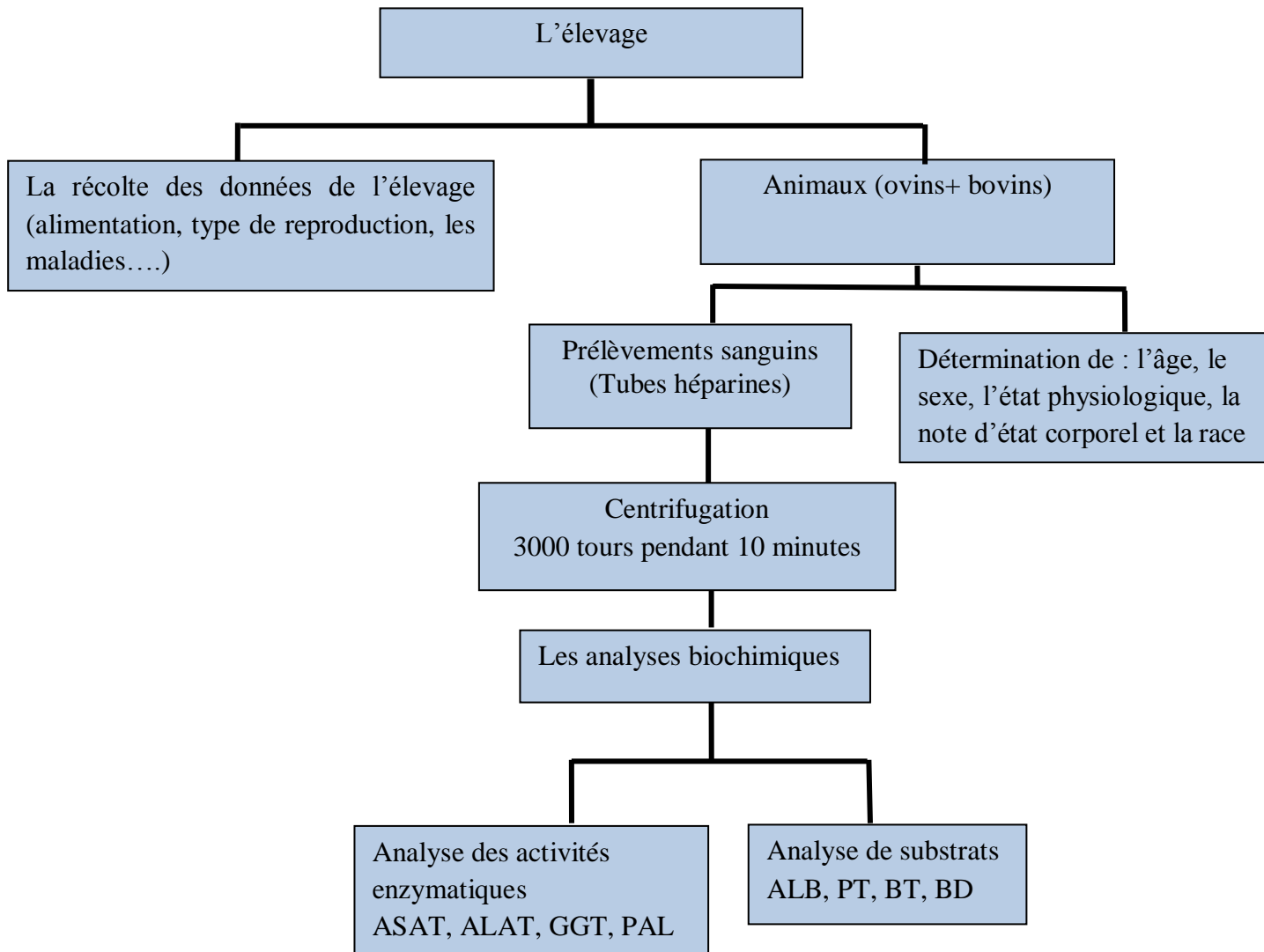


Figure 10: Schéma récapitulatif du protocole expérimental de l'étude biochimique

3.1 Ovins

Nous avons travaillé sur 287 ovins cliniquement sains dont 218 têtes de race locale croisée, appartiennent à la ferme Haidar et 69 têtes de race Rembi appartenant à L'ITELV Ksar Chellala. Ces animaux ont été répartis en groupes (tableau 03) selon l'âge, le sexe et l'état physiologique.

Tableau 03: La répartition des ovins en fonction de l'âge, du sexe et de l'état physiologique

Animal	Ferme Haidar			Mâle	L'ITELV Ksar Chellala				Total	
	Femelle				Femelle					
Adulte	Gestante	Allaitante	Total	22	Gestante	Allaitante	Non Gravide	Total	7	
	30	32	62			23	9	18		50
6 Mois	30			31	0				0	61
3 Mois	37			36	10				2	85
Total	129			89	60				9	287

MATERIEL ET METHODES

3.2 Bovins

106 Bovins cliniquement sains ont été utilisés dans cette étude dont 47 bovins appartenant à la ferme Haidar et 59 bovins appartiennent à la ferme de Belhoucine. Ces animaux ont été répartis en groupes (Tableau 04) selon le sexe, l'âge, l'état physiologique et la race.

Tableau 04: La répartition des bovins en fonction du sexe, de l'état physiologique et de la race

	Ferme Haidar				Ferme de Belhoucine				Total	
	Femelle			Mâle	Femelle			Mâle		
Etat physiologique	Gestante			Non Gravide	2	Gestante			Non Gravide	9
	1 tiers	2 tiers	3 tiers			1 tiers	2 tiers	3 tiers		
	14	8	10			13	8	13		
La race	MBR		PH		MBR	PH		NRMD	MBR	
	36		9		2	17	20	13	9	
Total	45				2	50			9	106

MBR : Montbéliarde; PH : Prim'Holstein; NRMD : Normande.

4. Alimentation

L'alimentation du cheptel se fait généralement en tenant compte du poids, des stades physiologiques des animaux (entretien, lutte, gestation, allaitement et croissance) et de la disponibilité de types alimentaires. La ration des animaux est composée d'aliments grossiers (foin d'orge/avoine, foin de luzerne et paille) et d'aliments concentrés, avec accès libre à l'eau (tableaux 05 et 06).

Tableau 05: L'alimentation des ovins

Animal	Ferme Ksar Chellala		Ferme Haidar	
	Concentré* (kg)	Foin (kg)	Concentre (kg) (orge 80% + son 20%)	Foin (kg)
Brebis gestante et non gravide	0,6	0,8 (paille de blé et d'orge)	1	1 (Luzerne + paille/foin)
Brebis allaitante	0,6	0,8 (foin de luzerne)		
Bélier	0,7	1 (paille)	1,5	1 (Luzerne+ foin/paille)
Mâle et femelle de 6 mois	/	/	0,8	0,8 (Paille /foin)
Mâle et femelle de 3 mois	0,2	0,4 (paille)	0,2	0,4 (Paille/foin)

Le concentré* = Orge, tourteau de soja, calcaire, sel, phosphate bicalcique-issu de meunerie, oligo-élément + supplémentation en vitamines A, D3, E.

MATERIEL ET METHODES

Tableau 06: L'alimentation des bovins

Animal	Ferme Belhoucine		Ferme Haidar	
	Concentré (kg)	Foin (kg)	Concentré (kg)	Foin (kg)
Vache laitière	12 (B17)	13 (d'ensilage + pâturage d'avoine)	8 (son + maïs +soja)	8-10 (luzerne) + 5 (foin) + 5 (ensilage)
Vache tarie	4 (rumino mix moulu)	7 (paille)	4 (son + maïs)	7 (paille)
Taureaux/Taurillon	8	8 (paille)	10	8 (paille)

B17 : maïs, soja, phosphate, carbonate de calcium, sel, vitamines, minéraux
rumino mix moulu : maïs+son

5. Prélèvement des échantillons

Pour chaque animal, un seul échantillon sanguin de 4 ml est prélevé en utilisant la veine jugulaire. Les échantillons ont été recueillis à l'aide de seringues stériles, placés dans des tubes étiquetés contenant de l'héparine. Ensuite, ces tubes sont transportés au laboratoire de biochimie vétérinaire à l'Institut Vétérinaire de Tiaret où ils ont été soumis à une centrifugation à 3000 tours pendant 10 minutes afin d'obtenir le plasma (Abdelsattar et al 2022). Ce dernier a été transféré et stocké dans des cônes d'Eppendorf à une température de -20 °C en vue d'analyses ultérieures.

Diverses informations ont été collectées en utilisant des fiches (annexe), ces fiches incluent des détails sur les élevages (les conditions d'élevage, l'alimentation...) et les animaux (numéro de l'animal, la race, l'âge, l'état physiologique, le sexe, date de prélèvement...).

6. Les analyses biochimiques

L'analyse biochimique de la fonction hépatique implique la mesure des taux de protéines totales (PT), d'albumine (ALB), d'alanine aminotransférase (ALAT), d'aspartate aminotransférase (ASAT), de la bilirubine totale (BT), de bilirubine directe (BD), de la gamma-glutamyltransférase (GGT) et de la phosphatase alcaline (PAL).

A l'aide d'un automate de biochimie (respos 920, Diasys, Germany®) (Figure 11 et 12), les analyses biochimiques sont réalisées en utilisant des kits commerciaux fournis par Diasys®, à l'exception de protéine (Biolabo®).

Tandis que les échantillons sanguins d'ovin de race Rembi ont été analysés en utilisant des kits de Roche Diagnostics®, au moyen d'un automate de biochimie (Roche Cobas®).

MATERIEL ET METHODES

Les méthodes de dosage sont selon les recommandations de l'IFCC (international Fédération of clinical chemistry).



Figure 11: Automate de biochimie (respons 920, Diasys, Germany®)

Date du résultat	ID Echant	Type d'Echant	Nom du patient	Age	Sexe	Test	Résultat	Unité	Valeurs Normales
03-Dec-20	ho15	SERUM				AST	121.69	U/L	--
03-Dec-20	ho16	SERUM				AST	118.37	U/L	--
03-Dec-20	ho17	SERUM				AST	60.84	U/L	--
03-Dec-20	ho21	SERUM				AST	106.72	U/L	--
03-Dec-20	ho23	SERUM				AST	96.48	U/L	--
03-Dec-20	ho24	SERUM				AST	103.01	U/L	--
03-Dec-20	ho26	SERUM				AST	79.22	U/L	--
03-Dec-20	ho27	SERUM				AST	97.69	U/L	--
03-Dec-20	ho28	SERUM				AST	109.94	U/L	--
03-Dec-20	ho30	SERUM				AST	91.87	U/L	--
03-Dec-20	ho32	SERUM				AST	106.33	U/L	--
03-Dec-20	ho34	SERUM				AST	69.28	U/L	--
03-Dec-20	ho38	SERUM				AST	84.34	U/L	--
03-Dec-20	ho4	SERUM				AST	73.49	U/L	--
03-Dec-20	ho43	SERUM				AST	100.90	U/L	--
03-Dec-20	ho49	SERUM				AST	86.75	U/L	--
03-Dec-20	ho57	SERUM				AST	67.77	U/L	--
03-Dec-20	ho74	SERUM				AST	83.13	U/L	--
03-Dec-20	ho77	SERUM				AST	116.98	U/L	--
03-Dec-20	ho86	SERUM				AST	122.69	U/L	--

Figure 12: Les résultats de l'analyse biochimique

7. Les analyses statistiques

Le logiciel statistique SPSS version 22 a été utilisé pour l'analyse des données. L'analyse de variance « One-way ANOVA » a été utilisée pour étudier l'effet des différents facteurs tels que l'âge, le sexe, l'état physiologique, la note d'état corporel et la race sur les différents paramètres étudiés. Une ANOVA significative est suivie par une comparaison multiple avec le test TukeyHSD.

Pour respecter les conditions d'ANOVA (Homogénéité des variances et normalité des résidus), certaines valeurs aberrantes ont été éliminées et certaines variables ont été transformées par le logarithme naturel. Dans le cas des variables transformées, la moyenne de cette dernière peut être remplacée par la médiane et la différence devient approximativement une différence de médiane.

2. L'ETUDE HISTOPATHOLOGIQUE

MATERIEL ET METHODES

Cette partie a été réalisée dans le but d'analyser les fluctuations des paramètres biochimiques hépatiques en fonction des lésions, en particulier les plus courantes observées microscopiquement sur les foies d'ovins. Les objectifs de cette partie sont :

- La détermination des lésions hépatiques les plus fréquentes, en fonction du l'âge et du sexe.
- L'analyse des paramètres biochimiques en cas de lésions du foie d'ovins de race locale.
- Considérer l'importance des analyses biochimiques dans le dépistage des affections hépatiques chez les ovins.

1. Lieu d'étude

Cette partie a été faite au niveau de l'abattoir de Tiaret; qui est composé d'une salle de débarquement des animaux, une salle d'abattage et un bloc administratif.

2. Les animaux

Cette recherche a été faite sur un total de 60 ovins de différents âges et sexes, abattus pendant la période (Janvier 2023 – Juin 2023) au niveau de l'abattoir de Tiaret.

Tableau 07: La répartition des animaux utilisée selon l'âge et le sexe

Le sexe	Femelle		Mâle		Total
L'âge	Jeune	Adulte	Jeune	Adulte	
Nombre d'animaux	5	29	11	15	60

1. Le matériel de prélèvement utilisé comprend une paire de bottes, des gants, une blouse, un couteau d'inspection, des seringues (5 ml), des tubes héparines, des flacons étiquetés et remplis de formol 10%, et une glacière.
2. Le matériel d'analyse biochimique comprend, un automate et des réactifs d'analyses biochimiques Diasys®.
3. Le matériel d'analyse histologique comprend, lame de bistouri, scalpel, cassettes d'inclusion, un automate (Leica TP1020) (Figure 14), station d'enrobage de tissu (Leica) (Figure 15), moules métalliques, Microtome de type rotatif (Leica) (Figure 16), bain marie (Micros) (Figure 17), lames, lamelles, crayons noir et diamant, étuve, bacs de colorations (Figure 18), microscope optique (Primo Star) et ordinateur (hp).
4. Les réactifs d'analyses histologiques comprennent, la paraffine, le xylène, l'alcool (70°, 80°, 95° et 100°), l'hématoxyline, l'éosine, la colle (Baume de Canada).

3. Méthodes

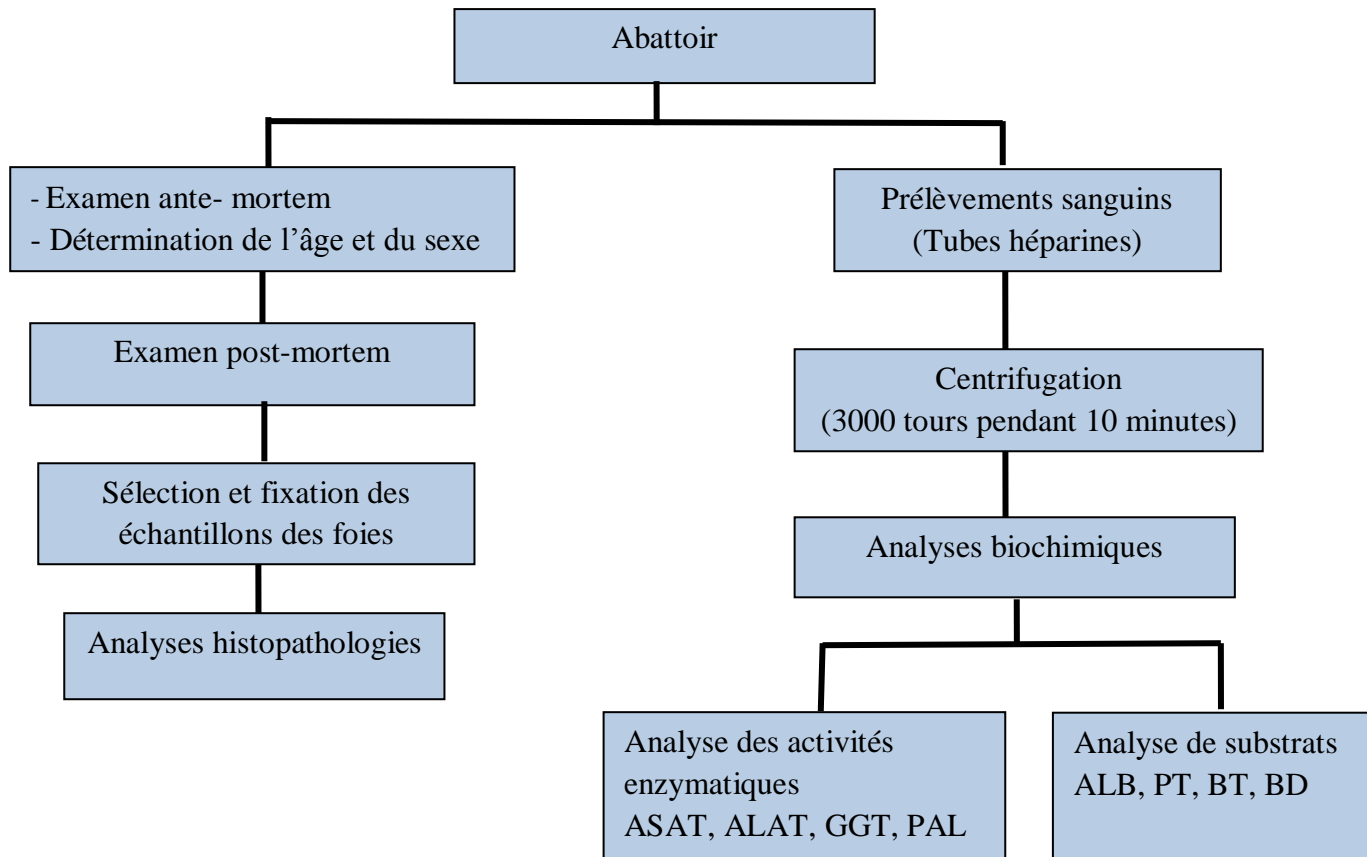


Figure 13: Schéma récapitulatif du protocole expérimental de l'étude histopathologique

3.1 L'inspection

3.1.1 Inspection ante-mortem

L'inspection ante-mortem des animaux repose sur l'observation de l'état général de l'animal, et le recueil des informations concernant l'âge (la dentition) et le sexe (mâle ou femelle).

3.1.2 Inspection post-mortem

L'inspection post-mortem a porté sur un examen visuel de la carcasse, et après l'éviscération, le foie est examiné minutieusement pour la détection de toute anomalie. Divers aspects sont évalués, notamment les variations de couleur, de texture et de taille, ainsi que la détection de lésions éventuelles telles que les abcès, les kystes, les parasites ..., et elle est terminée par la réalisation des prélèvements d'échantillons de tissu hépatique.

3.2 Les prélèvements

3.2.1 Les prélèvements sanguins

Les prélèvements sanguins sont réalisés à partir de la veine jugulaire, en remplissant des tubes héparinés (numérotés) avec 4 ml de sang pour chaque animal. Par la suite, ils sont acheminés vers le laboratoire de biochimie de l'institut vétérinaire de Tiaret pour la centrifugation, le plasma est séparé et conservé à une température à -20°C jusqu'à leur analyse.

3.2.2 Les prélèvements de tissu hépatique

Pour chaque animal, un échantillon du tissu hépatique est prélevé et placé dans des flacons étiquetés, ensuite il est immédiatement fixé par une solution de formol à 10%.

3.3 Les analyses

3.3.1 Les analyses biochimiques

Les examens biochimiques incluent plusieurs paramètres de la fonction hépatique des ovins, notamment les enzymes tels que les transaminases (ASAT, ALAT), la phosphatase alcaline (PAL) et La gamma-glutamyl transférase (GGT) et éventuellement d'autres paramètres, la bilirubine (totale et directe), les protéines totales et l'albumine avec l'utilisation de réactifs fournis par Diasys® et Biolabo® pour les protéines totales. Ces analyses sont réalisées à l'aide d'un automate de biochimie (respons 920, Diasys, Germany®).

3.3.2 Les analyses histopathologiques (Hould and de Shawinigan, 1984, Suvarna et al., 2018)

3.3.2.1 Amincissement

Les fragments fixés dans le formol (10%) sont coupés et placés dans des cassettes identifiées.

3.3.2.2 Traitement tissulaire

Les échantillons sont placés dans un automate de traitement tissulaire (comprend 12 baignoires), ce dernier contient deux solutions successives de formol 10% (1 heure pour chaque baignoire). Ensuite les cassettes ont subi un passage dans des baignoires d'éthanol à des concentrations croissantes : 70% (1h30), 80% (1h30), 95% (1h30) et trois baignoires de 100% (1 heure pour chaque baignoire), ce passage à l'éthanol sert à la déshydratation des échantillons. Ensuite les échantillons sont immergés dans deux baignoires successives de xylène (1h30 pour chaque baignoire) pour se débarrasser de l'alcool, éliminer les graisses et rendre la pièce transparente (éclaircissement), cette étape est suivie par une

MATERIEL ET METHODES

infiltration par la paraffine chauffée à 56°C (deux bains) afin de solidifier le tissu (2 heure pour chaque bain).



Figure 14: Automate de traitement tissulaire (Leica)

3.3.2.3 Inclusion et confection des blocs

Les échantillons sont placés dans des cassettes, puis imprégnés dans des moules en acier inoxydable préchauffés avec de la paraffine chaude (56°C). Une fois refroidi, un bloc de paraffine solide est obtenu, à l'intérieur duquel la pièce prélevée est incluse.



Figure 15: Station d'enrobage (Leica)

MATERIEL ET METHODES

3.3.2.4 Confection des coupes

Les blocs sont d'abord taillés, puis coupés à une épaisseur de 5 μm à l'aide d'un microtome rotatif. Ensuite, ces coupes sont étalées dans un bain-marie (45-50°C), collées sur des lames et enfin séchées à 60°C pendant 1 heure.

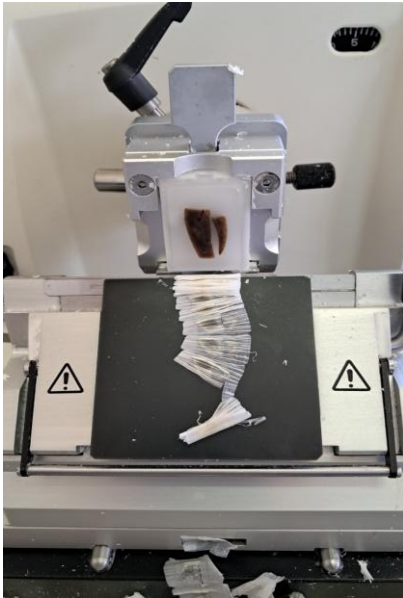


Figure 16: Microtome



Figure 17: Bain marie

3.3.2.5 Coloration

Les lames ont été colorées en utilisant la méthode de coloration Hématoxyline-Éosine (H&E) (Figure 18 et 19), où l'hématoxyline colore les noyaux (violet) et l'éosine colore le cytoplasme (rose). Cette procédure de coloration a été réalisée conformément au protocole mentionné dans la Figure 20.

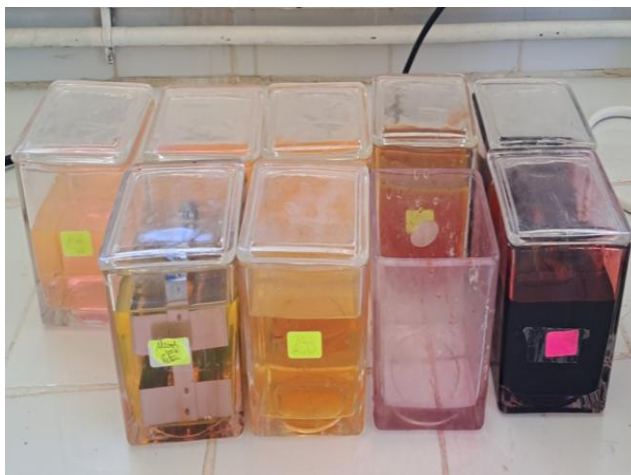


Figure 18: Les bacs de colorations



Figure 19: Les lames histologiques colorées

MATERIEL ET METHODES

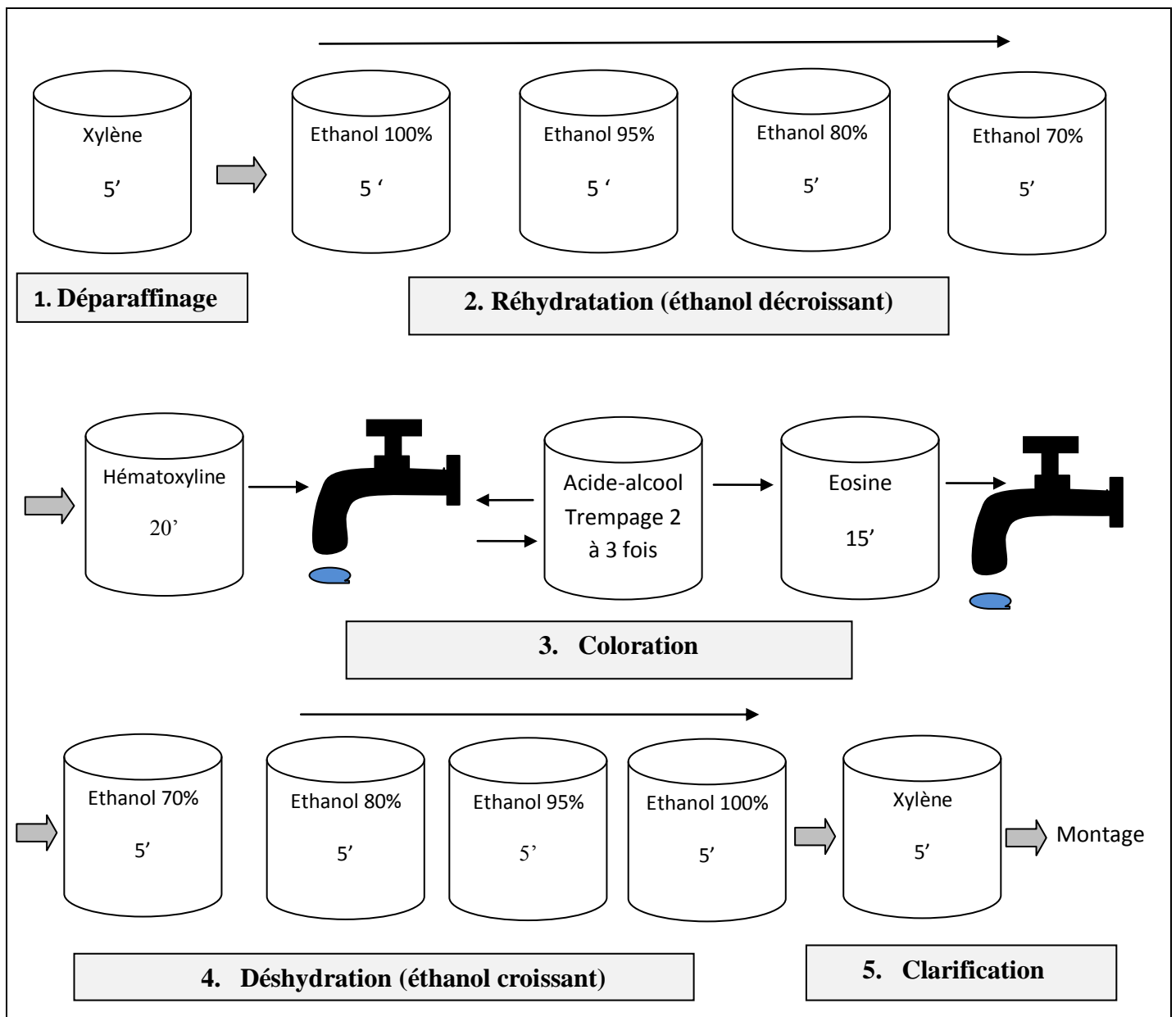


Figure 20: Schéma explicatif du protocole de coloration des lames histologiques

3.3.2.6 Lecture

Les lames colorées sont placées sous un microscope optique (Primo Star) relié à un ordinateur pour l'observation.

3.3.3 Les analyses statistiques

Le test exact de Fisher a été utilisé pour étudier l'effet de l'âge et du sexe sur l'apparition des lésions hépatiques, ainsi que pour voir la relation entre les différentes lésions.

MATERIEL ET METHODES

Pour étudier l'impact des lésions hépatiques sur la variation des paramètres biochimiques, le test de Mann Whitney a été utilisé. La moyenne dans ce dernier peut être remplacée par la médiane et la différence devient approximativement une différence des médianes.

RESULTATS

1. L'ETUDE BIOCHIMIQUE

RESULTATS

1. Les ovins de race locale croisée

Les valeurs moyennes des paramètres biochimiques hépatiques chez les ovins de race locale croisée ainsi que leurs plages de valeurs minimales et maximales sont présentées dans le tableau 08.

Tableau 08: Les marqueurs hépatiques chez les ovins de race locale croisée

Les paramètres	Moyenne ± Ecart Type	Minimum	Maximum
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	33,6 ± 31,33	4,57	244,88
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	140,10 ± 139,25	32,83	1225,90
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	115,02 ± 72,72	20,45	87,92
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	47,52 ± 10,71	20,45	87,92
Albumine (ALB) (g/L)	32,67 ± 5,04	17,63	41,94
Protéine Totale (PT) (g/L)	57,76 ± 9,88	32,18	80,75
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	0,34 ± 0,16	0,02	0,79
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	0,65 ± 0,27	0,08	1,66

Le tableau ci-dessus synthétise les valeurs moyennes ainsi que les valeurs minimales et maximales des paramètres biochimiques analysés chez les ovins. Les valeurs moyennes de l'ALAT, l'ASAT, la PAL, la GGT, l'ALB, les PT, la BD et la BT étaient 33,61 ± 31,33 U/L, 140,10 ± 139,25 U/L, 115,02 ± 72,72 U/L, 47,52 ± 10,71 U/L, 32,67 ± 5,04 g/L, 57,76 ± 9,88 g/L, 0,34 ± 0,16 mg/L, 0,65 ± 0,27 mg/L respectivement.

2. Les ovins de race Rembi

Les valeurs moyennes des paramètres biochimiques hépatiques chez les ovins de race Rembi ainsi que leurs plages de valeurs minimales et maximales sont présentées dans le tableau 09.

RESULTATS

Tableau 09: Les marqueurs hépatiques chez les ovins de race Rembi

Les paramètres	Moyenne ± Ecart Type	Minimum	Maximum
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	20,58 ± 6,06	10	49
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	94,75 ± 25,26	59	249
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	183,57 ± 172,28	37	631
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	51,74 ± 19,07	24	100
Albumine (ALB) (g/L)	31,46 ± 3,35	24	37
Protéine Totale (PT) (g/L)	62,81 ± 8,24	47	84
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	1	-	-
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	2	-	-

3. Les bovins

Les valeurs moyennes des paramètres biochimiques hépatiques chez les bovins ainsi que leurs plages de valeurs minimales et maximales sont présentées dans le tableau 10.

Tableau 10: Les marqueurs hépatiques chez les bovins

Les paramètres	Moyenne ± Ecart Type	Minimum	Maximum
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	20,23 ± 8,48	4,35	44,30
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	64,86 ± 26,46	34	203,08
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	49,07 ± 34,43	14	192,42
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	19,56 ± 9,51	8	85,81
Albumine (ALB) (g/L)	33,79 ± 4,45	19,9	42,86
Protéine Totale (PT) (g/L)	68,79 ± 10,06	36,52	94,87
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	0,95 ± 0,48	0,27	3,95
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	7,27 ± 1,66	3,79	14

Les valeurs moyennes de l'ALAT, l'ASAT, la PAL, la GGT, l'ALB, les PT, la BD et la BT étaient 20,23 ± 8,48 U/L ; 64,86 ± 26,46 U/L ; 49,07 ± 34,43 U/L ; 19,56 ± 9,51 U/L ; 33,79 ± 4,45 g/L ; 68,79 ± 10,06 g/L ; 0,95 ± 0,48 mg/L ; 7,27 ± 1,66 mg/L respectivement.

RESULTATS

4. Effet de l'âge

4.1 Chez les ovins de race locale croisée

Les résultats de l'effet de l'âge sur les paramètres biochimiques hépatiques chez les femelles et les mâles de race locale croisée sont présentés dans les tableaux 11 et 12 respectivement.

Tableau 11: Effet de l'âge sur les marqueurs hépatiques chez les femelles de race locale croisée

Les paramètres	Age						
	3 Mois		6 Mois		Adulte		P VALUE
	N	M ± ET	N	M ± ET	N	M ± ET	
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	23	35.24 (26.84) ^a ± 17.69	29	18.59 (17.38) ^b ± 5.06	32	23.21 (23.18) ^c ± 5.06	< 0.001
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	26	146.2 (127.41) ^a ± 63.09	30	85.24 (79.37) ^b ± 26.29	32	87.59 (83.28) ^b ± 19.60	< 0.001
Phosphatase Alcaline (PAL) (U/L)	37	146.52 (132.85) ^a ± 63.68	28	93.27 (79.00) ^b ± 42.20	31	66.33 (60.20) ^c ± 27.28	< 0.001
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	35	47.49 ^a ± 8.66	29	41.65 ^b ± 9.77	31	51.83 ^a ± 7.94	< 0.001
Albumine (ALB) (g/L)	36	34.07 ^a ± 3.57	28	32.60 ^{ab} ± 4.79	32	30.49 ^b ± 5.07	0.005
Protéine Totale (PT) (g/L)	37	53.26 ^b ± 7.25	28	60.00 ^a ± 9.58	31	59.65 ^a ± 7.96	0,001
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	37	0.42 ^a ± 0.15	29	0.21 ^b ± 0.13	32	0.41 ^a ± 0.14	< 0.001
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	34	0.79 ^a ± 0.24	26	0.45 ^c ± 0.21	30	0.61 ^b ± 0.15	< 0.001

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes dans la même ligne avec les différents lettres sont significativement différentes ($p < 0,05$). La valeur entre parenthèses est la médiane de la variable transformée.

Chez les femelles, l'âge a un effet significatif ($p < 0,001$) sur l'ensemble des paramètres. Les valeurs de l'ASAT (146.21 ± 63.09 U/L) et de l'ALAT (35.24 ± 17.69 U/L) sont plus élevées chez le groupe de 3 mois par rapport au groupe de 6 mois ($p < 0,001$) et aux adultes (ASAT : $p < 0,001$, ALAT : $p = 0,003$). En outre les femelles adultes présentent des taux d'ALAT supérieurs à ceux trouvés chez les femelles de 6 mois ($p = 0,025$). Tandis que les niveaux de PAL diminuent ($p < 0,001$) avec l'âge.

Concernant les niveaux de GGT, les taux les plus bas ont été constatés dans le groupe de 6 mois (41.65 ± 9.77 U/L) par rapport au groupe de 3 mois ($p = 0,026$) et aux adultes ($p < 0,001$). De plus les niveaux d'albumine (34.07 ± 3.57 U/L) ($p = 0,004$) et de bilirubine totale (0.79 ± 0.24 mg/L) ($p = 0,002$) sont plus élevés chez le groupe de 3 mois en comparaison aux adultes. Toutefois les animaux de 6 mois présentent une concentration de bilirubine totale inférieure à

RESULTATS

celle des animaux de 3 mois ($p < 0,001$) et des adultes ($p = 0,009$). Les niveaux de protéines totales (53.26 ± 7.25 U/L) chez les agnelles étaient inférieurs à ceux des pubères ($p = 0,004$) et des adultes ($p = 0,005$). Cependant les valeurs de bilirubine directe (0.21 ± 0.13 mg/L) les plus basses ($p < 0,001$) ont été observées à l'âge de 6 mois.

Tableau 12: Effet de l'âge sur les marqueurs hépatiques chez les mâles de race locale croisée

Les paramètres	Age						P VALUE
	3 Mois		6 Mois		Adulte		
	N	M \pm ET	N	M \pm ET	N	M \pm ET	
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	30	39.12 (33.40) ^a ± 22.36	30	22.52 (22.42) ^b ± 5.10	22	24.26 (24.89) ^b ± 7.67	0.001
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	24	128.04 (111.44) ^a ± 55.19	31	92.23 (91.87) ^b ± 18.43	21	96.82 (98.19) ^{ab} ± 26.87	0.012
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	36	203.17(200.63) ^a ± 74.67	31	117.41 (109.29) ^b ± 47.21	22	58.78 (56.78) ^c ± 26.00	< 0.001
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	36	49.11 ^a ± 8.81	31	46.87 ^a ± 9.64	22	46.22 ^a ± 16.96	0.595
Albumine (ALB) (g/L)	36	33.43 ^a ± 4.59	31	33.84 ^a ± 4.81	22	31.04 ^a ± 7.17	0.150
Protéine Totale (PT) (g/L)	36	54.79 ^b ± 8.57	30	62.26 ^a ± 8.20	17	67.70 ^a ± 7.66	< 0.001
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	36	0.41 ^a ± 0.15	30	0.22 ^b ± 0.11	20	0.20 ^b ± 0.13	< 0.001
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	36	0.65 ^a ± 0.21	31	0.59 ^a ± 0.25	22	0.55 ^a ± 0.28	0.337

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes dans la même ligne avec les différentes lettres sont significativement différentes ($p < 0,05$). La valeur entre parenthèses est la médiane de la variable transformée.

Chez les mâles, l'activité de l'ASAT (128.04 ± 55.19 U/L) est élevée dans le groupe de 3 mois par rapport au groupe de 6 mois ($p = 0,014$). La quantité de l'ALAT (39.12 ± 22.36 U/L) présente également une élévation chez les agneaux de 3 mois par rapport aux animaux de 6 mois ($p = 0,002$) et aux adultes ($p = 0,014$). Tandis que les niveaux de PAL diminuent ($p < 0,001$) avec l'âge. Les niveaux de protéines totales (54.79 ± 8.57 g/L) chez les agneaux étaient inférieurs à ceux des pubères ($p = 0,002$) et des adultes ($p < 0,001$). Les concentrations plasmatiques de bilirubine directe (0.41 ± 0.15 mg/L) étaient plus élevées à 3 mois ($p < 0,001$) par rapport aux deux autres groupes. Les niveaux de GGT, d'albumine et de bilirubine totale ne présentent aucune différence significative entre les différents groupes d'âge chez les mâles.

RESULTATS

4.2 Chez les ovins de race Rembi

Les résultats de l'analyse des marqueurs hépatiques chez les femelles et les mâles de race Rembi sont présentés en fonction de l'âge dans les tableaux 13 et 14 respectivement.

Tableau 13: Effet de l'âge sur les marqueurs hépatiques chez les femelles ovins de race Rembi

Les paramètres	Age				P VALUE
	Jeune		Adulte		
	N	M ± ET	N	M ± ET	
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	9	14,44*** ± 2,60	18	21,06*** ± 4,30	< 0.001
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	8	107,50** ± 5,55	18	87,50** ± 17,26	0,004
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	10	517,70*** ± 63,34	18	127,56*** ± 58,52	< 0.001
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	10	84,40*** ± 11,04	18	45,00*** ± 11,06	< 0.001
Albumine (ALB) (g/L)	10	32,60 ± 2,01	18	31,11 ± 3,02	0,177
Protéine Totale (PT) (g/L)	10	58,30* ± 2,75	18	65,61* ± 9,52	0,026
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	10	1	18	1	> 0,05
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	10	2	18	2	> 0,05

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes dans la même ligne avec les différents astérisques (*) sont significativement différentes (* : p < 0,05, ** : p < 0.01, ***: p < 0,001).

Chez les femelles de race Rembi, les taux de l'ASAT (87,50 ± 17,26 U/L), de la PAL (517,70 ± 63,34 U/L) et de la GGT (84,40 ± 11,04 U/L) sont significativement plus élevés (P < 0.05) chez les jeunes animaux. Tandis que les niveaux d'ALAT (21,06 ± 4,30 U/L) et de PT (65,61 ± 9,52 g/L) sont significativement plus importantes chez les adultes. Par ailleurs les valeurs de BT, de BD et d'albumine ne montrent pas de différence significative entre les groupes d'âge.

RESULTATS

Tableau 14: Les marqueurs hépatiques chez les mâles de race Rembi

Les paramètres	Age	
	Jeune (N = 2)	Adulte (N = 7)
	M ± ET	M ± ET
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	16,50 ± 6,36	24,43 ± 4,35
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	97,50 ± 13,43	96,43 ± 18,22
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	514,50 ± 142,12	182,71 ± 157,09
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	98,00 ± 1,4	50,14 ± 9,92
Albumine (ALB) (g/L)	33,50 ± 0,70	30,29 ± 4,15
Protéine Totale (PT) (g/L)	57,50 ± 0,70	65,86 ± 10,20
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	1	1
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	2	2

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. NB : chez les mâles (effet d'âge) le test de comparaison n'a pas été fait suite au nombre réduit d'effectif male

Chez les mâles, la concentration de PAL est plus de 2 fois supérieure chez les jeunes ($514,50 \pm 142,12$ U/L) par rapport aux adultes ($182,71 \pm 157,09$ U/L). De plus les taux de GGT, d'albumine et d'ASAT sont légèrement plus élevés chez les jeunes. En revanche, les valeurs les plus basses d'ALAT et de PT ont été enregistrées chez les jeunes comparativement aux adultes. Les taux de bilirubine (directe, totale) sont similaires entre les groupes d'âge.

4.3 Chez les bovins

Le tableau ci-dessous (tableau 15) présente les résultats de l'influence de l'âge sur les paramètres biochimiques hépatiques chez les vaches.

RESULTATS

Tableau 15: Effet de l'âge sur les marqueurs hépatiques chez les vaches

Les paramètres	N	AGE ≤ 3	N	3 < AGE < 5	N	5 ≤ AGE < 6	N	AGE ≥ 6	P VALUE
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	18	13,16±5,4 ^a	37	25,67±7,06 ^b	16	18,79±4,67 ^c	22	17,41±5,94 ^{ac}	< 0,001
Aspartate Aminotransférase (ASAT)(U/L)	16	58,53±14,10	36	60,68±13,03	15	61,17±19,69	23	60,40±12,69	0,956
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	16	50,17±11,75 ^a	34	33,10±12,37 ^b	15	35,88±17,27 ^b	22	35,20±13,17 ^b	0,001
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	18	17,03±4,19 ^a	35	16,46±4,65 ^a	16	17,50±6,82 ^a	23	24,60±5,89 ^b	< 0,001
Albumine (ALB) (g/L)	18	36,78±3,17 ^a	37	31,47±2,91 ^b	16	31,54±5,47 ^b	24	35,17±4,44 ^a	< 0,001
Protéine Totale (PT) (g/L)	18	69,41±6,97 ^{ab}	37	64,87±8,44 ^a	16	66,11±12,48 ^a	24	75,14±9,5 ^b	0,001
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	18	0,86±0,33 ^{ab}	37	1,07±0,44 ^a	16	1,00±0,43 ^{ab}	23	0,78± 0,24 ^b	0,024
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	14	7,51±1,01 ^b	37	6,55±0,63 ^a	16	6,86±1,73 ^{ab}	23	7,48± 1,53 ^b	0,013

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes dans la même ligne avec les différentes lettres sont significativement différentes ($p < 0,05$).

Les valeurs maximales de la PAL, de l'albumine et de la bilirubine totale ont été observées chez les jeunes femelles (dont l'âge est inférieur ou égal à 3 ans) avec $50,17 \pm 11,75$ U/L; $36,78 \pm 3,17$ g/L; $7,51 \pm 1,01$ mg/L respectivement. Cependant, les valeurs les plus basses de ces paramètres ont été enregistrées chez les vaches dont l'âge se situe entre 3 et 5 ans avec $33,10 \pm 12,37$ U/L; $31,47 \pm 2,91$ g/L; $6,55 \pm 0,63$ mg/L respectivement. Les taux élevés d'ALAT et de bilirubine directe ont été observés chez les vaches de 3 et 5 ans avec $25,67 \pm 7,06$ U/L; $1,07 \pm 0,44$ mg/L respectivement. Les concentrations maximales de GGT et des protéines totales ont été trouvées chez les femelles âgées (dont l'âge est supérieur ou égal 6 ans) avec $24,60 \pm 5,89$ U/L; $75,14 \pm 9,51$ g/L respectivement. Tandis que leurs valeurs basses ont été trouvées chez les vaches âgées (entre 3 et 5 ans) avec $16,46 \pm 4,65$ U/L; $64,87 \pm 8,4$ g/L respectivement.

5. Effet du sexe

5.1 Chez les ovins de race locale croisée

Les résultats des paramètres biochimiques hépatiques chez les ovins de 3 mois, de 6 mois et des adultes de race locale croisée sont rapportés selon leur sexe dans les tableaux 16, 17 et 18 respectivement.

RESULTATS

Tableau 16: Effet du sexe sur les marqueurs hépatiques chez les ovins de 3 mois de race locale croisée

Les paramètres	Le sexe				
	Mâle		Femelle		P VALUE
	N	M ± ET	N	M ± ET	
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	36	57.93 ± 51.91	37	53.93 ± 40.31	0.713
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	36	225 ± 215.42	37	254.22 ± 197.46	0.548
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	36	203.17** ± 74.67	37	146.52** ± 63.68	< 0.001
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	36	49.11 ± 8.81	37	48.99 ± 10.55	0.960
Albumine (ALB) (g/L)	36	33.43 ± 4.59	37	33.72 ± 4.12	0.780
Protéine Totale (PT) (g/L)	29	58.14* ± 5.33	29	54.13* ± 4.61	0.003
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	36	0.41 ± 0.15	37	0.42 ± 0.15	0.735
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	35	0.63* ± 0.18	35	0.80* ± 0.25	0.001

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes dans la même ligne avec les différents astérisques (*) sont significativement différentes (* :p < 0,01, ** :p < 0,001).

Chez les ovins de 3 mois, on observe une augmentation significative du taux de PAL (203.17 ± 74.67 U/L) (p < 0,001) et de protéines totales (58.14 ± 5.33 g/L) (p = 0,003) chez les mâles. Tandis que les femelles présentent des niveaux de bilirubine totale plus élevés (0.80 ± 0.25 mg/L) (p = 0,001).

Tableau 17: Effet du sexe sur les marqueurs hépatiques chez les ovins de 6 mois de race locale croisée

Les paramètres	Le sexe				
	Mâle		Femelle		P VALUE
	N	M ± ET	N	M ± ET	
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	29	22.16* ± 4.77	28	18.21* ± 4.71	0.002
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	31	92.23 ± 18.43	30	85.24 ± 26.29	0.233
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	28	124.67**(115.34) ± 43.69	25	83.10**(73.36) ± 31.33	< 0.001
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	31	46.87 ± 9.64	30	42.56 ± 10.82	0.106
Albumine (ALB) (g/L)	31	33.84 ± 4.81	30	31.71 ± 5.75	0.121
Protéine Totale (PT) (g/L)	31	61.52 ± 9.67	30	58.22 ± 11.44	0.227
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	31	0.24 ± 0.13	30	0.23 ± 0.17	0.929
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	31	0.59 ± 0.25	30	0.54 ± 0.31	0.461

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes dans la même ligne avec les différents astérisques (*) sont significativement différentes (* :p < 0,01, ** :p < 0,001).

RESULTATS

Chez les animaux de 6 mois, les niveaux d'ALAT (22.16 ± 4.77 U/L) ($p = 0,002$) et de PAL (124.67 ± 43.69 U/L) ($p < 0,001$) sont plus élevés chez les mâles en comparaison avec les femelles.

Tableau 18: Effet du sexe sur les marqueurs hépatiques chez les ovins adultes de race locale croisée

Les paramètres	Le sexe				P VALUE
	Mâle		Femelle		
	N	M \pm ET	N	M \pm ET	
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	22	24.26 \pm 7.67	32	23.21 \pm 5.06	0.549
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	22	93.91 \pm 29.56	32	87.59 \pm 19.59	0.349
Phosphatase Alcaline (PAL) (U/L)	22	58.78 \pm 26	32	64.91 \pm 28.01	0.420
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	22	46.22 \pm 16.96	32	52.71 \pm 9.25	0.076
Albumine (ALB) (g/L)	22	31.04 \pm 7.17	32	30.49 \pm 5.07	0.740
Protéine Totale (PT) (g/L)	22	60.81 \pm 14.71	32	59.01 \pm 8.63	0.573
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	22	0.23** \pm 0.18	32	0.41** \pm 0.14	< 0.001
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	22	0.55 \pm 0.28	32	0.65 \pm 0.2	0.156

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes dans la même ligne avec les différents astérisques (*) sont significativement différentes ($p < 0,001$).

Chez les adultes, seule la concentration de la bilirubine directe (0.41 ± 0.14 mg/L) présente une augmentation significative ($p < 0,001$) chez les femelles par rapport aux mâles.

5.2 Chez les ovins de race Rembi

Les résultats de l'analyse des paramètres biochimiques hépatiques chez les ovins adultes et les jeunes de race Rembi sont présentés selon le sexe dans les tableaux 19 et 20 respectivement.

RESULTATS

Tableau 19: Effet du sexe sur les marqueurs hépatiques chez les ovins adultes de race Rembi

Les paramètres	Le sexe				
	Mâle		Femelle		P VALUE
	N	M ± ET	N	M ± ET	
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	7	24,43 ± 4,35	18	21,06 ± 4,30	0.09
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	7	96,43 ± 18,22	18	87,50 ± 17,26	0.26
Phosphatase Alcaline (PAL) (U/L)	6	128,00 ± 66,84	18	127,56 ± 58,52	0.58
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	6	47,17 ± 6,61	18	45,00 ± 11,06	0.95
Albumine (ALB) (g/L)	7	30,29 ± 4,15	18	31,11 ± 3,02	0.98
Protéine Totale (PT) (g/L)	7	65,86 ± 10,20	18	65,61 ± 9,52	0.65
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	7	1	18	1	> 0.05
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	7	2	18	2	> 0.05

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type.

L'étude montre que le sexe des animaux n'a aucun effet significatif ($P \leq 0.05$) sur les paramètres biochimiques sanguins chez les adultes de race Rembi.

Tableau 20: Les marqueurs hépatiques chez les jeunes ovins de race Rembi

Les paramètres	Le sexe	
	Mâle (N = 2)	Femelle (N = 10)
	M ± ET	M ± ET
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	16,50 ± 6,36	17,90 ± 11,20
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	97,50 ± 13,43	125,60 ± 45,36
Phosphatase Alcaline (PAL) (U/L)	514,50 ± 142,12	517,70 ± 63,34
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	98,00 ± 1,41	84,40 ± 11,04
Albumine (ALB) (g/L)	33,50 ± 0,70	32,60 ± 2,01
Protéine Totale (PT) (g/L)	57,50 ± 0,70	58,30 ± 2,75
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	1	1
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	2	2

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type.

Chez les jeunes ovins, la valeur moyenne d'ASAT la plus élevée a été enregistrée chez les femelles ($125,60 \pm 45,36$ U/L). Par contre la concentration de GGT est plus importante chez les mâles ($98,00 \pm 1,41$ U/L), les autres paramètres sont presque similaires entre les deux sexes.

RESULTATS

5.3 Effet du sexe chez les bovins

Les résultats de l'analyse des paramètres biochimiques hépatiques chez les bovins sont présentés selon le sexe dans le tableau ci-dessous (Tableau 21).

Tableau 21: Effet du sexe sur les marqueurs hépatiques chez les bovins

Les paramètres	N	Femelle	N	Mâle	P VALUE
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	24	66,74 ± 18,50	10	58,32 ± 13,68	0,205
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	25	19,16 ± 6,41	11	16,94 ± 8,85	0,401
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	22	31,60 ± 11,35**	11	80,98 ± 33,71**	< 0,001
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	24	19,87 ± 6,85	11	15,82 ± 4,43	0,083
Albumine (ALB) (g/L)	25	31,85 ± 4,99*	11	36,96 ± 3,28*	0,004
Protéine Totale (PT) (g/L)	25	67,26 ± 10,47	11	71,03 ± 10,54	0,328
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	22	6,83 ± 0,79	11	7,34 ± 1,12	0,135
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	24	1,01 ± 0,49	10	0,72 ± 0,14	0,078

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes dans la même ligne avec les différents astérisques (*) sont significativement différentes (* : $p < 0,01$; ** : $p < 0,001$).

Les résultats selon le sexe montrent une augmentation significative de la valeur de la PAL (80,98 ± 33,71 U/L) et de l'albumine (36,96 ± 3,28 g/L) chez les mâles par rapport aux femelles. Tandis que les autres paramètres demeurent similaires entre les deux sexes.

6. Effet de l'état physiologique

6.1 Chez les ovins de race locale croisée

Les résultats de l'analyse des paramètres hépatiques en fonction de l'état physiologique des femelles de race locale croisée sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 22).

RESULTATS

Tableau 22: Effet de l'état physiologique des femelles de race locale croisée sur les marqueurs hépatiques

Les paramètres	Gestante		Allaitante		P VALUE
	N	M ± ET	N	M ± ET	
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	30	24.84 ± 4.69	32	23.21 ± 5.06	0.196
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	30	91.72 ± 19.79	32	87.59 ± 19.59	0.413
Phosphatase Alcaline (PAL) (U/L)	30	76.23 ± 36.51	32	64.91 ± 28.01	0.174
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	30	44.88** ± 6.64	28	52.35** ± 6.23	< 0.001
Albumine (ALB) (g/L)	30	33.77* ± 2.98	29	30.75* ± 4.33	0.003
Protéine Totale (PT) (g/L)	30	58.97 ± 7.12	32	59.01 ± 8.63	0.984
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	30	0.37 ± 0.13	32	0.41 ± 0.14	0.284
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	30	0.70 ± 0.26	32	0.65 ± 0.20	0.346

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes dans la même ligne avec les différents astérisques (*) sont significativement différentes (* : p < 0,01, ** p < 0,001).

Le stade reproductif a un effet notable, entraînant une augmentation des concentrations de la GGT (52.35 ± 6.23 U/L) (P < 0,001) et une diminution du taux d'albumine (30.75 ± 4.33 g/L) (p = 0,003) chez les brebis allaitantes (non gestantes) en comparaison avec les brebis gestantes et aucune différence statistique n'a été observée pour les autres paramètres.

6.2 Chez les ovins de race Rembi

Les résultats de l'analyse des paramètres hépatiques en fonction de l'état physiologique des femelles de race Rembi sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 23).

Tableau 23: Effet du l'état physiologique des femelles de race Rembi sur les marqueurs hépatiques

Les paramètres	Le stade physiologique						P VALUE
	Gestante		Non Gravide		Allaitante		
	N	M ± SD	N	M ± SD	N	M ± SD	
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	23	20,2 ± 4	18	21 ± 4,3	9	21,3 ± 6,3	0,78
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	23	86,9 ± 12	18	87,5 ± 17,2	9	93 ± 17,7	0,58
Phosphatase Alcaline (PAL) (U/L)	22	68,7 ± 23,7 ^a (63)	18	127 ± 58,5 ^b (117)	9	124 ± 57 ^b (113)	< 0,001
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	22	39 ± 5,2 ^a (40)	15	48,5 ± 8,1 ^b (48)	9	50,2 ± 11,2 ^b (55)	< 0,001
Albumine (ALB) (g/L)	23	31,3 ± 3,4	18	31,1 ± 3	9	31,7 ± 4,5	0,89
Protéine Totale (PT) (g/L)	23	61,2 ± 5,9	18	65,6 ± 9,5	9	65 ± 11,4	0,23
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	23	1	18	1	9	1	> 0.05
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	23	2	18	2	9	2	> 0.05

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes dans la même ligne avec les différentes lettres sont significativement différentes (p < 0,05). La valeur entre parenthèses est la médiane de la variable transformée.

RESULTATS

L'examen basé sur le stade physiologique des femelles révèle des variations significatives ($P < 0,001$) uniquement pour les activités de GGT et de PAL, montrant une augmentation chez les brebis non gravides et en lactation. Aucune différence statistique n'a été observée pour les autres paramètres.

6.3 Chez les bovins

Les résultats de l'analyse des marqueurs hépatiques sont présentés selon l'état physiologique des femelles dans le tableau ci-dessous (Tableau 24).

Tableau 24: Effet de l'état physiologique sur les marqueurs hépatiques chez les vaches

Les paramètres	Non Gravide		Gestante						P VALUE
			1 ^{er} Tiers		2 ^{ème} Tiers		3 ^{ème} Tiers		
	N	M ± ET	N	M ± ET	N	M ± ET	N	M ± ET	
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	25	19,16±6,41 ^{ab}	22	24,59±7,90 ^a	21	23,42±9,31 ^a	27	16,51±7,83 ^b	0,002
Aspartate Aminotransférase (ASAT)(U/L)	25	69,91±24,09	22	66,01±31,74	21	56,29±7,92	27	63,20±22,96	0,263
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	25	41,31±32,36	22	48,40±37,57	21	45,09±29,66	27	46,90±32,55	0,892
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	25	22,51±14,79	22	19,55±6,72	21	21,79±9,60	27	16,65±4,62	0,139
Albumine (ALB) (g/L)	25	31,85±4,99 ^b	22	32,20±3,61 ^{ab}	21	34,65±3,90 ^{ab}	27	34,93±4,32 ^a	0,02
Protéine Totale (PT) (g/L)	25	67,26±10,47	22	68,16±10,93	21	71,22±11,28	27	67,92±7,76	0,57
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	25	1,13±0,76	22	0,95±0,45	21	0,89±0,33	27	0,94±0,29	0,35
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	25	7,30±1,56	22	6,79±1,18	21	7,01±1,56	27	7,83±2,19	0,163

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes dans la même ligne avec les différentes lettres sont significativement différentes ($p < 0,05$)

Les résultats selon l'état physiologique des femelles montrent une diminution significative de l'activité de l'ALAT chez les vaches en dernier tiers de gestation (tarissement) ($16,51 \pm 7,83$ U/L) par rapport aux autres stades physiologiques. Tandis que la valeur la plus élevée a été observée chez les femelles en premier tiers de gestation ($24,59 \pm 7,90$ U/L). La concentration maximale d'albumine a été observée au cours de gestation et principalement durant le dernier tiers de gestation ($34,93 \pm 4,32$ g/L). Cependant la valeur moyenne la plus basse d'albumine a été trouvée chez les vaches non gravides ($31,85 \pm 4,99$ g/L).

RESULTATS

7. Effet de la note d'état corporel

7.1 Chez les ovins de race Rembi

Les résultats de l'analyse des paramètres hépatiques selon la note d'état corporel des femelles de race Rembi sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 25).

Tableau 25: Effet de la note d'état corporel sur les marqueurs hépatiques chez les brebis Rembi

Les paramètres	La note d'état corporel			
	BCS < 2.5	2.5 ≤ BCS < 3	BCS ≥ 3	P
	M ± ET N = 12	M ± ET N = 22	M ± ET N = 16	VALUE
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	19,2 ± 5	21 ± 3,9	21,3 ± 4,8	0,42
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	84,6 ± 17,4	87,2 ± 13,6	92,3 ± 14,9	0,38
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	121 ± 69,6	103 ± 53	90,6 ± 50,3	0,36
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	39,5 ± 8,4	45,4 ± 10,9	44,1 ± 8,8	0,24
Albumine (ALB) (g/L)	30,5 ± 4,1	31,6 ± 2,9	31,4 ± 3,7	0,69
Protéine Totale (PT) (g/L)	60,3 ± 7,7	65,2 ± 9,4	63,5 ± 7,6	0,28
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	1	1	1	> 0.05
Bilirubine Totale (BD) (mg/L)	2	2	2	> 0.05

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type ; BCS : body condition score.

L'examen basé sur la note d'état corporel des femelles ne montre aucune variation significative entre les groupes.

7.2 Chez les bovins

Les résultats de l'analyse des paramètres hépatiques sont présentés en fonction de la note d'état corporel dans le tableau ci-dessous :

RESULTATS

Tableau 26: Effet de la note d'état corporel sur les marqueurs hépatiques chez les vaches

Les paramètres	N	BCS ≤ 2,5	N	2,75 ≤ BCS ≤ 3	N	BCS ≥ 3,5	P VALUE
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	29	20,61 ± 6,42 ^{ab}	37	23,54 ± 9,02 ^a	29	16,86 ± 8,09 ^b	0,005
Aspartate Aminotransférase (ASAT) (U/L)	27	61,90 ± 11,18	36	59,23 ± 14,71	27	58,59 ± 13,71	0,625
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	27	31,54 ± 12,19 ^a	34	34,75 ± 12,40 ^a	26	47,56 ± 18,44 ^b	≤ 0,001
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	29	20,92 ± 14,30	37	20,72 ± 7,90	29	18,15 ± 6,02	0,484
Albumine (ALB) (g/L)	29	31,85 ± 4,40 ^a	37	32,64 ± 4,61 ^a	29	36,00 ± 3,04 ^b	≤ 0,001
Protéine Totale (PT) (g/L)	29	67,09 ± 11,37	37	67,28 ± 9,22	29	71,57 ± 9,24	0,147
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	26	0,74 ± 0,31 ^a	35	0,99 ± 0,33 ^b	27	0,90 ± 0,31 ^{ab}	0,014
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	22	7,04 ± 0,78 ^{ab}	34	6,65 ± 1,04 ^a	26	7,40 ± 1,35 ^b	0,037

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. BCS : body condition score. Les valeurs moyennes dans la même ligne avec les différentes lettres sont significativement différentes ($p < 0,05$).

D'après le tableau ci-dessus, les concentrations d'ALAT et de la bilirubine directe sont plus élevées chez les vaches dont la note d'état corporel se situe entre 2,75 et 3 avec $23,54 \pm 9,02$ U/L ; $0,99 \pm 0,33$ mg/L respectivement. Alors que les valeurs les plus basses ont été notées chez les vaches ayant une note d'état corporel supérieure ou égale 3,5 pour l'ALAT ($16,86 \pm 8,09$ U/L) et inférieure ou égale 2,5 pour la bilirubine directe ($0,74 \pm 0,31$ mg/L). Les taux de PAL, d'albumine et de la bilirubine totale sont élevés chez les vaches grasses ($BCS \geq 3,5$) avec $47,56 \pm 18,44$ U/L ; $36,00 \pm 3,04$ g/L ; $7,40 \pm 1,35$ mg/L respectivement, et les valeurs plus basses ont été enregistrées chez les vaches maigres ($BCS \leq 2,5$) avec $31,54 \pm 12,19$ U/L ; $31,85 \pm 4,40$ g/L respectivement. Cependant la valeur minimale de la bilirubine totale est observée chez les femelles dont la note d'état corporel se situe entre 2,75 et 3 avec une concentration de $6,65 \pm 1,04$ mg/L.

8. Effet de la race

8.1 Chez les bovins

Les résultats de l'analyse des marqueurs hépatiques sont présentés en fonction de la race dans le tableau ci-dessous:

RESULTATS

Tableau 27: Effet de la race sur les marqueurs hépatiques chez les vaches

Les paramètres	La race						P VALUE
	Montbéliarde		Prim'Holstein		Normande		
	N	M ± ET	N	M ± ET	N	M ± ET	
Alanine Aminotransférase (ALAT) (U/L)	53	23,71 ± 8,90 ^a	29	18,55 ± 5,22 ^b	13	12,55 ± 4,82 ^c	< 0,001
Aspartate Aminotransférase (ASAT)(U/L)	51	61,35 ± 13,57	27	57,36 ± 11,64	12	58,97 ± 16,10	0,446
Phosphatase Alkaline (PAL) (U/L)	45	33,26 ± 11,28 ^b	28	35,26 ± 14,57 ^b	12	51,82 ± 12,72 ^a	< 0,001
Gamma Glutamyl Transférase (GGT) (U/L)	47	17,71 ± 4,88 ^{ab}	28	20,28 ± 7,10 ^a	13	15,49 ± 3,51 ^b	0,029
Albumine (ALB) (g/L)	53	33,06 ± 3,83 ^b	29	32,58 ± 5,36 ^b	13	36,79 ± 2,96 ^a	0,010
Protéine Totale (PT) (g/L)	53	69,39 ± 10,66	29	67,24 ± 10,61	13	67,94 ± 5,06	0,639
Bilirubine Directe (BD) (mg/L)	51	1,04 ± 0,41 ^a	27	0,73 ± 0,26 ^b	13	0,91 ± 0,31 ^{ab}	0,002
Bilirubine Totale (BT) (mg/L)	49	6,68 ± 0,66	27	7,09 ± 1,612	8	7,15 ± 0,85	0,217

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes dans la même ligne avec les différentes lettres sont significativement différentes ($p < 0,05$).

Les résultats concernant l'effet de la race sur les paramètres biochimiques du foie montrent une augmentation significative de l'activité de l'ALAT et de la bilirubine directe chez les vaches de race Montbéliarde avec respectivement $23,71 \pm 8,90$ U/L et $1,04 \pm 0,41$ mg/L par rapport aux autres races. Cependant, la valeur la plus basse de l'ALAT a été observée chez les femelles de race Normande avec une concentration de $12,55 \pm 4,82$ U/L et la valeur la plus basse de la bilirubine directe a été retrouvée chez les femelles de race Prim'Holstein avec $0,73 \pm 0,26$ mg/L. la concentration maximale de GGT a été observée chez la race Prim'Holstein avec $20,28 \pm 7,10$ U/L. Cependant, la valeur moyenne la plus basse de GGT a été trouvée chez les vaches de race Normande avec $15,49 \pm 3,51$ U/L. Tandis que les taux de phosphatase alcaline et d'albumine sont plus élevés chez la race Normande avec $51,82 \pm 12,72$ U/L; $36,79 \pm 2,96$ g/L respectivement et les valeurs les plus basses de PAL sont observées chez la race Montbéliarde avec $33,26 \pm 11,28$ U/L et chez la race Prim'Holstein pour l'albumine avec $32,58 \pm 5,36$ g/L.

2. L'ETUDE HISTOPATHOLOGIQUE

RESULTATS

Les données de la fréquence des lésions hépatiques en fonction de l'âge et du sexe chez les ovins sont détaillées dans les tableaux 28, 29 respectivement.

Tableau 28: La fréquence des lésions hépatiques en fonction de l'âge chez les ovins

Les lésions	Jeunes		Adultes		Total	
	N	%	N	%	N	%
Hépatite parenchymateuse	3	5	9	15	12	20
Pyogranulome	7	11,7	18	30	25	41,7
Hépatite interstitielle aigue	6	10	4	6,7	10	16,7
Hépatite interstitielle chronique	6	10	32	53,3	38	63,3
Hépatite parasitaire	5	8,3	15	25	20	33,3
Surcharge hépatocytaire	2	3,3	14	23,3	16	26,7
Atteinte biliaire	4	6,7	10	16,7	14	23,3

Les résultats de cette étude ont montré que l'hépatite interstitielle chronique représente la lésion la plus fréquente (63,3 %). De plus, cette lésion est significativement plus élevée ($p = 0,01$) chez les adultes (72,72 %) par rapport aux jeunes animaux (37,5 %). Tandis que l'hépatite interstitielle aigue représente la lésion la moins fréquente (16,7 %) et elle est plus élevée chez les jeunes (37,5 %) par rapport aux adultes (9,09 %). Cependant, l'âge n'a aucun effet sur l'apparition d'autres lésions.

Tableau 29: La fréquence des lésions hépatiques en fonction du sexe chez les ovins

Les Lésions	Femelle		Mâle		Total	
	N	%	N	%	N	%
Hépatite parenchymateuse	7	11,7	5	8,3	12	20
Pyogranulome	15	25	10	16,7	25	41,7
Hépatite interstitielle aigue	2	3,3	8	13,3	10	16,7
Hépatite interstitielle chronique	26	43,3	12	20	38	63,3
Hépatite parasitaire	11	18,3	9	15	20	33,3
Surcharge hépatocytaire	10	16,7	6	10	16	26,7
Atteinte biliaire	10	16,7	4	6,7	14	23,3

Le sexe a une influence significative sur l'hépatite interstitielle aigue ($p = 0,01$) et chronique ($p = 0,02$), cette dernière est plus fréquente chez les femelles (76,47 %) en comparaison des mâles (46,15 %). Tandis que l'hépatite aigue est plus fréquente chez les mâles (30,76 %) par rapport aux femelles (5,88 %). Cependant, le sexe n'a aucun effet sur l'apparition d'autres lésions.

D'après nos analyses histopathologiques, nous avons noté une relation significative ($p = 0,01$) entre les différents types de lésions hépatiques. En particulier, nous avons constaté une relation entre l'hépatite parenchymateuse et les lésions de surcharges hépatiques, ainsi qu'entre les lésions

RESULTATS

parasitaires et les hépatites interstitielles aiguës et chroniques. De plus, il semble y avoir une corrélation entre l'hépatite interstitielle aiguë et l'hépatite interstitielle chronique.

Les résultats de l'analyse biochimique en fonction des lésions hépatiques sont présentés dans les tableaux 30 et 31, figures 21 et 22.

Tableau 30: La mesure de l'activité enzymatique en fonction des lésions hépatiques

Lésions hépatiques		ASAT (U/L)	ALAT (U/L)	PAL (U/L)	GGT (U/L)
Hépatite parenchymateuse	Absence	111,37±59,61 (95,38)	15,49±9,87 (13,12)	102,64±85,58 (70,63)	53,88±15,91 (53,3)***
	Présence	144,33±93,60 (122,45)	16,38±11,16 (12,65)	129,14±111,58 (124,7)	71,21±12,47 (69,18)***
	P VALUE	0,12	0,75	0,22	0,001
Pyogranulome	Absence	125,03±80,03 (98,4)	17,26±11,77 (14,6)	105,62±88,27 (81,20)	55,81±17,55 (56,7)
	Présence	108,06±46,48 (98,4)	13,45±6,56 (11,9)	111,20±96,29 (68,78)	59,80±15,55 (55,70)
	P VALUE	0,72	0,22	0,92	0,50
Hépatite interstitielle aiguë	Absence	122,11±72,98 (98,40)	16,07±10,74 (10,74)	96,75±84,83 (67)**	57,25±17,43 (55,90)
	Présence	97,22±29,15 (95,05)	13,69±5,34 (13,10)	163,91±104,21 (134,5)**	58,63±13 (57,90)
	P VALUE	0,50	0,69	0,01	0,67
Hépatite interstitielle chronique	Absence	108,86±76,22 (91,25)	15,24±9,94 (12,50)	119,92±90,27 (96,61)	54,30±14,55 (51,10)
	Présence	123,22±63,44 (111,60)	15,92±10,23 (12,82)	101,01±91,80 (67)	59,26±17,79 (63,10)
	P VALUE	0,15	0,71	0,27	0,19
Hépatite parasitaire	Absence	121,17±78,18 (97,06)	16,15±11,09 (12,8)	109,79±94,84 (74,99)	59,61±17,10 (58,5)
	Présence	111,53±42,43 (112,31)	14,74±7,74 (14,67)	104,27±84,85 (72,94)	52,70±15,27 (50,76)
	P VALUE	0,63	0,96	0,92	0,13
Surcharge hépatocytaire	Absence	116,00±74,28 (95,37)	16,19±10,95 (14)	106,52±96,28 (70,29)	55,11±15,59 (53,90)*
	Présence	123,35±48,97 (116,95)	14,26±7,13 (12,65)	111,87±77,05 (101,85)	64,20±18,57 (63,90)*
	P VALUE	0,19	0,72	0,49	0,05
Atteinte biliaire	Absence	110,74±65,15 (95,37)	16,25±10,20 (14)	104,97±90,20 (75,33)	56,77±15,84 (54,30)
	Présence	141,69±74,71 (120,90)	13,81±9,67 (11)	117,74±96,10 (70,63)	60,14±20,38 (60,50)
	P VALUE	0,08	0,18	0,50	0,47

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes avec les différents astérisques (*) sont significativement différentes (* : $p \leq 0,05$; ** : $p \leq 0,01$; *** : $p \leq 0,001$). La valeur entre parenthèses est la médiane.

RESULTATS

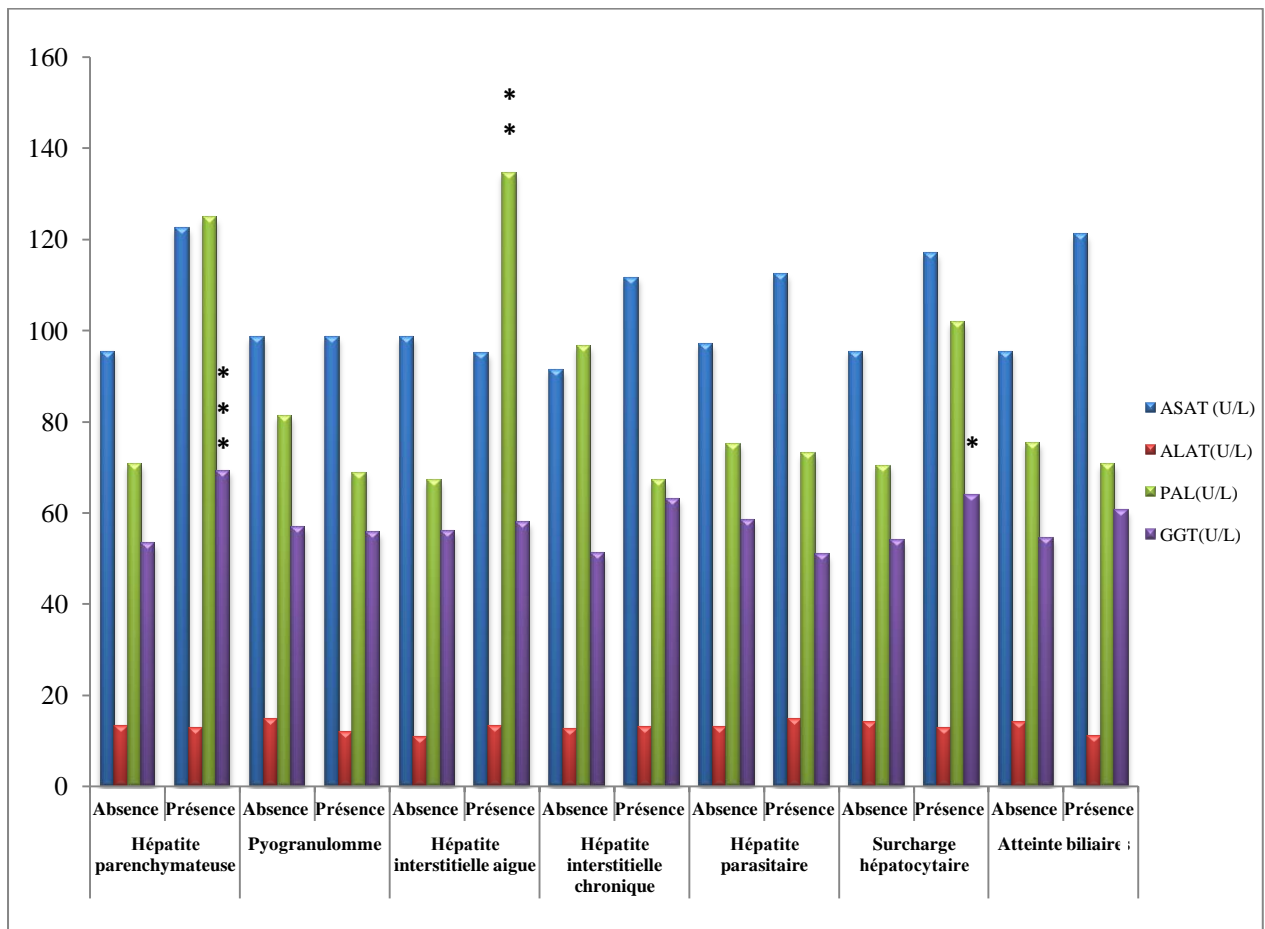


Figure 21: Les analyses enzymatiques en fonction des lésions hépatiques

Les analyses biochimiques montrent une augmentation significative de la GGT en présence des lésions parenchymateuses et des surcharges hépatocytaires. Les taux de PAL montrent également une augmentation en présence d'hépatite interstitielle aiguë. Cependant, une augmentation non significative des taux d'ASAT est observée dans la majorité des lésions hépatiques. En revanche les niveaux d'ALAT demeurent presque stables.

RESULTATS

Tableau 31: Les analyses des substrats en fonction des lésions hépatiques

Lésions hépatiques		ALB (g /L)	PT (g/L)	BT (mg/L)	BD (mg/L)
Hépatite parenchymateuse	Absence	33,28±5,86 (33,9)	65,88±13,09 (65,75)	3,67±2,11 (3,18)	1,51±1,09 (1,33)
	Présence	34,73±7,32 (37,65)	74,27±13,32 (74,39)	4,03±1,56 (3,79)	1,46±0,81 (1,43)
	P VALUE	0,34	0,07	0,28	0,72
Pyogranulomme	Absence	34,44±6,20 (35,6)	69,68±12,28 (71,37)	3,94±2,33 (3,44)	1,60±1,18 (1,26)
	Présence	32,34±5,96 (33,5)	64,57±14,70 (65,76)	3,45±1,43 (3,06)	1,36±0,77 (1,35)
	P VALUE	0,20	0,16	0,45	0,61
Hépatite interstitielle aigue	Absence	33,24±6,47 (34,20)	67,40±14,08 (66,09)	3,83±2,13 (3,34)	1,57±1,10 (1,36)
	Présence	35,22±3,93 (35,30)	68,34±10,36 (70,58)	3,30±1,14 (3,15)	1,15±0,50 (0,91)
	P VALUE	0,42	0,76	0,61	0,12
Hépatite interstitielle chronique	Absence	35,44±5,15 (35,96)	68,14±11,38 (67,12)	3,46±1,19 (3,17)	1,40±0,56 (1,30)
	Présence	32,48±6,46 (33,65)	67,22±14,66 (66,64)	3,90±2,35 (3,40)	1,55 ±1,23 (1,34)
	P VALUE	0,11	0,96	0,54	0,90
Hépatite parasitaire	Absence	33,62±6,87 (34,85)	66,65±13,71 (66,64)	3,52±1,50 (3,23)	1,37±0,75 (1,30)
	Présence	33,45±4,47 (33,75)	69,37±13,09 (67,12)	4,18±2,75 (3,28)	1,75±1,43 (1,52)
	P value	0,59	0,66	0,63	0,23
Surcharge hépatocytaire	Absence	32,89±6,39 (33,75)	65,50±14,49 (64,68)*	3,45±1,50 (3,10)	1,33±0,66 (1,23)
	Présence	35,43±5,10 (36,60)	73,20±7,99 (74,14)*	4,53±2,91 (3,64)	1,95±1,63 (1,62)
	P VALUE	0,18	0,02	0,11	0,09
Atteinte biliaire	Absence	34,20±6,07 (35,35)	66,91±12,76 (67,26)	3,27±1,30 (3,06)**	1,31±0,64 (1,18)*
	Présence	31,50±6,13 (31,45)	69,66±15,87 (65,74)	5,28±3,01 (4,89)**	2,12±1,70 (1,66)*
	P VALUE	0,61	0,10	0,001	0,03

N : Nombre d'observations ; M : Moyenne ; ET : écart type. Les valeurs moyennes avec les différents astérisques (*) sont significativement différentes (*: $p \leq 0,05$, **: $p \leq 0,001$). La valeur entre parenthèses est la médiane.

RESULTATS

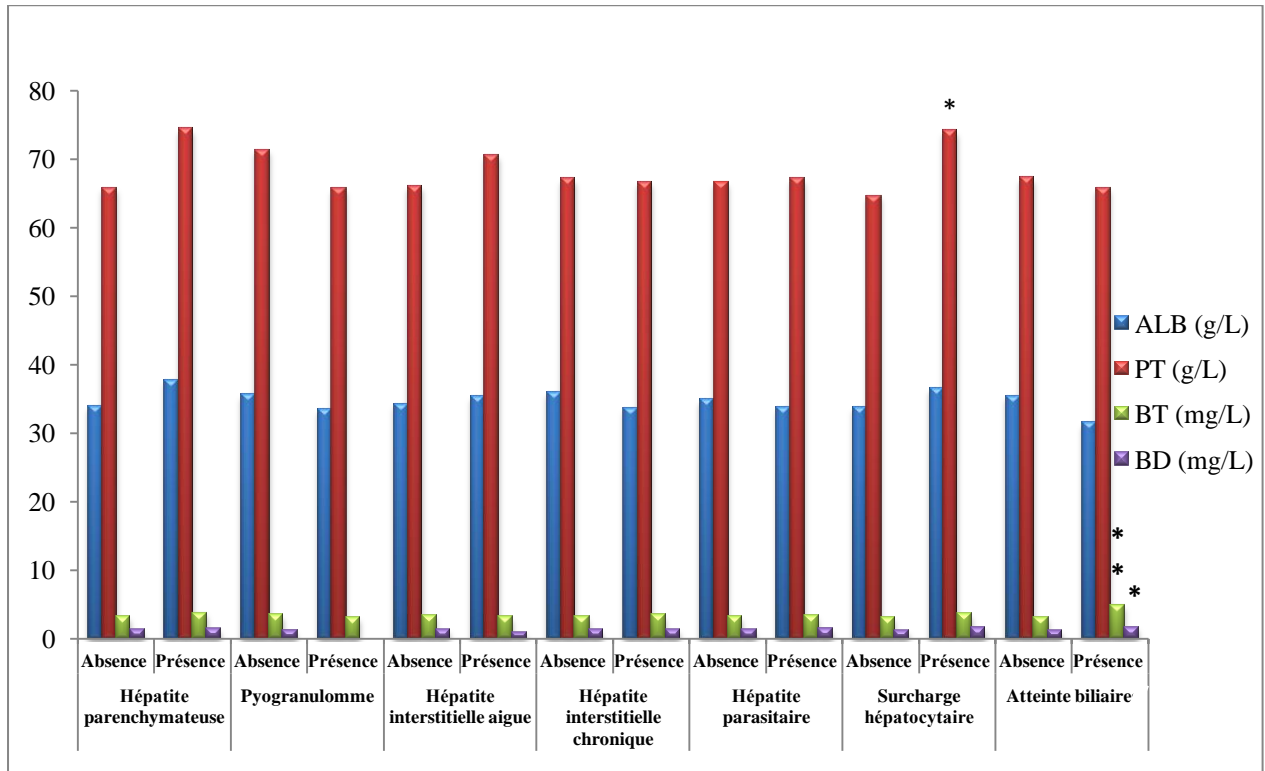


Figure 22: les analyses des substrats en fonction des lésions hépatiques

Les examens biochimiques des substrats révèlent une augmentation significative de PT en présence des surcharges hépatocytaires. Les taux de bilirubine (directe et totale) montrent également une élévation significative lors d'une atteinte biliaire. Cependant le taux de l'albumine reste stable.

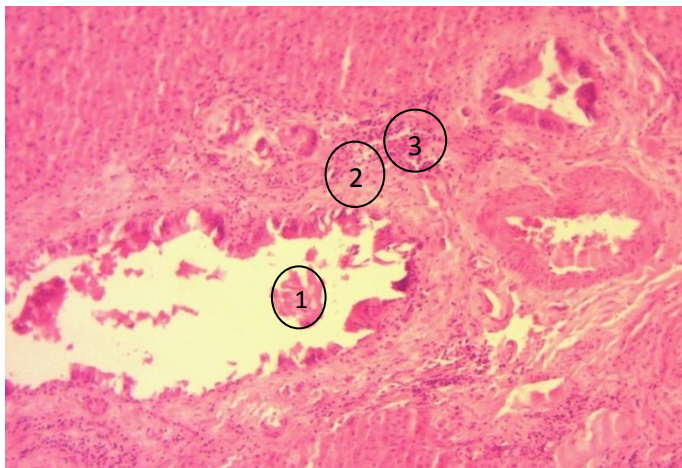


Figure 23: Les changements microscopiques du tissu hépatique, accompagnés de pyogranulomes constitués d'un tissu nécrotique (1) circulaire entouré d'une zone de fibrose (2) et des cellules inflammatoires (3) $\times 100$. H&E

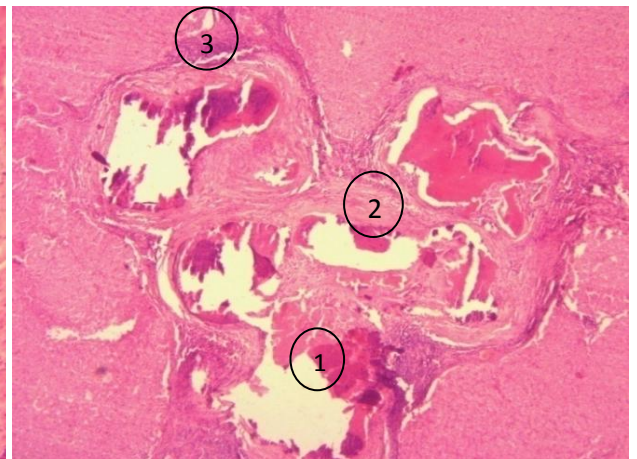


Figure 24: Les changements microscopiques du tissu hépatique, accompagnées de pyogranulomes constitués d'un tissu nécrotique (1) circulaire entouré d'une zone de fibrose (2) et des cellules inflammatoires (3) $\times 40$. H & E

RESULTATS

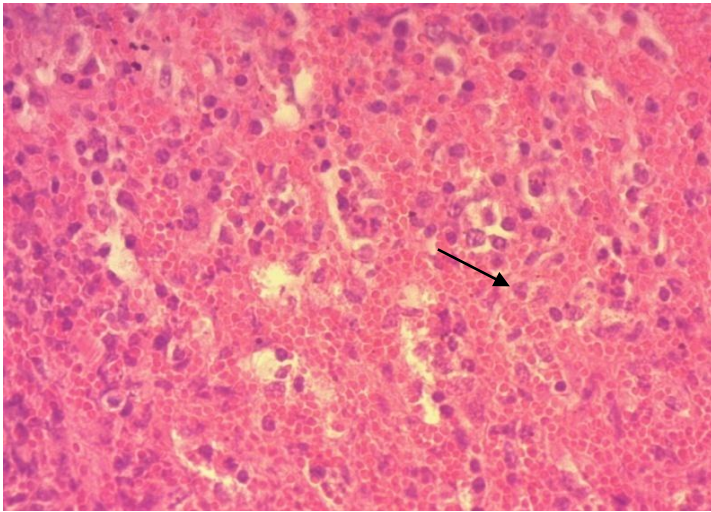


Figure 25: Congestions sinusoidales du tissu hépatique
×400. H&E

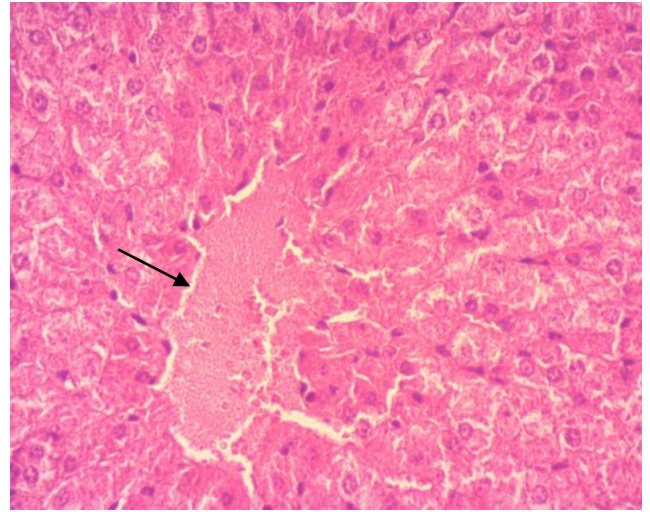


Figure 26: Congestion de la veine centrolobulaire du
tissu hépatique ×400. H&E

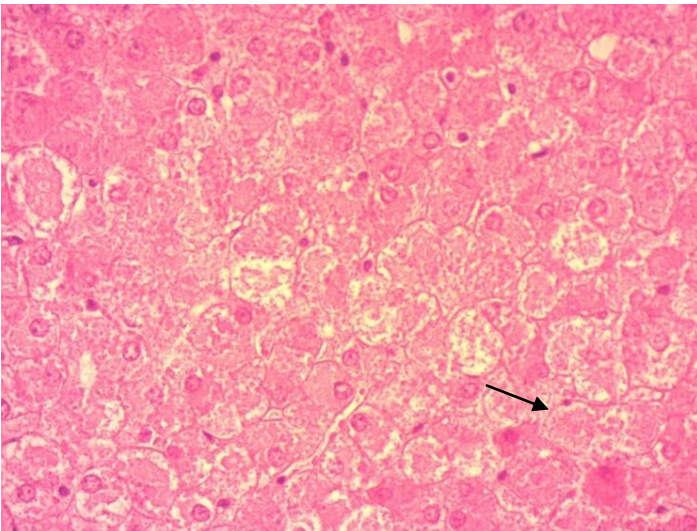


Figure 27: Destruction du tissu hépatique avec présence
des lésions nécrotiques ×400. H&E

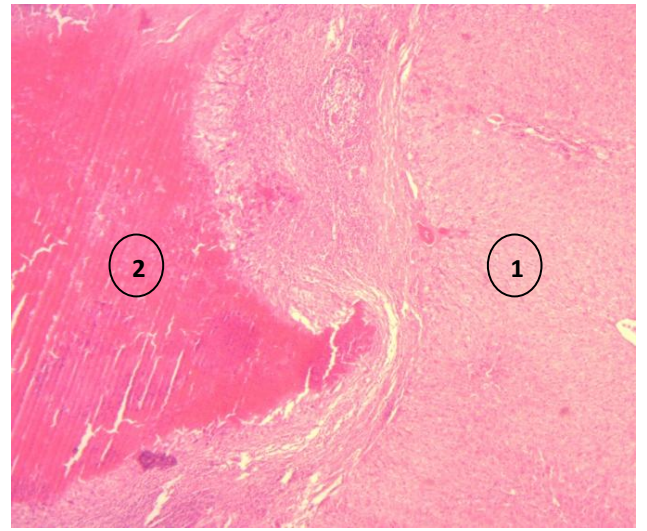


Figure 28: Destruction du tissu hépatique avec
présence des lésions nécrotiques (1) et un
pyogranulome (2) ×40. H&E

RESULTATS

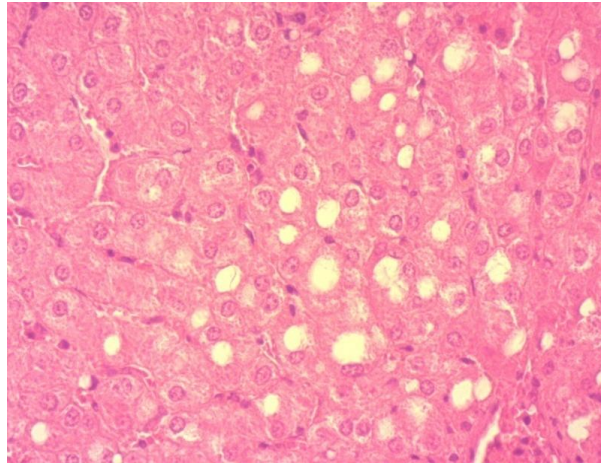


Figure 29: Modifications microscopiques des hépatocytes avec présence de stéatose montrant de petites vacuoles vides à l'intérieur des cellules $\times 400$. H&E

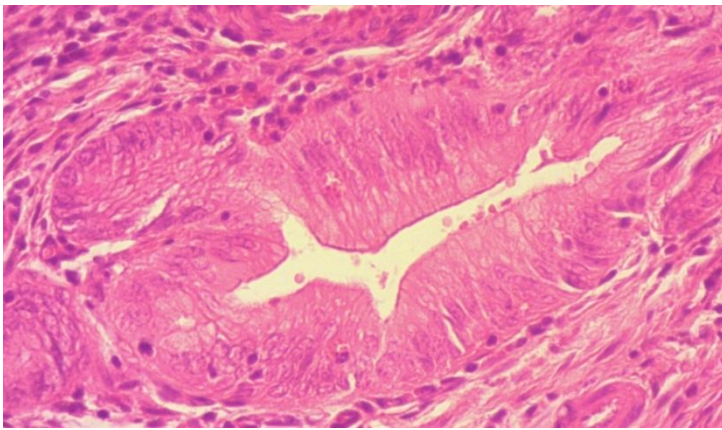


Figure 30: Modifications microscopiques des canalicules biliaires associées à des cholangites $\times 400$. H&E

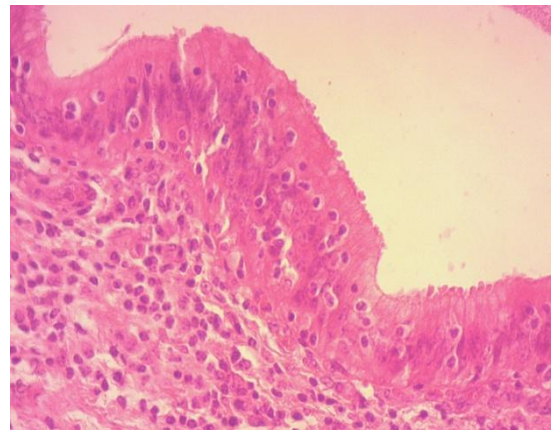


Figure 31: Cholangites $\times 400$. H&E

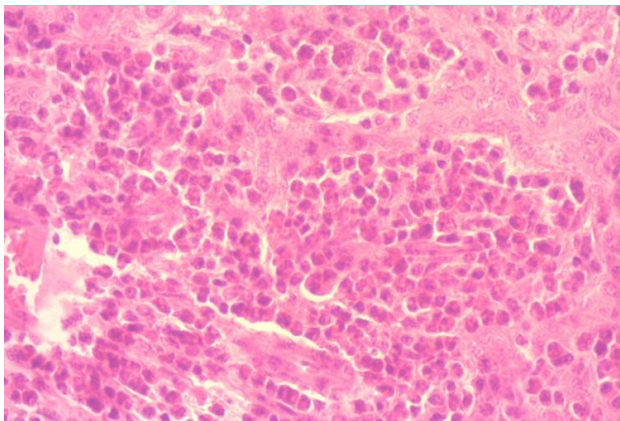


Figure 32: Infiltration inflammatoire des éosinophiles (A) $\times 400$. H&E

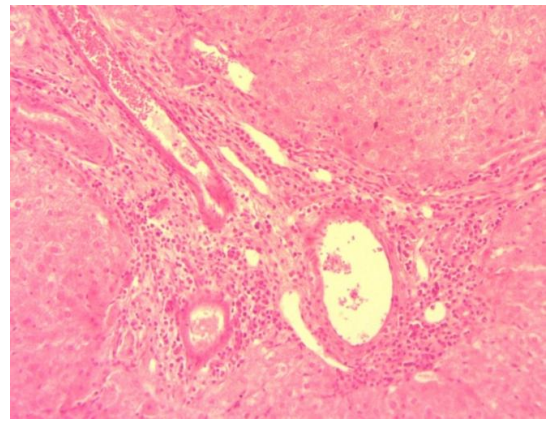


Figure 33: Infiltration inflammatoires portale des polynucléaires (B) $\times 100$. H&E

RESULTATS

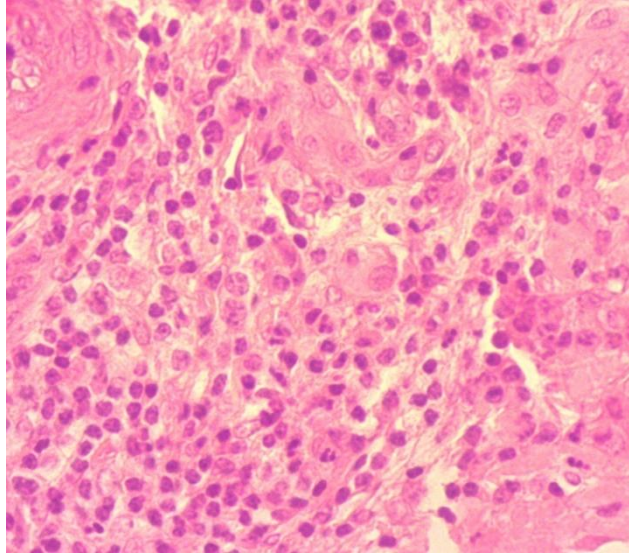


Figure 34: Infiltration inflammatoire des lymphocytaires (C) $\times 400$ H&E

DISCUSSION

1. L'ETUDE BIOCHIMIQUE

DISCUSSION

L'effet de l'âge

Chez les ovins :

Dans cette étude, les concentrations élevées d'ASAT et d'ALAT chez les jeunes ovins des deux sexes pourraient être expliquées par le stress du sevrage (Abdel-Fattah et al., 2013) et par l'augmentation de la gluconéogenèse chez les animaux en croissance (Antunović et al., 2005). Ces résultats concordent avec ceux observés par Aksoy et al. (2018) chez les agneaux femelles de la race Akkaraman. Tandis que chez la race Rembi, les concentrations d'ALAT sont plus élevées chez les adultes, ce qui est similaire aux résultats d'Antunović et al. (2019) qui ont observé une augmentation des activités de l'ALAT et de l'ASAT avec l'âge chez les chèvres Girgentana. Toutefois les études de Runa et al. (2022); Aynalem et al. (2019) n'ont trouvé aucun effet de l'âge sur les activités des transaminases. Ces variations des résultats pourraient être attribuées aux différences de la race, d'environnement, d'apport alimentaire et de l'état de santé général des animaux (Beura et al., 2014).

Des différences significatives dans l'activité de la PAL ont été observées entre les différents groupes d'âge (chez les deux sexes) et cette activité avait tendance à diminuer avec l'âge chez les deux races. Ces résultats présentent des similitudes avec les recherches précédentes menées par Khairita et al. (2021); Antunović et al. (2020); Aba et al. (2020a); Cruz et al. (2017) qui ont signalé une activité de PAL plus élevée chez les jeunes, ces résultats pourraient être associés à une activité ostéoblastique accrue et à une minéralisation plus importante chez les jeunes animaux (Durak et al., 2015; Golub and Boesze-Battaglia, 2007). Alors qu'Aliyu et al. (2022) ont rapporté que l'âge n'a aucun effet sur les niveaux de PAL ($p > 0,05$).

Chez les mâles ovins de race croisée, la valeur de la GGT était plus élevée chez les agneaux (sans différence significative). Mais dans le groupe des femelles, les résultats ont tendance à être plus élevés chez les brebis et les agneaux par rapport aux animaux de 6 mois. Chez les deux sexes de race Rembi, la concentration de la GGT est élevée chez les jeunes, cela corrobore les conclusions de Gokçe et al. (2021); Delfino et al. (2014) et Ramos et al. (1994) qui ont noté des valeurs plus élevées de GGT chez les jeunes non sevrés et ils ont expliqué ces résultats par la consommation du colostrum, riche en enzyme. Les niveaux élevés de GGT chez les brebis adultes pourrait être liés aux changements du métabolisme associés à l'augmentation de l'activité hépatique pendant la lactation (Roubies et al., 2006). Piccione et al. (2010) montrent des niveaux plus élevés de la GGT

DISCUSSION

chez les adultes. Cependant, Khairita et al. (2021); Onasanya et al. (2015) et Rumosa Gwaze et al. (2012) n'ont trouvé aucun impact de l'âge sur l'activité de la GGT.

Chez les mâles de race croisée, aucune différence significative dans la concentration d'albumine n'a été observée. Tandis que chez les femelles, une différence significative du taux d'albumine a été observée uniquement entre les ovins de 3 mois et les adultes et qui a tendance à diminuer avec l'âge, conformément à celles indiquées par Barbosa et al. (2022) et Anwar et al. (2012). Une augmentation du taux d'albumine chez les jeunes femelles peut s'expliquer par les phases de croissance rapide, ces périodes nécessitent une augmentation du métabolisme afin de répondre aux besoins accrus liés à la construction des tissus, mais en désaccord avec les résultats de Rahman et al. (2018); Meira Júnior et al. (2009) et Antunović et al. (2004) qui ont rapporté que les adultes ont un taux d'albumine plus élevé que les jeunes. Tandis que l'activité d'albumine chez les ovins de race Rembi n'a montré aucune différence significative entre les groupes d'âge, ce qui concorde avec les études de Mamun et al. (2014) qui n'ont montré aucun effet de l'âge sur les concentrations d'albumine.

Chez les mâles et les femelles des deux races, les taux de protéines ont montré une élévation dans les groupes de 6 mois et les adultes par rapport à ceux de 3 mois, ces résultats obtenus confirment les observations de Kristanto and Widiyono (2021); de Souza et al. (2020) et Nagy et al. (2014), cela pourrait s'expliquer par un système immunitaire et une fonction hépatique moins développés chez les jeunes animaux, ce qui reflète des concentrations plus faibles des protéines totales et des globulines. Ces concentrations augmentent avec la croissance et la maturation du système immunitaire (Ahmadi-Hamedani et al., 2014 et Couch et al., 2017). Ainsi que ces variations peuvent également être attribuées aux différences des types alimentaires (Sejian et al., 2017) et à une utilisation moins efficace des acides aminés chez les jeunes animaux (Varanis et al., 2021). En revanche Rahman et al. (2018); Souza et al. (2014) Loste et al. (2008) et Tripathi et al. (2008) ont constaté une concentration plus élevée de PT chez les juvéniles en comparaison avec les adultes.

Chez les mâles, les niveaux de bilirubine (totale et directe) ont démontré une diminution avec l'âge. Tandis que dans le groupe des femelles, une augmentation significative a été observée dans le groupe de 3 mois et chez l'adulte par rapport aux ovins de 6 mois, nos constatations rejoignent celles des études antérieures de Bickhardt et al. (1999) et Alonso et al. (1997) qui ont remarqué des taux élevés de bilirubine à l'âge de 3 mois. Cependant, nos résultats de bilirubine (totale et directe) au sein de la race Rembi (mâle et femelle) ne montrent aucune différence significative entre les

DISCUSSION

différentes catégories d'âge, ce qui concorde avec les recherches précédentes qui n'ont détecté aucun effet de l'âge sur les variations des taux de bilirubine (Elitok, 2012 et Piccione et al., 2010) et s'oppose à celles qui ont montré une concentration sérique plus faible chez les jeunes animaux (Gurgoze and Icen, 2010). Les changements dans la concentration de la bilirubine peut être due à une diminution de l'apport alimentaire, à des maladies hépatobiliaires (Dias et al., 2010) ou éventuellement à l'immaturation du système de conjugaison du foie chez les jeunes.

Chez les bovins

L'activité de l'ALAT diffère significativement avec l'âge, elle présente une élévation significative chez les vaches de 4 ans par rapport à celle de 2 et 3 ans, cela pourrait s'expliquer par une augmentation du métabolisme et au stress oxydatif hépatique liés à la lactation et aux gestations successives (les troubles de cétose). Ce stress peut altérer l'intégrité des hépatocytes, se reflétant par l'augmentation de l'ALAT dans le sang (Boudjellaba et al., 2018 et Li et al., 2016) et la diminution de cette activité avec le vieillissement pourrait être interprétée par l'exposition prolongée aux agents pathogènes, favorisant le développement d'une inflammation chronique qui réduit la régénération hépatique et la masse d'hépatocytes fonctionnelles totale libérant l'ALAT, l'inflammation chronique associée au vieillissement pourrait également inhiber la transcription génique et la traduction protéique de l'ALAT au sein des hépatocytes (Ratan et al., 2023 et Miles et al., 2015). Les résultats trouvés dans cette étude sont similaires aux travaux réalisés par Barbosa et al. (2022) et Miles et al. (2015) montrant un impact significatif de l'âge sur les fluctuations du taux d'ALAT. Cependant une étude au Pakistan sur des bovins de race Cholistani (Saeed et al., 2023), une recherche au Bangladesh sur des vaches autochtones (Mamun et al., 2014), une autre en Croatie sur les vaches Istrien (Bedenicki et al., 2014) ainsi que des études en Roumanie portant sur des vaches de différentes races ont montré l'absence d'influence de l'âge sur le taux d'ALAT (Coroian et al., 2017 et Prisacaru, 2014).

La concentration de l'ASAT ne montre aucune variation significative liée à l'âge, ce qui concorde avec les conclusions de Mladenovic et al. (2020); Coroian et al. (2017) et Mamun et al. (2014). Cependant les travaux de Khairita et al. (2021) menés sur des vaches Aceh âgées de 2 à 6 ans montrent une élévation significative de l'ASAT chez les vaches de plus de 4 ans par rapport à celles de 2 et 3 ans, Doornenbal et al. (1988) ont rapporté également que l'activité de l'ASAT augmente avec l'âge, liant cela à l'élévation du métabolisme (Sakowski et al., 2012). Toutefois, Kurek and

DISCUSSION

Stec (2005) ont trouvé une élévation de l'ASAT chez les jeunes vaches (2,5 à 4 ans) en comparaison avec les adultes (plus de 6 ans).

Nos résultats indiquent une augmentation de l'activité de la phosphatase alcaline chez les jeunes vaches par rapport aux plus âgées, ces résultats sont en accordance avec les études menées sur les buffles d'Afrique (Couch et al., 2017), l'augmentation de l'activité de PAL chez les jeunes animaux est due à la croissance et à la calcification osseuse qui se stabilisent chez les adultes (Gwaze et al., 2012). L'étude de Mladenovic et al. (2020) portant sur les vaches de race Steppe Grise Podolienne a signalé une augmentation significative de la PAL chez les femelles âgées de plus de 10 ans, suggérant une possible association avec des problèmes hépatiques ou osseux associés au vieillissement. En revanche leurs investigations menées sur la race Frisonne Holstein n'ont révélé aucune variation du taux de PAL entre les différents groupes d'âge, une recherche ultérieure menée par Bedenicki et al. (2014) n'a également montré aucune corrélation entre l'âge et la concentration de PAL. Par ailleurs Prisacaru (2014) a observé une élévation de la PAL chez les vaches de plus de 2 ans. Il convient également de noter que Patel et al. (2016) ont identifié un effet significatif de l'âge sur les valeurs de PAL.

Dans cette recherche, l'augmentation des niveaux de GGT avec l'âge peut être associée au développement de pathologies métaboliques et inflammatoires, notamment chez les vaches de haute production (Moreira et al., 2012). De plus, les modifications des voies biliaires liées à l'âge (obstructions et les problèmes de circulation biliaire) et le stress productif élevé chez les vaches multipares par rapport aux primipares pourraient également contribuer à cette élévation de la GGT.

L'activité de la GGT est fréquemment utilisée comme un indicateur, notamment pour les troubles de cholestase, de cirrhose hépatique, d'hépatopathie chronique et toxique, de fasciolose, et de troubles métaboliques (la cétose) (Davoudi, 2013).

Diverses études, dont celles de Kuczyńska et al. (2021) et Cozzi et al. (2011) ont démontré une corrélation positive entre l'âge des vaches et les taux de GGT. Cette corrélation est souvent considérée comme un indicateur des lésions hépatiques chez les vaches laitières (Moore, 1997), car il est important de noter que les vaches âgées sont susceptibles de contracter plusieurs maladies notamment les parasitoses par rapport aux jeunes, ce qui pourrait également contribuer à l'augmentation de la concentration de GGT. Tandis que Khairita et al. (2021) n'ont observé aucune relation entre l'âge et le taux de GGT.

DISCUSSION

Les taux d'albumine et de protéine totale diminuent chez les vaches ayant plus de 3 ans et moins de 6 ans, cela pourrait être expliquée par une utilisation accrue des acides aminés pour la production des protéines lactées. Une exposition prolongée à différents antigènes et maladies au fil du temps stimule la production accrue d'anticorps, augmentant ainsi le taux de protéines totales avec le vieillissement (Dubreuil et al., 2005). Nos résultats corroborent avec les études de Kristanto and Widiyono (2021); de Souza et al. (2020) et Nagy et al. (2014). Les recherches de Mladenovic et al. (2020) et Zavalishina (2020) ont également constaté une influence notable de l'âge sur les concentrations de l'albumine, notamment chez les bovins de 5 ans par rapport à ceux de 3 ans, alors que les niveaux de protéines totales n'ont présenté aucune variation. En outre, les travaux de Saeed et al. (2023); Prisacaru (2014) indiquent également une augmentation des taux de PT et d'albumine avec l'âge. Hasan et al. (2021) et Coroian et al. (2017) ont signalé une augmentation du taux d'albumine avec l'âge et des variations dans les concentrations des protéines qui diminuent à la 3ème lactation (3ème parité) pour ensuite augmenter à nouveau. Cependant les observations d'Al Bataat and Ayied (2017) et Sarker et al. (2011) ont indiqué l'absence d'influence de l'âge sur ces paramètres.

Les résultats de l'analyse de la bilirubine révèlent une corrélation significative avec l'âge. On observe une augmentation de la bilirubine directe chez les animaux âgés de plus de 3 ans jusqu'à 6 ans. Tandis que l'augmentation de la bilirubine totale est constatée chez les jeunes vaches (moins de 3 ans) et les vaches âgées (plus de 6 ans), ces constatations concordent avec l'étude de Sangpuii et al. (2019) indiquant une variation des taux de bilirubine (totale et directe) avec l'âge chez les femelles de race Mizoram Mithun. En revanche l'étude de Kumar et al. (2019) n'a montré aucun effet de l'âge sur les taux de la bilirubine totale. Cependant il a constaté que les taux de la bilirubine directe augmentent chez les animaux jeunes par rapport aux adultes. Bedenicki et al. (2014) ont également remarqué une stabilité dans la concentration de la bilirubine en fonction de l'âge chez les bovins de race Istrienne.

L'augmentation de la bilirubine totale chez les jeunes vaches pourrait être liée à une hémolyse plus importante au court de la croissance due à une production excessive de globules rouges par la moelle osseuse par rapport aux vaches de 4 ans (Reece and Swenson, 2004) et l'augmentation de la bilirubine totale chez les vaches âgées reflète probablement une fonction hépatique réduite liée aux lésions et aux cholestases qui se développent avec l'âge, augmentant probablement les concentrations de la bilirubine.

DISCUSSION

La diminution de la bilirubine directe chez les jeunes vaches peut s'expliquer par l'immaturité incomplète du système de conjugaison hépatique. Ces résultats sont également observés chez les vaches âgées, où le foie devient plus susceptible aux lésions, entraînant une perte progressive des cellules hépatiques fonctionnelles, limitant ainsi la conjugaison de la bilirubine (Mimbwi et al., 1985).

L'effet du sexe

Chez les ovins

A l'âge de 6 mois, l'activité d'ALAT était significativement plus élevée chez les mâles, ces résultats présentent des similarités avec les recherches de Carlos et al. (2015) et l'augmentation de cette activité chez les mâles a été attribuée aux changements hormonaux survenant après la puberté qui affectent le taux de métabolisme basal et l'indice de l'état corporel.

Dans les groupes de 3 et 6 mois, l'activité de PAL est plus élevée chez les mâles que chez les femelles, conformément à l'étude de Carlos et al. (2015) et Pérez et al. (2003). Cette différence pourrait potentiellement être liée au développement osseux et aux besoins énergétiques qui ont tendance à être plus élevés chez les mâles. Schwartz et al. (1994) démontrent que l'activité de la phosphatase alcaline est stimulée par la testostérone dans les chondrocytes. Alors que chez les adultes (de race croisée et de race Rembi), il n'y a pas de différence significative entre les deux sexes, ces résultats peuvent être attribués à l'arrêt de développement et de la stabilité du tissu osseux chez l'adulte, conformément à l'étude de Souza et al. (2016) qui n'a observé aucun effet du sexe sur l'activité sérique de la PAL.

Le taux de protéine totale était significativement élevé chez les agneaux par rapport aux agnelles, ces résultats pourraient s'expliquer par l'augmentation de la masse musculaire et la consommation du lait qui tendent à être plus élevées chez les mâles par rapport aux femelles. Néanmoins les résultats obtenus pour la race Rembi ne montrent aucun impact du sexe sur les taux de protéine, corroborant ainsi les recherches de Barbosa et al. (2022) et Karaşahin et al. (2022).

Les taux de bilirubine totale et directe étaient plus élevés chez les femelles de 3 mois et les adultes respectivement en comparaison avec les mâles, ces observations peuvent s'expliquer par les changements hormonaux, pouvant influencer le métabolisme hépatique en particulier pendant la lactation, le métabolisme hépatique augmente pour soutenir la production du lait, cela peut entraîner une élévation du taux d'albumine, qui facilite le transport et la conjugaison de la bilirubine.

DISCUSSION

Cependant, Karaşahin et al. (2022) et Nisbet (2006) ont indiqué l'absence d'effet du sexe sur la concentration de la bilirubine.

Aucune différence significative n'a été détectée dans la concentration de GGT, d'ASAT et d'albumine entre les deux sexes (race croisée et Rembi). Des études antérieures ont rapporté que le sexe n'a aucun effet sur les changements des taux d'ASAT (Rahman et al., 2018 et Lima et al., 2015 et Mamun et al., 2014) , d'albumine (Ljubičić et al., 2022) et de GGT (Aba et al., 2020a et Pérez et al., 2003). Par contre Azimzadeh and Javadi (2020) ont constaté une augmentation significative du niveau de GGT chez les mâles par rapport aux femelles.

Les variations des résultats observés peuvent être attribuées à des facteurs tels que la race et l'environnement.

Chez les bovins

Les résultats du sexe ont été établis entre les mâles et les femelles vides.

Les analyses biochimiques montrent une augmentation significative du PAL chez les mâles comparativement aux femelles, ces résultats présentent des similarités avec les études de Prisacaru (2014) chez les bovins, Çelik et al. (2019) chez les caprins et Xie et al. (2013) chez *Macaca fascicularis*, cela peut être dû au développement osseux qui a tendance à être plus élevé chez les mâles, contrairement aux conclusions de Mamun et al. (2014) montrant aucun changement des valeurs de PAL entre les deux sexes.

Les femelles présentent des concentrations d'albumine moins élevées que les mâles, cela vient consolider les observations de Prisacaru (2014). La différence observée entre les deux sexes pourrait s'expliquer par des variations de l'apport nutritionnel qui augmente chez les mâles (engraissement). De plus les acides aminés utilisés pour produire de l'albumine pourraient également être utilisés pour la production laitière chez les femelles. D'autres expérimentations n'ont rapporté aucun impact du sexe sur les niveaux d'albumine (Qiu et al., 2022 et Abdul-Majeed et al., 2021).

Aucune différence significative n'a été détectée dans les concentrations d'ALAT, d'ASAT, de GGT, de PT et de la bilirubine (directe et totale) entre les mâles et les femelles. Des recherches antérieures confirment nos résultat concernant l'ASAT (Mamun et al., 2014), la GGT (Pérez et al., 2003), l'ALAT et les PT (Prisacaru, 2014).

DISCUSSION

L'effet de l'état physiologique des femelles

Chez les ovins

Chez les femelles de race croisée, une différence significative a été observée entre les différents stades physiologiques en ce qui concerne les concentrations d'albumine et de GGT, les brebis allaitantes présentent des niveaux plus élevés de GGT. Tandis que les taux d'albumine étaient les plus bas. Cependant, chez les femelles Rembi, la concentration de GGT était également élevée chez les brebis non gravides ainsi que les allaitantes en comparaison avec les femelles gestantes. Les résultats observés dans cette étude corroborent les conclusions rapportées par Antunovic et al. (2011) qui ont montré des niveaux accrus de GGT chez les brebis allaitantes. La gamma-glutamyl transférase est une enzyme hépatique présente uniquement dans les hépatocytes et elle est considérée comme un indicateur biochimique des lésions hépatiques (Copeland, 2004). Son augmentation pourrait également indiquer une élévation du métabolisme hépatique pour répondre aux besoins énergétiques et protéiques d'entretien et de production laitière. Nicolae et al. (2021); Roubies et al. (2006); Kaneko et al. (1997) montrent que le colostrum de brebis et de vache contient une grande quantité de GGT. Toute fois une augmentation du taux de GGT chez les brebis Saidi a été observée au cours du premier tiers de gestation (correspond à la première phase de lactation) (Mohamed and Abou-khali, 2017).

L'augmentation du taux d'albumine chez les brebis gestantes (race croisée) pourrait être associée aux besoins nutritifs élevés liés à la croissance fœtale (Durak and Altiner, 2006). L'albumine constitue une source cruciale d'acides aminés pour les besoins du fœtus et de la mère (Jainudeen and Hafez, 1989). Ces résultats concordent avec ceux de Chandra et al. (2023); Antunovic et al. (2011) et Shetaewi and Daghash (1993) qui ont également signalé des concentrations significativement plus élevées de protéines totales et d'albumine chez les brebis gestantes par rapport aux brebis non gravides. Cependant, les analyses biochimiques des brebis de la race Rembi ne montrent aucun effet du stade de reproduction sur les concentrations d'albumine, ces conclusions concordent avec les observations de Deghnouche et al. (2011).

Les brebis Rembi non gravides et en lactation présentent des niveaux de PAL plus élevés que les brebis gestantes. Cela pourrait être dû à la production laitière et au développement osseux chez les femelles non gravides qui n'atteignent pas leur croissance maximale. Ces résultats contrastent avec ceux d'Ismaeel et al. (2023) et Yokus et al. (2006) qui ont découvert une augmentation considérable de PAL pendant la gestation. De plus, les résultats de Sarmin et al. (2021) n'ont révélé aucune

DISCUSSION

influence du stade physiologique sur la valeur de PAL, cela renforce nos observations faites sur la race croisée.

Les analyses de la fonction hépatique n'indiquent aucun effet de l'état physiologique des femelles sur les activités de l'ASAT, l'ALAT, les PT, la BT et la BD, des résultats similaires ont été observés par Sarmin et al. (2022) sur les taux de PT chez les ovins Wonosobo. Tandis que chez la race Nellore, les valeurs de PT était significativement plus élevées chez les femelles allaitantes (Chandra et al., 2023). Chez les brebis Saidi, les protéines totales chutent de manière significative vers la fin de gestation et après l'agnelage (Teleb et al., 2019). Cependant Antunovic et al. (2011) ont signalé des concentrations significativement plus élevées de protéines totales chez les brebis gestantes par rapport aux brebis non gravides. Plusieurs recherches ont montré également que le stade de reproduction n'a aucune influence sur les activités des transaminases chez les ovins de race Fat-Tialed et Wonosobo (Sarmin et al., 2022; Sarmin et al., 2021 et Zebari et al., 2013). les conclusions de Nicolae et al. (2021) chez les brebis de race mixte Țurcană, ne révèlent aucun impact de l'état physiologique sur les niveaux de bilirubine (totale et directe). Bien que chez les ovins de race Ouled Djellal, les taux de bilirubine les plus élevés ont été observés chez les brebis allaitantes (Deghnouche et al., 2011).

Chez les bovins

L'augmentation de l'ALAT est observée chez les vaches durant le premier et le deuxième tiers de gestation, ces résultats sont similaires aux études de Roy et al. (2010) sur les vaches de race Sahiwal et Ashmawy (2015) sur les bufflonnes égyptiennes, ces observations peuvent être expliquées par le développement du placenta (Roy et al., 2010) ainsi que l'augmentation du métabolisme liée à la production laitière au cours de gestation.

La diminution de l'ALAT en dernier tiers de gestation est probablement liée à la réduction du métabolisme hépatique suite au tarissement, une divergence apparaît entre nos conclusions et ceux rapportées par Stojević et al. (2005) sur les vaches de race Holstein et Ismaeel et al. (2023) sur les Brebis Awassi, indiquant une augmentation du taux d'ALAT durant le dernier tiers de gestation.

L'augmentation de l'albumine a été observée durant la deuxième et la troisième période de gestation, ces constatations présentent des similitudes avec les données de Yehia et al. (2020) chez les vaches laitières de race Holstein, Kumar et al. (2018b) sur les bufflonnes laitières et Djokovic et al. (2013) sur les vaches laitières Simmental, montrant une augmentation du taux d'albumine chez

DISCUSSION

les vaches gestantes par rapport aux vaches non gravides, cela peut être associée à l'augmentation de la production hépatique de l'albumine pour répondre au besoin de gestation et de lactation (Chacha et al., 2018). Giancesella et al. (2018) et Otomaru et coll. (2015) indiquant également que la concentration d'ALB tend à être plus élevée pendant la période de lactation que d'autres périodes physiologiques. Néanmoins les études de Djokovic et al. (2019); Mohamed (2014) et Piccione et al., 2012 sur les vaches laitières et Doornenbal et al. (1988) sur les bovins de boucherie, montrent l'absence d'impact de l'état physiologique sur les concentrations d'ALB.

Les résultats concernant le reste des paramètres ne montre aucune signification entre les différents stades physiologiques, cela concorde avec les résultats de Nie et al. (2023) qui n'ont observé aucune influence de l'état physiologique sur les concentrations de l'ASAT, de la GGT et de PT et avec celle de Ashmawy (2015) concernant les taux de PAL, ils rejoignent également les observations de Važić et al. (2020) et Djokovic et al. (2013) qui n'ont pas montré de variations significatives pour les valeurs de GGT, de bilirubine et de PT. Cependant, ils contredisent les résultats de Al-Miahy and Saleh (2022) ainsi que ceux de Kristanto et al. (2021) qui ont mis en évidence une influence significative du stade physiologique sur les taux d'ASAT et de PT.

L'effet de la note d'état corporel

Chez les ovins

Cette étude n'a observé aucune influence notable du score corporel sur les paramètres examinés, ce qui est conforme aux résultats de Titaouine et al. (2022) et Ferreira et al. (2021), mais contredit les observations de Caldeira et al. (2007) qui ont enregistré un effet significatif du score corporel sur les taux d'albumine et des protéines totales, ainsi que celles de Aiche et al. (2023) qui ont démontré un impact significatif du score corporel sur les niveaux de GGT chez les brebis de race Rembi.

Les différences entre les résultats des deux races et ceux des recherches antérieures pourraient être attribuées à des caractéristiques propres à la race (diversité génétique) et à des facteurs environnementaux tels que les fluctuations saisonnières et à des facteurs nutritionnels (la qualité des aliments).

Chez les bovins

Les résultats de la diminution significative de la concentration de l'ALAT avec l'augmentation de la note d'état corporel (plus de 3,5) contredisent les observations de Widiyono et al. (2020) qui ne trouvent aucune variation significative entre le score corporel et les taux d'ALAT. Le changement

DISCUSSION

du taux d'ALAT en fonction de la note d'état corporel peut être expliqué par la diminution de la fonction hépatique et musculaire avec l'augmentation de la note d'état corporel (Widiyono et al., 2020) et éventuellement des parasitoses pourraient survenir chez les vaches présentant une note d'état corporel réduite, entraînant une augmentation de l'activité d'ALAT.

Les résultats de la phosphatase alcaline (PAL) indiquent une augmentation de son activité avec l'élévation du score corporel suggérant une possible corrélation avec l'âge et à la gestation car la majorité des femelles dont la note d'état corporel est supérieure ou égale à 3,5 sont des génisses pleines en croissance et la phosphatase alcaline est une enzyme qui peut également être présente au niveau du placenta (Evans, 1996). Ces conclusions pourraient s'opposer aux résultats obtenus par Mohsen et al. (2014).

Une corrélation positive a été constatée entre l'augmentation du score corporel et l'élévation du taux d'albumine et des protéines (cette augmentation est significative uniquement pour les taux d'albumine), ces résultats sont similaires aux conclusions trouvées par Sitaresmi et al. (2020) et Caldeira et al. (2007) observant aucune influence significative de la note d'état corporel sur les taux de PT. De plus, Ferreira et al. (2019) et Đuričić et al. (2017) ont noté également l'absence d'impact de BCS sur les valeurs de l'albumine et de protéines. L'augmentation des valeurs d'albumine et de PT avec l'augmentation du BCS pourrait être un signe de bonne nutrition, les bovins ayant un score corporel élevé ont tendance à consommer plus d'aliment riche en acides aminés, précurseurs d'albumine, stimulant ainsi leur synthèse par le foie (Titaouine et al., 2022 et Caldeira et al., 2007) et elle pourrait également être associée à l'absence de production laitière (la majorité sont des génisses pleines), susceptible d'augmenter la concentration d'ALB dans le sang.

L'augmentation de la bilirubine totale avec l'élévation de BCS est probablement attribuée à la stéatose, susceptible de perturber le fonctionnement hépatique (conjugaison de la bilirubine), pouvant augmenter le taux de bilirubine ou suite à la production excessive de globules rouges chez les animaux en croissance appartenant au groupe dont le BCS est supérieur à 3,5.

La diminution de la bilirubine directe chez les vaches maigres ($BCS \geq 2,5$) pourrait résulter de la malnutrition et les parasitoses hépatiques, limitant la production d'albumine et la conjugaison de la bilirubine par les hépatocytes. Ces résultats contredisent les conclusions rapportées par Widiyono et al. (2020) qui n'ont montré aucune influence de BCS sur la concentration de la bilirubine.

DISCUSSION

Les concentrations de l'ASAT et de la GGT ne présentent pas de variations significatives en fonction du score corporel, ces résultats concordent avec les études de Ferreira et al. (2021); Kalem et al. (2017) et Stefańska et al. (2016).

Effet de la race

Chez les bovins

Les données de cette recherche indiquent une influence notable de la race sur la concentration de l'ALAT qui tend à être élevée chez les vaches de race montbéliarde, nos résultats sont cohérents avec les résultats obtenus par Mladenovic et al. (2020) qui ont constaté une baisse du taux d'ALAT chez les vaches de race Frisonne Holstein par rapport aux vaches de race Steppe Grise Podolienne et avec l'étude de Kumar et al. (2018a) qui ont noté une élévation de l'ALAT chez les races Hardhenu par rapport à la race Sahiwal et Harijana, les écarts trouvés entre les races peuvent être liés aux différences métaboliques induites par les variations du taux de production. Mais cela contredit les données rapportées par Vasilachi et al. (2022) qui n'ont observé aucune différence entre les races et ils ont trouvé que la race Montbéliarde présente un taux d'ALAT de 31,55 U/L ce qui est supérieur à la valeur trouvée dans notre étude (23,71 U/L). Les variations des résultats pourraient être attribuées aux fluctuations dans les conditions d'environnement et la composition alimentaire de la ration.

La PAL est plus élevée chez les vaches de race Normande par rapport aux deux autres races, cela pourrait s'expliquer par l'âge des femelles de race Normande, étant des génisses pleines, dont le développement osseux n'est pas encore achevé (Gade et al., 2011). Nos conclusions concordent avec les études de Yang et al. (2022) qui ont observé une augmentation de la PAL chez la race Brahman en comparaison avec la race Yunling et ainsi avec les études de Cole et al. (2001) et Kunkel et al. (1953), et contredisent l'observation de Kumar et al. (2018a) n'indiquant aucune corrélation entre la race et les taux de PAL.

La réduction du taux d'albumine chez les races Montbéliarde et Prim Holstein par rapport à la race Normande pourrait être attribuée à l'orientation des acides aminés vers la production laitière. Cela s'explique par le fait que les vaches de race Normande sont encore des génisses dont la production laitière est nulle, ces résultats s'alignent avec les constatations faites par Adeyemi and Soetan (2018) observant une diminution du taux d'albumine chez la race Gudali, l'étude de Yang et al. (2022) qui ont constaté une élévation du taux d'albumine chez la race Yunling en comparaison avec

DISCUSSION

la race Brahman. Tandis que les études de Mladenovic et al. (2020); Amatya Gorkhali et al. (2017) et Mohammed et al. (2016) n'ont montré aucune influence de la race sur le taux d'albumine.

Les concentrations de GGT chez la race Prim Holstein est significativement plus élevées par rapport aux deux autres races, il existe une similitude entre nos résultats et les travaux de Yang et al. (2022) qui ont constaté une influence notable de la race sur les taux de GGT suggérant que les bovins ayant un taux réduit de GGT présentent une bonne fonction hépatique, et l'augmentation de la concentration de GGT chez les vaches de race Prim Holstein et Montbéliarde pourrait également être associée au stress lié à la lactation. Cependant les résultats de cette étude s'opposent aux constatations de Vasilachi et al. (2022) indiquant l'absence de corrélation entre la race et le taux de GGT.

Les valeurs de la bilirubine directe révèlent des variations en fonction de la race, corroborent les conclusions de Yang et al. (2022) et Kumar et al. (2018a). Contrairement aux constatations de Utlu et al. (2004) qui n'ont révélé aucune influence de la race sur les paramètres hépatiques. Les changements du taux de bilirubine entre les différentes races pourraient suggérer que le métabolisme et la glucuronidation varient entre les races (Yang et al., 2022). Néanmoins les résultats de bilirubine totale ne présentent pas de différence entre les races, ce qui confirme les conclusions de Vasilachi et al. (2022) et Utlu et al. (2004).

Les taux de protéines totales et d'ASAT ne présentent pas de différences significatives entre les différentes races, notre étude renforce les constats d'Abdul-Majeed and Abdul-Rahman (2021); Kumar et al. (2018a); Amatya Gorkhali et al. (2017) et Gündoğan and Serteser (2005). Par ailleurs les études de Folasade Olubukola et al. (2021) et Qiu et al. (2022) ont révélé des variations significative du taux d'ASAT en fonction de la race. Les recherches de Štolcová et al. (2020) ont également observé une augmentation des concentrations des PT chez les vaches de race Holstein par rapport aux Fleckvieh.

2. L'ETUDE HISTOPATHOLOGIQUE

DISCUSSION

Dans cette étude, l'augmentation des lésions d'hépatite chronique chez les femelles adultes est similaire au résultat de Bihagi et al. (2017) et l'étude de Khan et al. (2019) qui ont révélé une nette prédominance des affections chez les femelles adultes. Cela pourrait être dû à leur longévité plus grande que celle des mâles, ce qui les expose au stress et au développement des maladies, ainsi qu'à leur physiologie (gestation et lactation) qui diminue leur immunité et les rend plus susceptibles aux affections (Murshed et al., 2022). Et l'apparition de l'hépatite aigue chez les mâles peut être due au régime alimentaire qui tend à être plus élevé chez les mâles en engraissement par rapport aux femelles.

L'augmentation non significative de l'ASAT a été observée dans la majorité des lésions, l'hépatite parenchymateuse (nécrose, dégénérescence), l'hépatite interstitielle chronique, les surcharges hépatocytaires et en cas d'atteintes biliaires, ce qui corrobore les conclusions d'Aslam et al. (2020); Salem et Hassan (2011) et Al-Quraishy et Al-Moussawi (2001) qui ont noté une augmentation des taux d'ASAT en cas des dommages hépatiques. Makawana et al. (2022) ont également rapporté une augmentation significative de l'ASAT ($P < 0,01$) dans diverses lésions hépatiques (abcès, nécrose, surcharge graisseuse, hémorragie et congestion chez les ovins). En contraste, Hodžić et al. (2013) n'ont observé aucune différence significative dans les concentrations d'ASAT. Tandis que Matanović et al. (2007) ont enregistré une diminution notable de la concentration de l'ASAT chez les animaux malades.

La présence de l'ASAT dans le cytoplasme et dans les mitochondries permet leur libération immédiate en réponse aux altérations de la membranes hépatocytaire, ce qui entraîne une augmentation de leur concentration dans le sérum (Sharon, 2013). Les surcharges cellulaires peuvent entraîner une dilatation de la cellule ainsi que de sa membrane, créant des pores au niveau membranaire qui permettent la sortie de l'enzyme et son augmentation dans le plasma (Seifi et al., 2007), Cela est en accord avec les conclusions de Yasuda (1988) qui ont signalé une augmentation de l'ASAT dans des conditions où la perméabilité membranaire est altérée. De plus, l'augmentation de l'ASAT peut résulter suite à la relation significative entre l'hépatite parenchymateuse et la surcharge cellulaire ($p = 0,01$).

Kitila et Megersa (2014) ont indiqué une élévation de l'activité sérique de l'ASAT en cas d'affection parenchymateuse plutôt que les dommages des voies biliaires. Cependant, dans notre étude nous avons constaté une augmentation de l'activité d'ASAT dans deux lésions, l'atteinte parenchymateuse et biliaire, cela pourrait être lié à la nécrose hépatocellulaire et aux changements dégénératifs produits par les douves juvéniles en migration à travers le parenchyme

DISCUSSION

hépatique (Teleb et al., 2007 et Dias et al., 1996). Ou comme effet secondaire à la cholestase (Salem and Hassan, 2011), ces résultats concordent avec les constatations de Ouandaf et al. (2019) indiquant une élévation de l'ASAT en cas de cholestase chez les nourrissons.

Une augmentation de l'ASAT en présence d'hépatite interstitielle chronique peut être attribuée à une corrélation significative avec la présence des lésions parasitaires ($p = 0,01$). Les recherches de Mert et al. (2006) corroborent nos observations, montrant une augmentation significative de l'ASAT en cas de fasciolose chronique. Des taux d'ASAT identifiés dans cette étude suggèrent que l'ASAT n'est pas spécifique aux lésions hépatiques chez les ruminants (Spano et al., 1983). Cependant, des augmentations sont observées en cas de lésions.

Aucune différence notable n'a été observée dans les concentrations d'ALAT en cas des lésions hépatiques. En revanche les résultats de Salem et Hassan (2011) ont révélé une augmentation des taux d'ALAT en cas des dommages cellulaires diffuses aigus chez les chameaux, cette augmentation peut atteindre 2 à 3 fois leurs valeurs normales (Maddison, 2008). Hodžić et al. (2013) ont indiqué également une augmentation de l'ALAT plasmatique avec les dommages hépatocellulaires (nécrose ou dégénérescence). Tandis que cette activité a montré une diminution en cas de cirrhose biliaire chez les ruminants, ainsi que dans les cholangites hyperplasiques chez les ovins (Kitila and Megersa, 2014).

L'augmentation significative de l'activité de la phosphatase alcaline en cas d'hépatite aiguë concorde avec les conclusions de Bain (2011). Cette élévation peut être due à l'influence de l'âge ($p = 0,01$) car 60% des animaux ayant l'hépatite interstitielle aiguë sont des jeunes et l'activité de PAL augmente chez les animaux en croissance (Cohen Jr, 2006). Une augmentation du taux de PAL peut également être associée à une relation significative entre l'hépatite aiguë ($p = 0,01$) et l'hépatite chronique et parasitaire.

Dans cette étude, une augmentation non significative du taux de PAL a également été observée en cas des lésions du parenchyme hépatique et des surcharges cellulaires. Des conclusions similaires ont été observées par Makawana et al. (2022) où il a été démontré que le taux de PAL était significativement augmenté ($P < 0,01$) en cas de nécrose et de surcharge. Elitok (2012) a indiqué également une augmentation de cette enzyme en cas de nécrose cellulaire. Kaneko et al. (2008) ont observé que des niveaux accrus de PAL sont liés aux atteintes hépatiques telles que la cholangite ou l'obstruction des voies biliaires extra-hépatique, la cirrhose biliaire et la nécrose hépatocytaire. La PAL est dérivée des voies biliaires (Adama et al., 2011) et l'élévation de cette

DISCUSSION

enzyme peut indiquer une atteinte biliaire. Les lésions hépatiques telles que la stéatose et l'inflammation du parenchyme (pyogranulome) peuvent entraîner l'obstruction des petits canalicules biliaires, entraînant ainsi une augmentation indirecte de la PAL (González et da Silva, 2006), ces auteurs suggèrent également que la PAL peut provenir de différents isoformes, telles que le foie, les reins, les intestins, le pancréas, les os et le placenta, ce qui rend difficile l'interprétation des résultats.

Dans les recherches d'Aslam et al. (2020); Khan et al. (2019) et Swarup et al. (1986) sur les affections hépatiques chez les ruminants, ont noté une élévation des concentrations de PAL. Tandis que Purohit et al. (2003) ont montré une diminution de PAL avec les lésions du parenchyme comme la dégénérescence des hépatocytes chez les ruminants. Par contre Hacariz et al. (2009) ont indiqué que la PAL est significativement plus élevée dans les cas chroniques tels que la cirrhose et la fibrose chez les ovins.

Une augmentation significative de la GGT est observée en cas de lésions parenchymateuses, ainsi que en cas de surcharge. Ces constatations concordent avec des études qui ont démontré que la présence de GGT ne se limite pas aux épithéliums biliaires et elle peut également être présente dans les hépatocytes (Tekin et al., 2004 et Jansen and Müller, 2000). Duff et al. (1999) ont également trouvé que l'activité de la GGT est élevée en cas de toxicité hépatique. Et l'augmentation de cette enzyme pourrait être due à des lésions parenchymateuses secondaires aux atteintes biliaires.

Les conclusions menées par Matanović et al. (2007) et Mert et al. (2006) rapportent que l'élévation de la GGT est un indicateur de lésions chroniques dues à la présence de parasites, sont similaires à nos résultats. Nous avons également observé des élévations de ce paramètre en cas d'atteinte biliaire et d'hépatites aiguës et chroniques et l'augmentation simultanée de la GGT avec la PAL indiquent des dommages biliaires (Rani et al., 2012 et Chatterjee et Shinde, 2002).

Nous avons remarqué une augmentation des taux de protéines totales en cas de lésions hépatiques (la nécrose, la dégénérescence, les surcharges et les hépatites interstitielles aiguës). En revanche les taux d'albumine n'ont pas présenté de variation notable; cela signifie que les niveaux de globuline augmentent en réponse à des réactions immunitaires en cas d'atteinte hépatique (Couch et al., 2017). Ces constatations corroborent les conclusions de Sagkan-Ozturk et al. (2015) qui ont noté une augmentation de PT et de l'albumine chez les animaux malades. Cependant Baghshani et al. (2012); Hosny et al. (2010) et Col and Uslu (2007) indiquent que les

DISCUSSION

concentrations de protéines totales et d'albumine ont diminué chez les animaux infectés, une diminution significative des taux d'albumine peut être attribuée à une synthèse réduite résultant d'une insuffisance hépatique (Singh et al., 2001), car l'albumine mesure la capacité de synthèse hépatique. Ils sont généralement touchés lorsque le foie est gravement atteint. Les faibles variations observées dans cette étude pourraient suggérer l'absence de lésions hépatiques graves chez la majorité des ovins utilisés dans cette étude (Aba et al., 2020b). Chez les animaux présentant des lésions hépatiques graves, nous avons enregistré un taux d'albumine au dessous de 25 g/L avec un taux de protéine au dessous de 40 g/L. L'augmentation des niveaux de protéine totale et de globuline pourraient être attribuées à la détérioration du métabolisme de protéines (Kıvanç et al., 2019). L'augmentation des concentrations de protéines totales en cas de surcharge et leur association avec une augmentation de l'albumine pourraient également être attribuées à un rapport alimentaire suffisant et une absorption efficace des acides aminés (Coffey et al., 1989).

L'augmentation des valeurs de la bilirubine (totale et directe) en cas de lésions hépatiques telles que l'hépatite parenchymateuse, interstitielle chronique, parasitaire et les surcharges hépatocytaires avec une augmentation significative en cas d'atteintes biliaires est conforme aux conclusions de Cinar et al. (2018); Baghshani et al. (2012) et Heidarpour et al. (2012). L'élévation du taux de BT peut être attribuée à l'augmentation de la production de la bilirubine en raison d'hémolyse par des toxines hémolytiques produites par les parasites (Teleb et al., 2007). Tandis que l'augmentation de la concentration de BD indique une obstruction des voies biliaires (cholestase intrahépatique) (Boone et al., 2005).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Lorsqu'une atteinte hépatique survient, les symptômes cliniques se manifestent souvent de manière discrète et leur apparition ne devient évidente que lorsque les dommages hépatiques sont déjà avancés. Par conséquent, le recours à des examens complémentaires est nécessaire pour établir un diagnostic précis. Dans cette étude, notre objectif était de déterminer les valeurs biochimiques hépatiques normales pour notre cheptel et de mieux comprendre comment certains facteurs physiologiques peuvent affecter les variations de ces analyses. De plus, nous cherchions à souligner l'importance cruciale de ces analyses biochimiques dans la détection des lésions hépatiques chez les ruminants.

Dans cette étude, l'âge représente un facteur majeur ayant un impact principal sur la majorité des paramètres étudiés. Chez les ovins de race locale croisée, l'âge a une influence significative sur tous les paramètres analysés. Tandis que chez les ovins de race Rembi, seuls l'albumine et la bilirubine (totale et directe) n'ont pas montré une corrélation avec l'âge, et chez les bovins, seule l'ASAT n'est pas influencée par l'âge.

L'effet du sexe n'est pas très prononcé. Chez les ovins de race croisée, il affecte uniquement l'ALAT, la PAL, les protéines totales et la bilirubine (directe et totale). Cependant, aucun effet du sexe n'est observé sur les paramètres biochimiques chez les ovins de race Rembi. Chez les bovins, seuls deux paramètres (la PAL et l'ALB) sont influencés par le sexe.

Le stade reproductif de la femelle a un effet sur les taux de GGT et d'ALB chez les ovins de race croisée. En revanche, chez les ovins de race Rembi, il a un effet sur les variations du taux de GGT et la PAL. Cependant chez les bovins, l'albumine et l'ALAT sont les paramètres qui représentent une différence significative selon le stade physiologique de la vache.

De plus, chez les bovins, la note d'état corporel présente une influence significative sur la plupart des paramètres hépatiques, y compris l'ALAT, la PAL, l'ALB, la BD et la BT. En revanche, chez les ovins de race Rembi la note d'état corporel n'a aucun impact sur les paramètres hépatiques examinés.

La race des bovins exerce une influence significative sur plusieurs paramètres hépatiques, notamment l'ALAT, la gamma-glutamyl transférase, la phosphatase alcaline, l'albumine et la bilirubine directe.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les analyses biochimiques des lésions hépatiques ont révélé des résultats significatifs principalement pour les activités de la PAL et de la GGT, ainsi que pour les protéines totales, la bilirubine totale et la bilirubine directe.

Les lésions parenchymateuses et les surcharges hépatocytaires se caractérisent par une augmentation notable de la GGT et de PT avec des augmentations également observées pour l'ASAT, la PAL, et la bilirubine (directe et totale) sans signification clinique. Les hépatites interstitielles aiguës se manifestent par une élévation significative de la PAL, En revanche les atteintes biliaires présentent une augmentation significative de la bilirubine (directe et totale), ainsi que de la GGT et de l'ASAT sans signification notable.

En se basant sur les résultats trouvés dans cette étude, il est crucial de prendre en considération les facteurs physiologiques tels que l'âge, le sexe, l'état physiologique, le score corporel et la race lors de l'interprétation des résultats.

Les analyses biochimiques représentent un outil facile, rapide et économique, offrant des résultats positifs pour les atteintes hépatiques. Cependant les examens histologiques demeurent les plus précis pour une identification précise des pathologies.

Pour améliorer la fiabilité des résultats, il est essentiel de continuer à explorer les domaines de recherche suivants :

- Des recherches supplémentaires pourraient être menées sur des ruminants provenant de différentes régions afin d'établir une base de données complète et représentative couvrant l'ensemble des espèces de ruminants présentes en Algérie.
- La présence simultanée de plusieurs lésions hépatiques chez un même animal peut altérer les résultats des analyses biochimiques. Il est donc recommandé d'étudier chaque maladie séparément à travers des infestations expérimentales distinctes, en tenant compte de la taille des échantillons pour une interprétation plus fiable des données.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABA, P., IHEDIOHA, J. & NWAOGU, I. 2020a. Reference values for certain serum biochemical markers of liver damage in apparently healthy Red Sokoto goats. *The Thai veterinary medicine*, 50, 81-88.
- ABA, P. E., IHEDIOHA, J. I. & NWAOGU, I. C. 2020b. Sensitivities, specificities and correlates of certain liver damage marker parameters in Red Sokoto goats. *Comparative Clinical Pathology*, 29, 1061-1068.
- ABDEL-FATTAH, M., HASHEM, A., SHAKER, Y., ELLAMEI, A. & AMER, H. 2013. Effect of weaning age on productive performance and some plasma biochemical parameters of Barki lambs in Siwa Oasis, Egypt. *Global Veterinaria*, 10, 189-202.
- ABDELATIF, A. M., ELSAYED, S. A. & HASSAN, Y. M. 2010. Effect of state of hydration on body weight, blood constituents and urine excretion in Nubian goats (*Capra hircus*). *World J. Agric. Sci*, 6, 178-188.
- ABDELSATTAR, M., VARGAS-BELLO-PEREZ, E., & ZHANG, N. (2022). Age-related changes in blood biochemical composition of Hu sheep. *Italian Journal of Animal Science*, 21(1), 1297-1306.
- ABDUL-MAJEED, A. F. & ABDUL-RAHMAN, S. Y. 2021. Impact of breed, sex and age on hematological and biochemical parameters of local quail. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 35, 459-464.
- ABDUL-MAJEED, A. F., RAHAWI, G. A. & AL-CHALABI, A. M. 2021. Effect of adding nettle plant on some physiological and biochemical parameters of broiler chickens. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 35, 115-119.
- ABDULLAH, M. A. 2022. Pathomorphological Study of Liver Lesions in Sheep at Duhok Abattoir. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 53, 163-173.
- ADAMA, J. Y., AJANUSI, O. J., CHIEZEY, N. & LAWAL, A. 2011. Biochemical responses of yankasa sheep to experimental fasciola gigantica infection in Zaria, Nigeria. *Int. J. anim. veter. adv*, 3, 409-415.
- ADEYEMI, I. & SOETAN, K. 2018. Preliminary Investigation of Some Serum Biochemical Parameters of Confined Nigerian Cattle Breeds in Ibadan, South-West Nigeria Fed with Some Conventional and Non-Conventional Feedstuffs. *Food Sci. Qual. Manag*, 77, 59-65.
- AGIUS, L. 2008. Glucokinase and molecular aspects of liver glycogen metabolism. *Biochemical Journal*, 414, 1-18.
- AHMADI-HAMEDANI, M., GHAZVINIAN, K., KOKHAEI, P., BARATI, M. & MAHDAVI, A. 2014. Comparison of effects of age and sex on serum protein electrophoretic pattern in one-humped camels (*Camelus dromedarius*) in Semnan, Iran. *Open veterinary journal*, 4, 4-8.
- AHMED, A. S., M MOHAMED, A. E.-M. & ALI, A. O. 2022. Clinical and Laboratory Diagnosis of Some Blood Parasites in Dairy Cows in Qena Governorate. *SVU-International Journal of Veterinary Sciences*, 5, 68-82.
- AHUKA 2007. Anatomie/Physiologie. Vol 2, Partie De Système digestif. 7 éditions.
- AICHE, S., SMAIL, F., CHIKHAOUI, M., HARICHE, Z. & ABDELHADI, S. A. 2023. Influence of body condition score during late pregnancy on the variations of biochemical parameters and lamb stillbirths in Rembi ewes. *Tropical Animal Health and Production*, 55, 128.
- AKSOY, N. H., KARAŞAHİN, T., DURSUN, Ş., AKBULUT, N. K., HAYDARDEDEOĞLU, A. E., İLGÜN, R. & BÜYÜKLEBLEBİCİ, O. 2018. Comparative investigation of some liver enzyme functions considering age and gender distinctions in healthy Akkaraman sheep. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*, 35, 71-75.
- AL-MIAHY, A. J. F. & SALEH, B. A. 2022. Comparative Estimation of Serum Biochemical Profile During Estrus, Pregnancy and Calving Periods for Dairy Cows in Thiqrar Province. *Kufa J. Vet. Med. Sci*, 13, 22-28.
- AL-QURAI SHY, L. O. & AL-MOUSSAWI, A. M. 2001. Effect of fasciola gigantica infection on some blood physiological and biochemical aspects of infected cows in Babylon governorate. College of Medicine, University of Babylon. 1-7.
- AL-SEAF, A. M. & AL-HARBI, K. B. 2012. Variability of disease resistance, hematological parameters and lymphocyte proliferation in two goat breeds and their F1 and F2 crosses. *Int. J. Food Agric. Vet. Sci*, 2, 47-53.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AL BATAAT, H. H. & AYIED, A. Y. 2017. The impacts of age, sex and genotype on carcass traits, biochemical blood parameters and hormone concentrations of cattle. *International Journal Of Scientific Research*, 6, 119-123.
- AL MALKI, J. & AHMED, N. 2022. Epidemiological and histomorphologic studies in sheep infected with hydatid cyst in Taif area. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29, 886-893.
- ALI, I. F. & JIHAD, T. W. 2022. Perturbation of liver function markers and serum electrolytes associated with *Echinococcus granulosus* infection in sheep. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 36, 65-69.
- ALIYU, N., MBAP, S. & BOYI, B. 2022. Effects of Breed, Sex, Age and Season on the Blood Biochemical Parameters of Sheep in Bauchi State, Nigeria. *Nigerian Journal of Animal Science and Technology (NJAST)*, 5, 1-9.
- ALJAMEEL, M., MOHAMMED, G. & BAKHIET, A. 2017. Tuberculosis in sheep and goats: Pathological characteristics based on abattoir study in South Darfur State, Sudan tuberculosis in sheep and goats: Pathological characteristics based on abattoir Study in South Darfur State, Sudan Abstract. *Sudan Journal of Science & Technology*, 18, 107-126.
- ALONSO, A., DE TERESA, R., GARCIA, M., GONZALEZ, J. & VALLEJO, M. 1997. The effects of age and reproductive status on serum and blood parameters in Merino breed sheep. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 44, 223-231.
- AMACHER, D. E., SCHOMAKER, S. J. & AUBRECHT, J. 2013. Development of blood biomarkers for drug-induced liver injury: an evaluation of their potential for risk assessment and diagnostics. *Molecular diagnosis & therapy*, 17, 343-354.
- AMATYA GORKHALI, N., KHANAL, S., SAPKOTA, S., PRAJAPATI, M., SHRESTHA, Y. & KHANAL, D. 2017. Effect of Breed and Gender on Hematological Parameters and Some Serum Biochemical Profiles of Apparently Healthy indigenous Sheep of Nepal. *Nepalese Veterinary Journal*, 34, 85-94.
- ANTOINE, D. J., DEAR, J. W., LEWIS, P. S., PLATT, V., COYLE, J., MASSON, M., THANACOODY, R. H., GRAY, A. J., WEBB, D. J. & MOGGS, J. G. 2013. Mechanistic biomarkers provide early and sensitive detection of acetaminophen-induced acute liver injury at first presentation to hospital. *Hepatology*, 58, 777-787.
- ANTUNOVIĆ, Z., BORO MIOČ, ŽELJKA KLIR ŠALAVARDIĆ, IVAN ŠIRIĆ, VALENTINO DRŽAIĆ, MARIJA JUKIĆ GRBAVAC & NOVOSELEC, J. 2021. Correlation between milk composition and selected blood indicators of liver function in ewes during lactation. *Mljekarstvo*, 72, 3-10.
- ANTUNOVIĆ, Z., MARIĆ, I., KLIR, Ž., ŠERIĆ, V., MIOČ, B. & NOVOSELEC, J. 2019. Haemato-biochemical profile and acid-base status of Croatian spotted goats of different ages. *Archives Animal Breeding*, 62, 455-463.
- ANTUNOVIĆ, Z., NOVAKOVIĆ, K., KLIR, Ž., ŠERIĆ, V., MIOČ, B., ŠPERANDA, M., RONTA, M. & NOVOSELEC, J. 2020. Blood metabolic profile and acid-base status of Istrian goats - a critically endangered Croatian goat - in relation to age. *Veterinarski arhiv*, 90, 27-38.
- ANTUNOVIC, Z., NOVOSELEC, J., SAUERWEIN, H., SPERANDA, M., VEGARA, M. & PAVIC, V. 2011. Blood metabolic profile and some of hormones concentration in ewes during different physiological status. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17, 687-695.
- ANTUNOVIĆ, Z., ŠPERANDA, M., LIKER, B., ŠERIĆ, V., SENČIĆ, Đ., DOMAĆINOVIĆ, M. & ŠPERANDAT, T. 2005. Influence of feeding the probiotic Pioneer PDFM® to growing lambs on performances and blood composition. *Acta veterinaria*, 55, 287-300.
- ANTUNOVIĆ, Z., ŠPERANDA, M. & STEINER, Z. 2004. The influence of age and the reproductive status to the blood indicators of the ewes. *Archives Animal Breeding*, 47, 265-273.
- ANWAR, M., NOUR EL-DIN, A. & TAHA, T. 2012. Changes in some hematological and serum biochemical parameters during the first week after lambing in six consecutive parities in some Egyptian sheep breeds. *Egyptian Journal of Animal Production*, 49, 293-302.
- ASCHENBACH, J. R., KRISTENSEN, N. B., DONKIN, S. S., HAMMON, H. M. & PENNER, G. B. 2010. Gluconeogenesis in dairy cows: the secret of making sweet milk from sour dough. *IUBMB Life*, 62, 869-877.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASHMAWY, N. A. 2015. Blood metabolic profile and certain hormones concentrations in Egyptian buffalo during different physiological states. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10, 271-280.
- ASLAM, A., KHAN, S. A., TUNIO, M. T. & SHEHZAD, M. 2020. 58. Hematobiochemical alterations and gross pathology of liver fluke infestation in goat (*Capra hircus*) in Poonch Azad Kashmir. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 9, 595-608.
- AUBADIE-LADRIX, M. 2003. Biochimie sanguine de la vache laitière. *Le Point Vet*, 34, 36-40.
- AULBACH, A. & AMUZIE, C. 2017. Biomarkers in nonclinical drug development. *A comprehensive guide to toxicology in nonclinical drug development*. Elsevier, pp. 447-471.
- AYNALEM, G., KIBEB, L. & GEZAHEGN, M. 2019. Influence of gender on some biochemical parameters of apparently healthy local breed sheep in Teamo village, Shebedino district, Sidam zone, Ethiopia. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 6, 32-37.
- AZIMZADEH, K. & JAVADI, A. 2020. Serum Biochemistry and Haematology of Iranian Red Sheep (*Ovis orientalis gmelini*) in Sorkhabad Protected Area, Zanjan, Iran: Comparison with Age and Sex. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 14, 77-85
- BAGHSHANI, H., RAZMI, G. R., YAGHFOURI, S. & AHMADI DEZAKI, A. 2012. Investigation of selected biochemical parameters in sheep naturally infected with theileriosis. *Comparative Clinical Pathology*, 21, 1417-1420.
- BAIN, P. J. 2011. Liver. In : LATIMER K.S., ed. Duncan & Prasse's Veterinary Laboratory Medicine. Clinical Pathology. 5th Edition. Ames : Wiley-Blackwell, pp. 211-230.
- BALIKCI, E., YILDIZ, A. & GÜRDOĞAN, F. 2007. Blood metabolite concentrations during pregnancy and postpartum in Akkaraman ewes. *Small Ruminant Research*, 67, 247-251.
- BARBOSA, F. C., OLIVEIRA JUNIOR, W., FARIA, J. G. K., VIEIRA, D. S., GUIMARÃES, E. C. & MUNDIM, A. V. 2022. Influence of age and sex on blood biochemical profile of Bonsmara cattle breed up to two years. *Ciência Animal Brasileira*, 23.
- BARONE, R. 1976. Anatomie comparée des mammifères domestiques. III Splachnologie. *Laboratoire d'Anatomie Ecole Vétérinaire de Lyon*, 1, 379p.
- BARONE, R. 1984. Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 3: Splachnologie (fascicule 1). Appareil digestif, appareil respiratoire. 2^{ème} édition, Paris, 515- 517 p.
- BARRETTO, O. & NONOYAMA, K. 1984. Biochemical characteristics of erythrocyte sorbitol dehydrogenase from selected mammals. *Comparative Biochemistry and physiology. B, Comparative Biochemistry*, 77, 387-389.
- BAUCHART, D., GRUFFAT, D. & DURAND, D. 1996. Lipid absorption and hepatic metabolism in ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*, 55, 39-47.
- BEATTY, E. M. & DOXEY, D. 1984. The effect of physiological parameters on serum lactate dehydrogenase isoenzymes in lambs. *Veterinary research communications*, 8, 33-40.
- BEDENICKI, M., POTOČNJAK, D., HARAPIN, I., RADISIC, B., SAMARDŽIJA, M., KRESZINGER, M., ZUBCIC, D., DJURICIC, D. & BEDRICA, L. 2014. Haematological and biochemical parameters in the blood of an indigenous Croatian breed—Istrian cattle. *Archives Animal Breeding*, 57, 1-7
- BELLIER, S. 2010. Interprétation et valeurs usuelles des paramètres sanguins en biochimie clinique vétérinaire. *Revue francophone des laboratoires*, 2010, 43-56.
- BENAHMED, M., DELLAL, A. & BENCHABEN, H. 2016. Mobilité du plomb et du zinc issus de retombées atmosphériques dans le sol: cas de la zone industrielle de Tiaret, Algérie. *European scientific journal*, 12, 131-140.
- BENHAMOU, J.-P., ERLINGER, S. & BELGHITI, J. 2000. Maladies du foie et des voies biliaires. 4^e éd., Paris, Flammarion médecine-sciences.
- BERG, R. & BUDRAS, K. D. 2011. *Bovine Anatomy (Vet)*. 2nd ed, London, Schluetersche. 184 p.
- BERTONI, G. & TREVISI, E. 2013. Use of the liver activity index and other metabolic variables in the assessment of metabolic health in dairy herds. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 29, 413-431.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEURA, S. S., PRADHAN, C. R., PANIGRAHI, B., SAHOO, C., SAHOO, A. & JENA, B. 2014. Effect of balanced concentrate ration on the performance and hematobiochemical profile of lactating native ewes and lambs in coastal Odisha. *Veterinary World*, 7, 1047-1057.
- BHAT, S. A., MIR, M. R., RESHI, A. A., AHMAD, S. B., HUSAIN, I., BASHIR, S. & KHAN, H. M. 2014. Impact of age and gender on some blood biochemical parameters of apparently healthy small ruminants of sheep and goats in Kashmir valley India. *International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine*, 2, 22-27.
- BHAT, S. A., MIR, M. U. R., QADIR, S., ALLAIE, I. M., KHAN, H. M., HUSAIN, I. & SHEIKH, B. A. 2012. Prevalence of gastro-intestinal parasitic infections in Sheep of Kashmir valley of India. *Veterinary World*, 5, 667-671.
- BHAT, T., SHARMA, R. & DHAR, D. 1987. Serum lactate dehydrogenase: clinical significance of alterations in its activity in lambs infected with *Dictyocaulus filaria*. *Research in veterinary science*, 42, 127-129.
- BICKHARDT, K., DUDZIAK, D., GANTER, M. & HENZE, P. 1999. Investigations on the dependence of hematologic and blood chemical parameters on the age of health lambs--a contribution to the definition of reference values in sheep. *DTW. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 106, 445-451.
- BIHAQI, S., ALLAIE, I., BANDAY, M., WANI, Z. & SHAHARDAR, R. 2017. Prevalence of caprine GI helminths in temperate areas of Jammu & Kashmir. *Journal of parasitic diseases*, 41, 843-849.
- BLANC, J. 1997. Stellate cells of the liver and hepatic fibrogenesis. *Gastroenterol Clin Biol*, 21, 869-879.
- BLOCK, E., DÉPATIE, C., LEFEBVRE, D. & PETITCLERC, D. L'urée du lait: les sources de variation et les implications. Proc. Symp. sur les Bovins laitiers, Publ. Conseil des Productions Animales du Québec (CPAQ), Québec, Canada, 1998. 77-87.
- BLOOD, D. & HENDERSON, J. 1976. Médecine vétérinaire, 2e éd. Paris, France, Vigot Frères.
- BOONE, L., MEYER, D., CUSICK, P., ENNULAT, D., BOLLIGER, A. P., EVERDS, N., MEADOR, V., ELLIOTT, G., HONOR, D. & BOUNOUS, D. 2005. Selection and interpretation of clinical pathology indicators of hepatic injury in preclinical studies. *Veterinary Clinical Pathology*, 34, 182-188.
- BORAI, M. G., NAGI, A., GAB-ALLAH, M. S., EL-MASHAD, I. & MOUSTAFA, S. A. 2013. Comparative pathological studies on parasitic affections of liver in farm animals. *Benha Veterinary Medical Journal*, 25, 284-295.
- BOUCHET, A. & CUILLERET, J. 1991. Anatomie topographique descriptive et fonctionnelle Tome 4-l'abdomen, la région rétro-péritonéale, le petit bassin, le périnée. *Simep*, 1784-1785.
- BOUDJELLABA, S., AINOUZ, L., TENNAH, S., TEMIM, S. & IGUER-OUADA, M. 2018. Reproduction performance and blood biochemical parameters in dairy cows: Relationship with oxidative stress status. *Veterinary World*, 11, 883-888.
- BOYER, J. & BOYER, B. 2013. Bile formation and secretion. *Comprehensive Physiology*, 3, 1035-1078.
- BRAUN, J., BENARD, P., BURGAT, V. & RICO, A. 1983. Gamma glutamyl transferase in domestic animals. *Veterinary research communications*, 6, 77-90.
- BRESSOU, C. 1978. Anatomie régionale des animaux domestiques II: les ruminants. Paris: JB Baillière.-437p.
- BRUGÈRE-PICOUX, J. 1995. Maladies métaboliques et biochimie Clinique de la vache laitière. *La dépêche technique*, 46, 30.
- BRUGÈRE-PICOUX, J. & REMY, D. 1995. Baisse de la disponibilité en glucose. *La dépêche technique*, 46.
- CALDEIRA, R., BELO, A., SANTOS, C., VAZQUES, M. & PORTUGAL, A. 2007. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Ruminant Research*, 68, 233-241.
- CARLOS, M., LEITE, J., CHAVES, D., VALE, A., FAÇANHA, D., MELO, M. & SOTO-BLANCO, B. 2015. Blood parameters in the Morada Nova sheep: influence of age, sex and body condition score. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 25, 950-955.
- CARMAUX, S. 2008. Caractérisation de la mort des cellules animales cultivées en bioréacteur. Université Henri Poincaré – Nancy I.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CASSE, E. A., RULQUIN, H. & HUNTINGTON, G. B. 1994. Effect of mesenteric vein infusion of propionate on splanchnic metabolism in primiparous Holstein cows. *Journal of dairy science*, 77, 3296-3303.
- ÇELİK, Ö. Y., KIVANÇ, İ. & AKGÜL, G. 2019. Effect of sex on some biochemical and hematological parameters in healthy boer x hair goat crossbreed. *Kocatepe Veterinary Journal*, 12, 45-51.
- CHACHA, F., BOUZEBDA, Z., BOUZEBDA-AFRI, F., GHERISSI, D. E., LAMRAOUI, R. & MOUFFK, C. 2018. Body condition score and biochemical indices change in Montbeliard dairy cattle: influence of parity and lactation stage. *Global Veterinaria*, 20, 36-47.
- CHANDRA, A., TEJ, N. K. E. & CH, S. P. 2023. Baseline Studies on Biochemical Profile of Nellore Sheep in the Hot and Humid Areas of Andhra Pradesh. *Indian Journal of Animal Production and Management*, 37, 118-122.
- CHATTERJEE, M. & SHINDE, R. 2002. Serum γ -glutamyl transferase. In: textbook of medical biochemistry, 5th edn. Jaypee Medical Publishers, Delhi, 584p.
- CHATTERJEE, S. & MUKHERJEE, T. K. 2014. Spectroscopic investigation of interaction between bovine serum albumin and amine-functionalized silicon quantum dots. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 16, 8400-8408.
- CINAR, M., AYDENİZÖZ, M., GÖKPINAR, S. & ÇAMKERTEN, G. 2018. Evaluation of biochemical parameters and oxidative stress in sheep naturally infected with *Dicrocoelium dendriticum* and hydatid cysts. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 42, 423-428.
- COFFEY, K., PATERSON, J., SAUL, C., COFFEY, L., TURNER, K. & BOWMAN, J. 1989. The influence of pregnancy and source of supplemental protein on intake, digestive kinetics and amino acid absorption by ewes. *Journal of Animal Science*, 67, 1805-1814.
- COHEN JR, M. M. 2006. The new bone biology: pathologic, molecular, and clinical correlates. *American journal of medical genetics part A*, 140, 2646-2706.
- COL, R. & USLU, U. 2007. Changes in selected serum components in cattle naturally infected with *Theileria annulata*. *Bulletin-Veterinary Institute in Pulawy*, 51, 15-18.
- COLE, N., BROWN, M. & PHILLIPS, W. 2001. Genetic \times environment interactions on blood constituents of Angus, Brahman, and reciprocal-cross cows and calves grazing common bermudagrass or endophyte-infected tall fescue. *Journal of Animal Science*, 79, 1151-1161.
- COPELAND, R. A. 2004. Enzymes: A Practical Introduction to Structure, Mechanism and Data Analysis. 2 ed edition, New York, Wiley.
- COROIAN, C. O., MIREŞAN, V., COROIAN, A., RĂDUCU, C., ANDRONIE, L., MARCHIŞ, Z., TERHEŞ, S. & MUNTEAN, M.-V. 2017. Biochemical and haematological blood parameters at different stages of lactation in cows. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca: Horticulture*, 74, 31-36.
- COTIN, S. 1998. Modèle anatomique déformable en temps - réel. Application à la simulation de chirurgie avec retour d'effort. *Thèse doct, INRA Sofia Antipolis*, 230 p
- COUCH, C. E., MOVIUS, M. A., JOLLES, A. E., GORMAN, M. E., RIGAS, J. D. & BEECHLER, B. R. 2017. Serum biochemistry panels in African buffalo: Defining reference intervals and assessing variability across season, age and sex. *PLOS ONE*, 12, e0176830.
- COZZI, G., RAVAROTTO, L., GOTTARDO, F., STEFANI, A., CONTIERO, B., MORO, L., BRSCIC, M. & DALVIT, P. 2011. Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: Effects of parity, stage of lactation, and season of production. *Journal of dairy science*, 94, 3895-3901.
- CRUZ, R. E. S. D., ROCHA, F. M., SENA, C. V. B., NOLETO, P. G., GUIMARÃES, E. C., GALO, J. A. & MUNDIM, A. V. 2017. Effects of age and sex on blood biochemistry of dorper lambs. *Semina: Ciências Agrárias*, 38, 305-310.
- CULLEN, J. M. & STALKER, M. J. 2016. Liver and biliary system. *Jubb, Kennedy & Palmer's Pathology of Domestic Animals: Volume 2*, 258-352.
- CURIS, E., NICOLIS, I., MOINARD, C., OSOWSKA, S., ZERROUK, N., BÉNAZETH, S. & CYNOBER, L. 2005. Almost all about citrulline in mammals. *Amino acids*, 29, 177-205.
- CUVELIER, C., CABARAUX, J.-F., DUFRASNE, I., ISTASSE, L. & HORNICK, J.-L. 2005. Production, digestion et absorption des acides gras chez le ruminant. *Annales Medecine Veterinaire*, 149, 49-50.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DANIEL, R., EVANS, H., ROLFE, S., DE LA RUA-DOMENECH, R., CRAWSHAW, T., HIGGINS, R., SCHOCK, A. & CLIFTON-HADLEY, R. 2009. Outbreak of tuberculosis caused by *Mycobacterium bovis* in golden Guernsey goats in Great Britain. *Veterinary Record*, 165, 335-342.
- DAVID, P. 2000. *Transplantation d'hépatocytes isolés: de la disponibilité en cellules humaines à l'application dans un modèle rat in vivo*. Université Louis Pasteur (Strasbourg) (1971-2008).
- DAVOUDI, S. M. 2013. Study of hepatic problems in livestock. *European Journal of Zoological Research*, 2, 124-132.
- DAWRA, R., SHARMA, O., KRISHNA, L. & VAID, J. 1991. The enzymatic profile of urine and plasma in bovine urinary bladder cancer (enzootic bovine haematuria). *Veterinary research communications*, 15, 421-426.
- DAWSON, D. M., GOODFRIEND, T. L. & KAPLAN, N. O. 1964. Lactic Dehydrogenases: Functions of the Two Types: Rates of synthesis of the two major forms can be correlated with metabolic differentiation. *Science*, 143, 929-933.
- DE SOUZA, D. F., REIJERS, T. S. S., GILAVERTE, S., DA CRUZ, T. A., HENTZ, F., CASTILHOS, B. D. Q., DITTRICH, R. L. & MONTEIRO, A. L. G. 2020. Dynamics of biochemical parameters in lambs during the first four months of life. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49.
- DEFFORGE, V. 2007. La physiologie digestive chez les animaux domestiques. Le foie et le système biliaire 175-179.
- DEGHNOUCHE, K., TLIDJANE, M., MEZIANE, T. & TOUABTI, A. 2011. Influence du stade physiologique sur divers paramètres biochimiques sanguins chez la brebis Ouled Djellal des zones arides du Sud Est algérien. *Revue de médecine vétérinaire*, 162, 3-7.
- DELFINO, J. L., BARBOSA, V. D. M., GONDIM, C. C., OLIVEIRA, P. M. D., NASCIUTTI, N. R., OLIVEIRA, R. S. D. B. R., TSURUTA, S. A., MUNDIM, A. V. & SAUT, J. P. E. 2014. Perfil bioquímico sérico de bezerros senepol nos primeiros 120 dias de idade. *Semina: Ciências Agrárias*, 35, 1341-1350.
- DEMIGNÉ, C., FAFOURNOUX, P., REMESY, C. & YACCOUB, C. 1986. Utilisation des substrats glucoformateurs par les hépatocytes isolés de mouton. *Reproduction Nutrition Développement*, 26, 369-370.
- DIAS, I. R., VIEGAS, C. A., SILVA, A., PEREIRA, H., SOUSA, C., CARVALHO, P., CABRITA, A., FONTES, P. J., SILVA, S. & AZEVEDO, J. M. T. D. 2010. Haematological and biochemical parameters in Churra-da-Terra-Quente ewes from the northeast of Portugal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62, 265-272.
- DIAS, L. M., SILVA, R., VIANA, H. L., PALHINHAS, M. & VIANA, R. L. 1996. Biliary fascioliasis: diagnosis, treatment and follow-up by ERCP. *Gastrointestinal endoscopy*, 43, 616-620.
- DIAZ-MUNOZ, M. & HERNANDEZ-MUNOZ, R. 2010. Molecular and biochemical features of the mitochondrial enzyme ornithine transcarbamylase: a possible new role as a signaling factor. *Current medicinal chemistry*, 17, 2253-2260.
- DJOKOVIC, R., CINCOVIC, M., ILIC, Z., KURCUBIC, V., ANDJELIC, B., PETROVIC, M., LALIC, N. & JASOVIC, B. 2019. Relationships between contents of biochemical metabolites in blood and milk in dairy cows during transition and mid lactation. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 17, 1-9.
- DJOKOVIC, R., KURCUBIC, V., LLIC, Z., CINCOVIC, M., PETROVIC, M., FRATRIC, N. & JASOVIC, B. 2013. Evaluation of metabolic status in Simmental dairy cows during late evaluation of metabolic status in Simmental dairy cows during late pregnancy and early lactation. *Veterinarski Arhiv*, 8, 593-602.
- DOEPEL, L., LOBLEY, G., BERNIER, J., DUBREUIL, P. & LAPIERRE, H. 2009. Differences in splanchnic metabolism between late gestation and early lactation dairy cows. *Journal of dairy science*, 92, 3233-3243.
- DOORNENBAL, H., TONG, A. & MURRAY, N. 1988. Reference values of blood parameters in beef cattle of different ages and stages of lactation. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 52, 99-105.
- DROGOUL, C., GADOUD, R. & JOSEPH, M.-M. 2004. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage, Educagri Editions. Tome 2. 312 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DUBREUIL, P., ARSENAULT, J. & BELANGER, D. 2005. Biochemical reference ranges for groups of ewes of different ages. *Veterinary Record*, 156, 636-638.
- DUFF, J., MAXWELL, A. & CLAXTON, J. 1999. Chronic and fatal fascioliasis in llamas in the UK. *Veterinary Record*, 145, 315-316.
- DUFFIELD, T. 2000. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. *Veterinary clinics of north america: Food animal practice*, 16, 231-253.
- DUFOUR, D. R., LOTT, J. A., NOLTE, F. S., GRETCH, D. R., KOFF, R. S. & SEEFF, L. B. 2000. Diagnosis and monitoring of hepatic injury. II. Recommendations for use of laboratory tests in screening, diagnosis, and monitoring. *Clinical chemistry*, 46, 2050-2068.
- DURAK, M., ERKAN, R., ÇELİK, R., YOKUŞ, B., KURT, D. & GÜRGÖZE, S. 2015. The effects of age and gender on some biochemical serum parameters in Zom sheep raised in the vicinity of Karacadağ. *israel Journal of Veterinary medicine*, 70, 33-39.
- DURAK, M. H. & ALTINER, A. 2006. Effect of Energy Deficiency during Late Pregnancy in Chios Ewes on Free Fatty Acids, beta-Hydroxybutyrate and Urea Metabolites. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 30, 497-502.
- DURAND, D., GRUFFAT, D., CHILLIARD, Y. & BAUCHART, D. 1995. Stéatose hépatique: mécanismes et traitements nutritionnels chez la vache laitière. *Le Point vétérinaire*, 27, 741-748.
- ĐURIČIĆ, D., GELLI, R., TURK, R., FOLNOŽIĆ, I., ŠURAN, J., GRAČNER, D., VALPOTIĆ, H., BUTKOVIĆ, I. & SAMARDŽIJA, M. 2017. The influence of body condition score on serum metabolite profiles in Boer does before and after parturition. *Veterinarski arhiv*, 87, 543-556.
- DZOYEM, J. P., KUETE, V. & ELOFF, J. N. 2014. Biochemical parameters in toxicological studies in Africa: significance, principle of methods, data interpretation, and use in plant screenings. *Toxicological survey of African medicinal plants*, 659-715.
- ECKERSALL, P. D. 2008. Proteins, proteomics, and the dysproteinemias. *Clinical biochemistry of domestic animals*, 6, 117-155.
- ELITOK, B. 2012. Reference values for hematological and biochemical parameters in Saanen goats breeding in Afyonkarahisar province. *Kocatepe Veterinary Journal*, 5, 117-121.
- ELMORE, S. A., DIXON, D., HAILEY, J. R., HARADA, T., HERBERT, R. A., MARONPOT, R. R., NOLTE, T., REHG, J. E., RITTINGHAUSEN, S. & ROSOL, T. J. 2016. Recommendations from the INHAND apoptosis/necrosis working group. *Toxicologic pathology*, 44, 173-188.
- ENGELKING, L. R. 2015. Textbook of veterinary physiological chemistry. 3rd Edition. London : Academic Press, 773 p.
- ENJALBERT, F., NICOT, M., BAYOURTHE, C. & MONCOULON 2001. Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: Relationship between concentrations and utilization for detection of subclinical ketosis. *Journal of dairy science*, 84, 583-589.
- ERLER, W., MARTIN, G., SACHSE, K., NAUMANN, L., KAHLAU, D., BEER, J. R., BARTOS, M., NAGY, G. R., CVETNIC, Z. & ZOLNIR-DOVC, M. 2004. Molecular fingerprinting of *Mycobacterium bovis* subsp. *caprae* isolates from Central Europe. *Journal of Clinical Microbiology*, 42, 2234-2238.
- EVANS, G. 1993. Clinical pathology testing recommendations for nonclinical toxicity and safety studies. *Toxicologic pathology*, 21, 513-514.
- EVANS, G. O. 1996. Animal Clinical Chemistry: A Practical Handbook for Toxicologists and Biomedical Researchers, 2ed Edition. CRC Press, 224 p.
- FARRUGIA, A. 2010. Albumin usage in clinical medicine: tradition or therapeutic? *Transfusion medicine reviews*, 24, 53-63.
- FERRE, I., LOPEZ, P., GONZALO-ORDEN, M., JULIAN, M., ROJO-VÁZQUEZ, F. & GONZÁLEZ-GALLEGO, J. 1995. The effects of subclinical fasciolosis on hepatic secretory function in sheep. *Parasitology research*, 81, 127-131.
- FERRE, I., ORTEGA-MORA, L. M. & ROJO-VÁZQUEZ, F. A. 1997. Serum and bile antibody responses (IgG and IgA) during subclinical *Fasciola hepatica* infection in sheep. *Veterinary parasitology*, 68, 261-267.
- FERREIRA, J., GUILHERMINO, M., LEITE, J. M., CHAVES, D., DO VALE, A., SILVEIRA, R., COSTA, W., FACÓ, O. & FAÇANHA, D. 2021. Body condition score and age do not affect the physiological

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- responses, thyroid hormones, hematological or serum biochemical parameters for tropical ewes. *Biological Rhythm Research*, 52, 1461-1475.
- FEVERY, J. 2008. Bilirubin in clinical practice: a review. *Liver International*, 28, 592-605.
- FILIPOVIC, N., STOJEVIC, Z., MILINKOVIC-TUR, S., LJUBIC, B. B. & ZDELAR-TUK, M. 2007. Changes in concentration and fractions of blood serum proteins of chickens during fattening. *Veterinarski arhiv*, 77, 319--326.
- FOLASADE OLUBUKOLA, A., IYASELE, M. N. & ONYECHUKWU, J. E. 2021. Analysis of genetic and non-genetic factors affecting haematology and biochemical parameters of Nigerian indigenous sheep. *Nigerian Journal of Animal Science*, 23, 24-38.
- GADE, T. P., MOTLEY, M. W., BEATTIE, B. J., BHAKTA, R., BOSKEY, A. L., KOUTCHER, J. A. & MAYER-KUCKUK, P. 2011. Imaging of alkaline phosphatase activity in bone tissue. *PLOS ONE*, 6, e22608.
- GADOUD, R., JOSEPH, M., JUSSIAU, R., LISBERNEY, M., MANGEOL, B., MONTMÉAS, B. & TARRIT, A. 1992. Alimentation des vaches laitières. *Nutrition et alimentation des animaux domestiques*, vol 2.
- GALINDO, C. E. 2015. Effet des sources protéiques sur les métabolismes splanchnique et mammaire des vaches laitières. Laval, Québec, Canada, 263 p.
- GEFFRAY, M. 2021. Diagnostic histologique des hépatites chez le chien: étude rétrospective de 15 cas. Claude Bernard Lyon 1, 190 p.
- GIANESELLA, M., PERILLO, L., FIORE, E., GIUDICE, E., ZUMBO, A., MORGANTE, M. & PICCIONE, G. 2018. Transition period in healthy and diseased dairy cows: evaluation of metabolic modifications. *Large Animal Review*, 24, 107-111.
- GLICKMAN, R. M. & SABESIN, S. M. 1982. Lipoprotein metabolism. In: I. M. Arias, H. Popper, D. Schachter and D. A. Shfritz (eds.) *The liver: Biology and pathobiology*. Raven Press. New York, USA, p. 123-167.
- GOKÇE, E., KIRMIZIGÜL, A. H., ATAKIŞI, O., KURU, M. & ERDOĞAN, H. M. 2021. Passive immunity in lambs: Colostral and serum gamma-glutamyltransferase as a predictor of IgG concentration and related to the diseases from birth to 12 weeks of life. *Veterinárni medicína*, 66, 45-57.
- GOLUB, E. E. & BOESZE-BATTAGLIA, K. 2007. The role of alkaline phosphatase in mineralization. *Current opinion in Orthopaedics*, 18, 444-448.
- GONZÁLEZ, F. H. D. & DA SILVA, S. C. 2006. *Introdução à bioquímica clínica veterinária*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- GUERRA RUIZ, A. R., CRESPO, J., LÓPEZ MARTÍNEZ, R. M., IRUZUBIETA, P., CASALS MERCADAL, G., LALANA GARCÉS, M., LAVIN, B. & MORALES RUIZ, M. 2021. Measurement and clinical usefulness of bilirubin in liver disease. *Advances in Laboratory Medicine/Avances en Medicina de Laboratorio*, 2, 352-361.
- GUICCIARDI, M. E. & GORES, G. J. 2013. Complete lysosomal disruption: a route to necrosis, not to the inflammasome. *Cell Cycle*, 12, 1993-1998.
- GÜNDOĞAN, M. & SERTESER, M. 2005. Some reproductive parameters and biochemical properties in Akkaraman and Awassi rams. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 29, 595-599.
- GURGOZE, S. Y. & ICEN, H. 2010. The influence of age on clinical biochemical parameters in pure-bred Arabian mares. *Journal of Equine Veterinary Science*, 30, 569-574.
- GWAZE, F. R., CHIMONYO, M. & DZAMA, K. 2012. Effect of season and age on blood minerals, liver enzyme levels, and faecal egg counts in Nguni goats of South Africa. *Czech Journal of Animal Science*, 57, 443-453.
- HACARIZ, O., SAYERS, G., FLYNN, R., LEJEUNE, A. & MULCAHY, G. 2009. IL-10 and TGF- β 1 are associated with variations in fluke burdens following experimental fasciolosis in sheep. *Parasite immunology*, 31, 613-622.
- HALL, E., WILLIAMS, D. & KATHRANI, A. 2020. *BSAVA manual of canine and feline gastroenterology*. Royaume-Uni: Wiley, 296p.
- HANIGAN, M. H. 1998. γ -Glutamyl transpeptidase, a glutathionase: its expression and function in carcinogenesis. *Chemico-biological interactions*, 111, 333-342.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- HASAN, S., ISLAM, K. & RAHMAN, M. 2021. Physiological Comparison of Some Serum Biochemistry between Lactating and Non-Lactating Dairy Cows in Selected Dairy Farms of Dhaka District of Bangladesh. *International Journal of Current Science Research and Review*, 4, 53-58.
- HEGAZY, A. A., ALTABARL, G., GAMEEL, A. A., HUSSEIN, Y. A. & HATEM, M. E. 2010. Non specific hepatic degeneration and fibrosis in camels. *Mansoura Veterinary Medical Journal*, 12, 25-35.
- HEIDARPOUR, M., MOHRI, M., BORJI, H. & MOGHDASS, E. 2012. Oxidative stress and trace elements in camel (*Camelus dromedarius*) with liver cystic echinococcosis. *Veterinary parasitology*, 187, 459-463.
- HEINOVA, D., ROSIVAL, I., AVIDAR, Y. & BOGIN, E. 1999. Lactate dehydrogenase isoenzyme distribution and patterns in chicken organs. *Research in veterinary science*, 67, 309-312.
- HIKO, A. & AGGA, G. E. 2011. First-time detection of mycobacterium species from goats in Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*, 43, 133-139.
- HILSDEN, R. J. & SHAFFER, E. A. 2006. Principes fondamentaux de gastro-entérologie. Le foie 14, section 2: 522 p.
- HINDS JR, T. D. & STEC, D. E. 2018. Bilirubin, a cardiometabolic signaling molecule. *Hypertension*, 72, 788-795.
- HODŽIĆ, A., ZUKO, A., AVDIĆ, R., ALIĆ, A., OMERAGIĆ, J. & JAŽIĆ, A. 2013. Influence of *Fasciola hepatica* on serum biochemical parameters and vascular and biliary system of sheep liver. *Iranian Journal Of Parasitology*, 8, 92-98.
- HOSNY, A., ALY, S. & AHMED, O. 2010. Oxidative stress and some haematobiochemical changes in blood of cattle during theileriosis. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 56, 218-238.
- HOULD, R. & DE SHAWINIGAN, C. 1984. *Techniques d'histopathologie et de cytopathologie*, Centre collégial de développement de matériel didactique, 400 p.
- HRKOVIC-POROBIJA, A., HODZIC, A. & HADZIMUSIC, N. 2017. Functional liver stress in dairy sheep. *Indian Journal of Small Ruminants (The)*, 23, 194-197.
- HUSSEIN, H. A. & ELRASHIDY, M. 2014. Evaluation of ultrasonography as a diagnostic tool for hepatic hydatid cysts in sheep. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 38, 409-417.
- ISMAEEL, M. A., SAED, O. S. & DHAHIR, N. N. 2023. Effect of deferent gestation period on serum estrogen, progesterone and some biochemical parameters in Awassi Ewes. *Iraqi Journal Of Agricultural Sciences*, 54, 884-889.
- JACKSON, M. L. 2007. Hepatobiliary system. *Veterinary Clinical Pathology*. Ames : Blackwell Publishing, pp. 223-245.
- JAINUDEEN, M. & HAFEZ, E. 1989. Gestation, prenatal physiology and parturition.(Gestación, fisiología prenatal y parto). Artificial Domestic Animal reproduction and Insemination (Reproducción e Inseminación Artificial en Animales Domésticos). 5th ed., Interamericana, México, 203-224.
- JANSEN, P. & MÜLLER, M. 2000. The molecular genetics of familial intrahepatic cholestasis. *Gut*, 47, 1-5.
- JOHNSON-DAVIS, K. & MCMILLIN, G. A. 2010. "Enzymes," in *Clinical Chemistry: Techniques, Principles, Correlations*, M. L. Bishop, E. P. Fody, and L. E. Schoeff, Eds. 6th edition, Lippincott Williams&Wilkins, Philadelphia, PA, USA, pp. 281-308.
- JONES, T. C., HUNT, R. D., KING, N. W. & 1997 1997. Diseases caused by fungi in Veterinary Pathology 6th ed Williams & Wilkins, London. Philadelphia., (8): 506-522.
- JOSHI, A., SAINI, N., YADAV, V., UDAWAT, R. S., MOHTA, R. & GOSWAMI, S. 2024. An Evaluation of the Effects of the Herbal Supplements of Amla (*Emblica officinalis*) and Giloy (*Tinospora cordifolia*) on the Liver Function Parameters of Magra lambs Living in the Extensive System in Western Rajasthan's Arid Zone. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27, 7-12.
- KALAKONDA, A., JENKINS, B. A. & JOHN, S. 2017. *Physiology, bilirubin*, StatPearls, Treasure Island.
- KALEM, A., HANZEN, C., ABDELLI, A. & KAIDI, R. 2017. Body condition score, some nutritional parameters in plasma, and subsequent reproductive performance of Montbéliarde cows in Algeria. *Livestock research for rural development*, 29.
- KANEKO, J., HARVEY, J. & BRUSS, M. 1997. Blood analyte reference values in large animals. *Clinical biochemistry of domestic animals*. Academic Press, San Diego, CA, USA, 441-484.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- KANEKO, J. J. 1997. Serum proteins and the dysproteinemias. *Clinical biochemistry of domestic animals*. Elsevier, 117-138.
- KANEKO, J. J., HARVEY, J. W. & BRUSS, M. L. 2008. *Clinical biochemistry of domestic animals*, Academic press, 928 p.
- KAPLAN, M. M. 1972. Progress in hepatology. Alkaline phosphatase. *Gastroenterology*, 62, 452-468.
- KARAMI-MOHAJERI, S., AHMADIPOUR, A., RAHIMI, H.-R. & ABDOLLAHI, M. 2017. Adverse effects of organophosphorus pesticides on the liver: a brief summary of four decades of research. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 68, 261-275.
- KARAŞAHİN, T., AKSOY, N. H., DURSUN, Ş., BULUT, G., HAYDARDEDEOĞLU, A. E., ÇAMKERTEN, G., ÇAMKERTEN, İ. & İLGÜN, R. 2022. Effects of age and sex on some hematological and biochemical parameters in Hair goats. *Veterinary Research Forum*, 13, 15 – 19.
- KELLY, R. 2003. Ruminant liver disease. Gross Pathology of Ruminants. Proceedings 350. Sydney : Post-Graduate Foundation in Veterinary Science, University of Sydney, 81- 96.
- KERN, P., AMMON, A., KRON, M., SINN, G., SANDER, S., PETERSEN, L. R., GAUS, W. & KERN, P. 2004. Risk factors for alveolar echinococcosis in humans. *Emerging infectious diseases*, 10, 2088-2093.
- KERR, M. & STEINER, J. 2012. Diagnostic procedures for the private practice laboratory: A subsidiary of Merck and Co. Inc., *White house station, NJ., USA privacy terms*, 36.
- KHAIRITA, L., ESFANDIARI, A., WIDHYARI, S. D. & WINARSIH, W. 2021. The Effects of Age on Biochemistry Profiles of Aceh Cattle Blood. *Jurnal Kedokteran Hewan - Indonesian Journal of Veterinary Sciences*, 15, 103-107.
- KHAN, M. A., AFSHAN, K., CHAUDHRY, U., FIRASAT, S. & SARGISON, N. D. 2023. Histopathology and antibody responses describe the seasonal pattern of dicrocoeliosis in small ruminants in the Himalayan ranges of Pakistan. *Veterinary parasitology*, 320, 109975.
- KHAN, S. A., AHMED, N. & TUNIO, M. T. 2019. 77. Incidence of liver fluke infestation and pathological examination in sheep (*Ovis aries*) in Mirpur Azad Jammu and Kashmir. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 8, 750-761.
- KHAYROLLAH, A. A., AL-TAMER, Y., TAKA, M. & SKURSKY, L. 1982. Serum alcohol dehydrogenase activity in liver diseases. *Annals of Clinical Biochemistry*, 19, 35-42.
- KIRAN, H., JAYARAMU, G., RANI, B. K., MANJUNATHA, S. & SATISH, E. 2020. Pathomorphological Studies on Hepatic Disorders in Sheep. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9, 294-300.
- KITILA, D. B. & MEGERSA, Y. C. 2014. Pathological and serum biochemical study of liver fluke infection in ruminants slaughtered at ELFORA Export Abattoir, Bishoftu, Ethiopia. *Global J Med Res*, 14, 6-20.
- KıVANÇ, İ., ÇELİK, Ö. Y., ÇELİK, B. A., BOLACALI, M., HANDAN, M. & NIHAT, M. 2019. Investigation of Some Biochemical Parameters in Sheep Naturally Infected with Cystic Echinococcosis. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22, 948-952.
- KLEIN, R., NAGY, O., TÓTHOVÁ, C. & CHOVANOVÁ, F. 2020. Clinical and diagnostic significance of lactate dehydrogenase and its isoenzymes in animals. *Veterinary medicine international*, 2020, 1-11.
- KLEPPE, B. B., AIELLO, R. J., GRUMMER, R. R. & ARMENTANO, L. E. 1988. Triglyceride accumulation and very low density lipoprotein secretion by rat and goat hepatocytes in vitro. *Journal of dairy science*, 71, 1813-1822.
- KOOLMAN, J. & RÖHM, K.-H. 2004. *Bioquímica: texto y atlas*, 3rd Ed. Médica Panamericana, 492 p.
- KRAMER, J. W. 1989. Clinical enzymology. *Clinical biochemistry of domestic animals*, 4th ed, Academic Press, San Diego, CA, 338-363
- KRISTANTO, D. & WIDIYONO, I. 2021. Effect of age on serum metabolites of female Brahman crossbred cattle raised in an integration system of cattle-oil palm plantation in Central Kalimantan. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 46, 57-66.
- KRISTANTO, D., WIDIYONO, I. & HARTATI, S. 2021. Blood metabolite parameters during the pregnancy and lactation of brahman crossbred cows grazed under oil palm plantation in Kalimantan, Indonesia. *J. Anim. Health Prod*, 9, 312-320.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- KUCZYŃSKA, B., PUPPEL, K., GOŁĘBIEWSKI, M., WIŚNIEWSKI, K. & PRZYSUCHA, T. 2021. Metabolic profile according to the parity and stage of lactation of high-performance Holstein-Friesian cows. *Animal Bioscience*, 34, 575-583.
- KUMAR, D., GERA, S., KUMAR, S. & YADAV, J. 2019. Age wise hematological and biochemical profiling of Hariana cattle. *Indian Journal of Animal Research*, 53, 204-206.
- KUMAR, D., KUMAR, S., GERA, S. & YADAV, J. 2018a. Comparative assessment of biochemical parameters of Hariana, Hardhenu and Sahiwal breeds. *Indian Journal of Animal Research*, 52, 1565-1568.
- KUMAR, V., ABBAS, A., FAUSTO, N. & MITCHELL, R. 2007. Robbins Basic Pathology. 8th Ed., Elsevier India Private Limited, 2007, 631-674.
- KUMAR, V., RANA, Y., KUMAR, P., JHAMBH, R. & JAIN, V. 2018b. Assessment of metabolic parameters of dairy buffaloes from an organized dairy farm during different phases of lactation. *The Pharma Innovation Journal*, 7, 442-446.
- KUNKEL, H., STOKES JR, D. K., ANTHONY, W. & FUTRELL, M. F. 1953. Serum alkaline phosphatase activity in European and Brahman breeds of cattle and their crossbred types. *Journal of Animal Science*, 12, 765-770.
- KUREK, Ł. & STEC, A. 2005. The influence of the perinatal period and age on the levels of selected macroelements, indicators of parenchyma organs and level of free fatty acids in healthy dairy cows. *Ann Univ Mariae Curie Skłodowska*, 60, 37-54.
- LARSEN, M. & KRISTENSEN, N. B. 2009. Effect of abomasal glucose infusion on splanchnic amino acid metabolism in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92, 3306-3318.
- LE BARS, H. 1991. Interrelations entre glycogenese et lipogenese chez les ruminants. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 144, 193-206.
- LE FLOC'H, N. & SEVE, B. 2000. Le devenir des protéines et des acides aminés dans l'intestin du porc: de la digestion à l'apparition dans la veine porte. *INRAE Productions Animales*, 13, 303-314.
- LEE, D.-H., LIM, J.-S., YANG, J.-H., HA, M.-H. & JACOBS, D. R. 2005. Serum gamma-glutamyltransferase within its normal range predicts a chronic elevation of alanine aminotransferase: a four year follow-up study. *Free Radical Research*, 39, 589-593.
- LEE, U. E. & FRIEDMAN, S. L. 2011. Mechanisms of hepatic fibrogenesis. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 25, 195-206.
- LEEUWENHOEK, A. 2016. Atlas of plant and animal histology. Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
- LI, S. 1989. Lactate dehydrogenase isoenzymes A (muscle), B (heart) and C (testis) of mammals and the genes coding for these enzymes. *Biochemical Society transactions*, 17, 304-307.
- LI, Y., DING, H., WANG, X., FENG, S., LI, X., WANG, Z., LIU, G. & LI, X. 2016. An association between the level of oxidative stress and the concentrations of NEFA and BHBA in the plasma of ketotic dairy cows. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 100, 844-851.
- LIMA, M. B. D., MONTEIRO, M. V. B., JORGE, E. M., CAMPELLO, C. C., RODRIGUES, L. F. S., VIANA, R. B., MONTEIRO, F. O. B. & COSTA, C. T. C. 2015. Intervalos de referência sanguíneos e a influência da idade e sexo sobre parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos da raça Santa Inês criados na Amazônia Oriental. *Acta Amazonica*, 45, 317-322.
- LJUBIČIĆ, I., VINCE, S., SHEK VUGROVEČKI, A., MILINKOVIĆ TUR, S. & ŠIMPRAGA, M. 2022. The effect of age and sex on selected haematological and biochemical parameters in Dalmatian Pramenka lambs. *Veterinarski arhiv*, 92, 691-702.
- LONCKE, C., NOZIERE, P., VERNET, J., LAPIERRE, H., BAHLOUL, L., AL-JAMMAS, M., SAUVANT, D. & ORTIGUES-MARTY, I. 2019. Net hepatic release of glucose from precursor supply in ruminants: a meta-analysis. *Animal*, 14, 1422-1437.
- LOSTE, A., RAMOS, J. J., FERNÁNDEZ, A., FERRER, L. M., LACASTA, D., VERDE, M. T., MARCA, M. C. & ORTÍN, A. 2008. Effect of colostrum treated by heat on immunological parameters in newborn lambs. *Livestock Science*, 117, 176-183.
- LOTT, N. & NEMENSANSZKY, E. 1987. Lactatedehydrogenase. *Clinical Enzymology, a Case oriented Approach*, 213-244.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- LV, H., JIANG, Y., LIU, G., ZHANG, S. & PENG, X. 2015. Case Report: Surgical Treatment of Multiple Hydatid Cysts in the Liver of a Pediatric Patient. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 92, 595-598.
- MADDISON, J. 2008. Facing the challenge: pancreatitis and hepatobiliary disease in cats. *Irish Veterinary Journal*, 61. 603-606.
- MAGNIEN, É. 2016. Évaluation de l'activité de deux enzymes hépatiques (ASAT et GGT) au cours du cycle de production de la vache laitière. CLAUDE-BERNARD - LYON I, 136 p.
- MAKAWANA, P., MEHRA, M., VYAS, J., BURDAK, S., PAL BAJIA, N. & MEENA, P. 2022. Enzymatic analysis in liver of sheep in various hepatic diseases. *The Pharma Innovation Journal*, 11, 1400-1402.
- MALIK, R., SELDEN, C. & HODGSON, H. 2002. The role of non-parenchymal cells in liver growth. *Seminars in cell & developmental biology*, 13, 425-431.
- MAMUN, M., HASSAN, M. M., SHAIKAT, A., ISLAM, S. A., HOQUE, M. A., UDDIN, M. & HOSSAIN, M. 2014. Biochemical analysis of blood of native cattle in the hilly area of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 11, 51-56.
- MARSHALL, W. J. & BANGERT, S. K. 2005. Clinical Chemistry, 5th Ed. Elsevier, London, UK, 392 p.
- MAS-COMA, S., VALERO, M. A. & BARGUES, M. D. 2019. Fascioliasis. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1154, 71-103.
- MASSOUD, J. 1981. Histopathology of liver in Iranian sheep naturally infected with *Dicrocoelium dendriticum*. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 75, 293-298.
- MASTORODEMOS, V., ZAGANAS, I., SPANAKI, C., BESSA, M. & PLAITAKIS, A. 2005. Molecular basis of human glutamate dehydrogenase regulation under changing energy demands. *Journal of Neuroscience Research*, 79, 65-73.
- MATANOVIĆ, K., SEVERIN, K., MARTINKOVIĆ, F., ŠIMPRAGA, M., JANICKI, Z. & BARIŠIĆ, J. 2007. Hematological and biochemical changes in organically farmed sheep naturally infected with *Fasciola hepatica*. *Parasitology Research*, 101, 1657-1661.
- MAURICE, M., MEERSON, R., DURAND-SCHNEIDER, A. & DELAUTIER, D. 1998. Polarity of epithelial cells of the liver. Cellular and molecular mechanisms, and pathologic changes. *Gastroenterologie Clinique et Biologique*, 22, 530-540.
- MCGAVIN, M. D. & ZACHARY, J. F. 2006. Pathologic basis of veterinary disease, 4th ed, Elsevier Mosby, St. Louis, 1476 p.
- MCGILL, M. R. & JAESCHKE, H. 2019. Biomarkers of drug-induced liver injury. *Advances in pharmacology*, 85, 221-239.
- MEIRA JÚNIOR, D. S., ENOCH BRANDÃO, RIZZO, H., BENESI, F. J. & GREGORY, L. 2009. Influência dos fatores sexuais e etários sobre a proteína total, fração albumina e atividade sérica de aspartato-aminotransferase e gama-glutamyltransferase de ovinos da raça Santa Inês. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 46, 448-454.
- MERT, H., KOZAT, S., EKİN, S. & MERT, N. 2006. Serum sialic acid, lipid-bound sialic acid levels in sheep naturally chronic infected with *Fasciola Hepatica*. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9, 40-46.
- MEURANT, C. 2004. Physiopathologie de la cétose de la vache laitière et analyse des profils épidémiocliniques et biochimiques de cas spontanés. Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon – ENVL, 2004, 112p.
- MILES, E., MCBRIDE, B., JIA, Y., LIAO, S., BOLING, J., BRIDGES, P. & MATTHEWS, J. 2015. Glutamine synthetase and alanine transaminase expression are decreased in livers of aged vs. young beef cows and GS can be upregulated by 17 β -estradiol implants. *Journal of Animal Science*, 93, 4500-4509.
- MILNE, E. & DOXEY, D. 1987. Lactate dehydrogenase and its isoenzymes in the tissues and sera of clinically normal dogs. *Research In Veterinary Science*, 43, 222-224.
- MIMBWI, S., NDAHURA, M. & KASONIA, K. 1985. Note sur les aspects anatomo-pathologiques et étiopathogénie des foies des bovins saisis à l'abattoir SGA de Lubumbashi (Zaire). *Revue D'élevage Et De Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 38, 398-405.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- MLADENOVIC, V., MARIC, M., KÖNYVES, T., STOJSIN, M., ĐORDEVIC, S., PUVACA, N., HALÁSZ, A. & PAPADOPOULOS, E. 2020. Comparison of hematological and biochemical profile between Podolian grey steppe and Holstein cows. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 71, 2445-2454.
- MNATI, I. M., MUTLAK, B. H. & ABED, N. D. 2020. Histological changes in liver tissue resulting from hydatid cyst infection: comparison between sheep and cattle in Iraq. *Medico-legal Update*, 20, 1205-1210.
- MOHAMED, G. 2014. Investigation of some enzymes level in blood and milk serum in two stages of milk yield dairy cows at Assiut city. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 60, 110-120.
- MOHAMED, G. & ABOU-KHALI, N. 2017. Assessment of adenosine deaminase (ada) level in pregnant ewes in relation to liver function test and some oxidant indicator. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 63, 1-9.
- MOHAMMED, S. A., RAZZAQUE, M. A., OMAR, A. E., ALBERT, S. & AL-GALLAF, W. M. 2016. Biochemical and hematological profile of different breeds of goat maintained under intensive production system. *African Journal of Biotechnology*, 15, 1253-1257.
- MOHSEN, T. A., ABBAS, H. K. & MOLAGHI, A. M. 2014. An Investigation on Body Condition Score and biochemical Profile in Crossbred Dairy Cows Suffering from milk fever. *Journal Of Kerbala University*, 9, 62-66.
- MOMAN, R. N. & VARACALLO, M. 2018. Physiology, albumin. *StatPearls*. Treasure Island (FL). 4 p.
- MONIQUE, W. 1976. anatomie pathologique générale, Tome 1, école nationale vétérinaire d'Alfort, 142 p.
- MONTANÉ, L., BROURDELLE, E. & BROUSSOU, C. 1978. Anatomie régionale des animaux domestiques II ; les ruminants. 2^{ème} éditions, Paris, 515- 517 p.
- MOORE, F. 1997. Interpreting serum chemistry profiles in dairy cows. *Veterinary Medicine*, 92, 903–912.
- MOREIRA, C., SOUZA, S., BARINI, A., ARAÚJO, E. & FIORAVANTI, M. 2012. Serum γ -glutamyltransferase activity as an indicator of chronic liver injury in cattle with no clinical signs. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 64, 1403-1410.
- MOSINA, S. K., SHAKUROVA, F. & 1983. Occurance of cysticercosis tenuicollis in ruminants in Tatar Assr (USSR). *Veterinary Bulletin*, 53, 101-103.
- MURSHED, M. 2018. Mechanism of bone mineralization. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 8, a031229.
- MURSHED, M., AL-QURAI SHY, S., MARES, M. M., MOHAMMED, O. B. & ALJAWDAH, H. M. 2022. Survey of *Dicrocoelium dendriticum* infection in imported Romani and local sheep (*Ovis aries*), and potential epidemiological role in Saudi Arabia. *Journal of Animal Science and Technology*, 64, 1215-1225.
- NAGY, O., TÓTHOVÁ, C. & KOVÁČ, G. 2014. Age-related changes in the concentrations of serum proteins in calves. *Journal of Applied Animal Research*, 42, 451-458.
- NATH, S., PAL, S., SANYAL, P., GHOSH, R. & MANDAL, S. 2010. Chemical and Biochemical characterization of *Taenia hydatigena* cysticerci in goats. *Veterinary World*, 3, 312.
- NDIBUALONJI, B. & GODEAU, J. 1993. La néoglucogénèse et les acides aminés chez les Ruminants; revue. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 137, 537-554.
- NETTLETON, P. F., GILRAY, J. A., RUSSO, P. & DLISSI, E. 1998. Comparative study of the gestation and lactation periods in ewes, in terms of variations of the main metabolic parameters. Border disease of sheep and goats. *Veterinary research*, 29, 327-340.
- NGASHANGVA, L., BACHU, V. & GOSWAMI, P. 2019. Development of new methods for determination of bilirubin. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 162, 272-285.
- NICOLAE, S., CODREANU, I., DECEI, L. & CODREANU, M. D. 2021. Scientific Works. Series C, *Veterinary Medicine*, 67.
- NIE, D., TANG, H., LIN, Y., LIU, J., GUI, J., ZHAO, N., ZHANG, E. & CHEN, M. 2023. Effect of pregnancy on some haematological and biochemical parameters in pregnant Chinese water deer (*Hydropotes inermis*). *Veterinaria México OA*, 10.
- NISBET, C. 2006. Some biochemical serum reference values in healthy Karayaka sheep. *Veterinary Journal of Ankara University (Turkey)*. 57-59.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- NOONAN, N. E. & MEYER, D. J. 1979. Use of plasma arginase and gamma-glutamyl transpeptidase as specific indicators of hepatocellular or hepatobiliary disease in the dog. *American Journal of Veterinary Research*, 40, 942.
- O'BRIEN, M. M., SCHOFIELD, P. J. & EDWARDS, M. R. 1983. Polyol-pathway enzymes of human brain. Partial purification and properties of sorbitol dehydrogenase. *Biochemical Journal*, 211, 81-90.
- O'REILLY, L. M. & DABORN, C. 1995. The epidemiology of Mycobacterium bovis infections in animals and man: a review. *Tubercle and Lung disease*, 76, 1-46.
- OHAERI, C. & ELUWA, M. 2011. Abnormal biochemical and haematological indices in trypanosomiasis as a threat to herd production. *Veterinary parasitology*, 177, 199-202.
- OLAYEMI, F., OBOYE, O., AZEEZ, I., OYAGBEMI, A. & SOETAN, K. 2009. Influence of management systems and sex on haematology of West African dwarf goat. *African Journal of Agricultural Research*, 4, 1199-1202.
- OMAR, M. A. E., ELMAJDOUB, L. O., AL-ABOODY, M. S., ELSIFY, A. M., ELKHTAM, A. O. & HUSSIEN, A. A. 2016. Molecular characterization of Cysticercus tenuicollis of slaughtered livestock in Upper Egypt governorates. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 6, 706-708.
- OMOTAINSE, S. O. & ANOSA, V. 2009. Comparative histopathology of the lymph nodes, spleen, liver and kidney in experimental ovine trypanosomosis. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 76, 377-383.
- ONASANYA, G. O., OKE, F. O., SANNI, T. M. & MUHAMMAD, A. I. 2015. Parameters Influencing Haematological, Serum and Bio-Chemical References in Livestock Animals under Different Management Systems. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 05, 181-189.
- OTRANTO, D. & TRAVERSA, D. 2003. Dicrocoeliosis of ruminants: a little known fluke disease. *Trends in Parasitology*, 19, 12-15.
- OUANDAF, A., CHERGUI, H., SEFFAR, M., CHOCHO, Z., MARCIL, S., OUAZZANI, H. & KABBAJ, H. 2019. Cholestase secondaire à une infection à cytomégalo virus chez une patiente immunocompétente. *Annales de Biologie Clinique*.
- OZER, J., RATNER, M., SHAW, M., BAILEY, W. & SCHOMAKER, S. 2008. The current state of serum biomarkers of hepatotoxicity. *Toxicology*, 245, 194-205.
- OZER, J. S., CHETTY, R., KENNA, G., KOPPIKER, N., KARAMJEET, P., LI, D., PALANDRA, J., LANEVSKI, A., SOUBERBIELLE, B. E. & RAMAIAH, S. 2010. Recommendations to qualify biomarker candidates of drug-induced liver injury. *Biomarkers in Medicine*, 4, 475-483.
- OZMAIE, S., AKBARI, G., ASGHARI, A., SAKHA, M. & MORTAZAVI, P. 2013. Experimental oleander (Nerium oleander) poisoning in sheep: Serum biochemical changes and pathological study. *Annals of biological research*, 4, 194-8.
- PANG, R., XIAO, X., MAO, T., YU, J., HUANG, L., XU, W., LI, Y. & ZHU, W. 2023. The molecular mechanism of propionate-regulating gluconeogenesis in bovine hepatocytes. *Animal Bioscience*, 36, 1693.
- PARISH, S. M., TYLER, J. W., BESSER, T. E., GAY, C. C. & KRYTENBERG, D. 1997. Prediction of serum IgG1 concentration in Holstein calves using serum gamma glutamyltransferase activity. *Journal of veterinary internal medicine*, 11, 344-347.
- PARODI, A. L. & WYERS, M. 1996. Anatomie pathologique spéciale. Tome1: Lésions de l'Appareil Digestif. p 45-55.
- PATEL, M., LATEEF, A., DAS, H., PRAJAPATI, M., KAKATI, P. & SAVANI, H. 2016. Estimation of blood biochemical parameters of Banni buffalo (Bubalus bubalis) at different age, sex and physiological stages. *Livestock Science*, 7, 250-255.
- PAYNE, J. M. 1983. Maladies métaboliques des ruminants domestiques, Editions du Point Veterinaire, 1983. 190 p.
- PÉREZ-CABALLERO, R., SILES-LUCAS, M., GONZÁLEZ-MIGUEL, J., MARTÍNEZ-MORENO, F. J., ESCAMILLA, A., PÉREZ, J., MARTÍNEZ-MORENO, A. & BUFFONI, L. 2018. Pathological, immunological and parasitological study of sheep vaccinated with the recombinant protein 14-3-3z and experimentally infected with Fasciola hepatica. *Veterinary immunology and immunopathology*, 202, 115-121.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- PÉREZ, J. M., GONZÁLEZ, F. J., GRANADOS, J. E., PÉREZ, M. C., FANDOS, P., SORIGUER, R. C. & SERRANO, E. 2003. Hematologic and biochemical reference intervals for Spanish ibex. *Journal of Wildlife Diseases*, 39, 209-215.
- PICCIONE, G., CASELLA, S., LUTRI, L., VAZZANA, I., FERRANTELLI, V. & CAOLA, G. 2010. Reference values for some haematological, haematochemical, and electrophoretic parameters in the Girgentana goat. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 34, 197-204.
- PIEGARI, G., PEPE, P., DE BIASE, D., D'AQUINO, I., BOSCO, A., CRINGOLI, G., PAPPARELLA, S., RINALDI, L. & PACIELLO, O. 2021. Immunopathological response, histological changes, parasitic burden, and egg output in sheep naturally infected by *dicrocoelium dendriticum*. *Animals*, 11, 546.
- PRISACARU, A. E. 2014. Effects of age, sex and breed on biochemical blood parameters of cattle at slaughterhouse. *Agricultural and Food Sciences*, 62, 164-168.
- PRODINGER, W. M., EIGENTLER, A., ALLERBERGER, F., SCHÖNBAUER, M. & GLAWISCHNIG, W. 2002. Infection of red deer, cattle, and humans with *Mycobacterium bovis* subsp. *caprae* in western Austria. *Journal of Clinical Microbiology*, 40, 2270-2272.
- PULLEN, D., LIESMAN, J. & EMERY, R. 1990. A species comparison of liver slice synthesis and secretion of triacylglycerol from nonesterified fatty acids in media. *Journal of Animal Science*, 68, 1395-1399.
- PUROHIT, K., BHOWMIK, M., ROY, S., SINGH, A., STUDIES, M. S. S. H., PARASITES., O. G. S. I. W. A. & SCIENCES., I. J. O. A. 2003. Mukhopadhyay SK. Some haematobiochemical studies on Garole sheep infected with amphistome parasites. *Indian journal of animal sciences.*, 73, 1120-1122.
- QIU, X., QIN, X., CHEN, L., CHEN, Z., HAO, R., ZHANG, S., YANG, S., WANG, L., CUI, Y. & LI, Y. 2022. Serum biochemical parameters, rumen fermentation, and rumen bacterial communities are partly driven by the breed and sex of cattle when fed high-grain diet. *Microorganisms*, 10, 323.
- RADOSTITS, O. M. & STANLEY, H. D. 2007. *Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats, and Horses*. 10th edition, Elsevier Saunders. London, 966-994.
- RAHMAN, M. K., ISLAM, S., FERDOUS, J., UDDIN, M. H., HOSSAIN, M. B., HASSAN, M. M. & ISLAM, A. 2018. Determination of hematological and serum biochemical reference values for indigenous sheep (*Ovis aries*) in Dhaka and Chittagong Districts of Bangladesh. *Veterinary World*, 11, 1089-1093. Porto Alegre, RS. Vol. 32, n. 1 (2004), 9-17 p.
- RAMOS, J., VERDE, M., MARCA, M. & FERNANDEZ, A. 1994. Clinical chemical values and variations in Rasa Aragonesa ewes and lambs. *Small Ruminant Research*, 13, 133-139.
- RAMPRABHU, R., CHELLAPANDIAN, M., BALACHANDRAN, S. & RAJESWAR, J. J. 2010. Influence of age and sex on blood parameters of Kanni goats in Tamil Nadu. *The Indian Journal of Small Ruminants*, 16, 249-251.
- RANI, K., DATT, S. & RANA, R. 2012. Brief review on alkaline phosphatases-an overview. *International Journal of Microbiology and Bioinformatics*, 2, 1-4 p.
- RAPOSO, J. B., FERNANDES, C. G., BAIALARDI, C. E. & DRIEMEIER, D. 2004. Observações clínicas e bioquímicas em ovinos e bovinos intoxicados experimentalmente por *Myoporium laetum*. *Acta scientiae veterinariae*, 32, 9-17.
- RATAN, P., RUBBI, L., THOMPSON, M., NARESH, K., WADDELL, J., JONES, B. & PELLEGRINI, M. 2023. Epigenetic aging in cows is accelerated by milk production. *Epigenetics*, 18, 2240188.
- REECE, W. & SWENSON, M. 2004. The Composition and the function of Blood. In Reece, W.O. (ed) 2004 *Dukes' Physiology of Domestic Animals*, 12th Edn. Panima Publishing Corporation, New Delhi, by Cornell University, USA. 32- 33 p.
- REMESY, C., CHILLIARD, Y., RAYSSIGUIER, Y., MAZUR, A. & DEMIGNÉ, C. 1986. Le métabolisme hépatique des glucides et des lipides chez les ruminants: principales interactions durant la gestation et la lactation. *Reproduction Nutrition Développement*, 26, 205-226.
- REYNOLDS, C., AIKMAN, P., LUPOLI, B., HUMPHRIES, D. & BEEVER, D. 2003. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. *Journal of dairy science*, 86, 1201-1217.
- REYNOLDS, C. K., TYRRELL, H. F. & REYNOLDS, P. J. 1991. Effects of diet forage-to-concentrate ratio and intake on energy metabolism in growing beef heifers: whole body energy and nitrogen balance and visceral heat production. *The Journal of nutrition*, 121, 994-1003.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ROTH, L. & MEYER, D. J. 1995. Interpretation of liver biopsies. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 25, 293-303.
- ROUBIES, N., PANOUSIS, N., FYTIANOU, A., KATSOULOS, P.-D., GIADINIS, N. & KARATZIAS, H. 2006. Effects of age and reproductive stage on certain serum biochemical parameters of Chios sheep under Greek rearing conditions. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 53, 277-281.
- ROWLANDS, G. 1980. A review of variations in the concentrations of metabolites in the blood of beef and dairy cattle associated with physiology, nutrition and disease, with particular reference to the interpretation of metabolic profiles. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 35, 172-235.
- ROY, S., ROY, M. & MISHRA, S. 2010. Hematological and biochemical profile during gestation period in Sahiwal cows. *Veterinary World*, 3, 26-28.
- RUFFOLO, P. R. 1964. The pathogenesis of necrosis: I. correlated light and electron microscopic observations of the myocardial necrosis induced by the intravenous injection of papain. *The American Journal of Pathology*, 45, 741.
- RUI, L. 2014. Energy metabolism in the liver. *Comprehensive physiology*, 4, 177.
- RUIZ-CAMPILLO, M. T., MOLINA HERNANDEZ, V., ESCAMILLA, A., STEVENSON, M., PEREZ, J., MARTINEZ-MORENO, A., DONNELLY, S., DALTON, J. P. & CWIKLINSKI, K. 2017. Immune signatures of pathogenesis in the peritoneal compartment during early infection of sheep with *Fasciola hepatica*. *Scientific Reports*, 7, 2782.
- RUMOSA GWAZE, F., CHIMONYO, M. & DZAMA, K. 2012. Effect of season and age on blood minerals, liver enzyme levels, and faecal egg counts in Nguni goats of South Africa. *Czech Journal of Animal Science*, 57, 443-453.
- RUNA, R. A., MAKSUD, S., RAHMAN, M. S., HASAN, M. & ALAM, M. R. 2022. Impact of drinking of saline water on hemato-biochemical parameters of Black Bengal goats in the selected areas of Bangladesh. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29, 103397.
- SAEED, Z., IQBAL, F., FAROOQ, U., MAHMOOD, S., LASHARI, M. & SAJJAD, S. 2023. Hematochemical profile of Cholistani cattle being reared in the Cholistan desert of Pakistan under pastoralism. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 74, 1111-1118.
- SAGKAN-OZTURK, A., DURGUT, R. & OZTURK, O. 2015. Oxidant/antioxidant status in lambs and sheep with liver and lung cystic echinococcosis diagnosed by ultrasonography and necropsy. *Veterinary Parasitology*, 208, 280-285.
- SAKOWSKI, T., KUCZYŃSKA, B., PUPPEL, K., METERA, E., SŁONIEWSKI, K. & BARSZCZEWSKI, J. 2012. Relationships between physiological indicators in blood, and their yield, as well as chemical composition of milk obtained from organic dairy cows. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 2905-2912.
- SALEM, S. & HASSAN, A. H. 2011. Clinicopathological, cytological and histopathological studies on liver and kidney affections in camels. *Global Veterinaria*, 7, 557-571.
- SANGPUII, L., ALI, M. A. & DEVI, L. I. 2019. Serum biochemical profile of Mizoram strain female Mithun (*Bos frontalis*) at different age and season. *Biological Rhythm Research*, 50, 575-583.
- SARHAN, M., LAND, W. G., TONNUS, W., HUGO, C. P. & LINKERMANN, A. 2018. Origin and consequences of necroinflammation. *Physiological Reviews*, 98, 727-780.
- SARKER, M. S. K., PRODHAN, M. A. H., HUQUE, K. S., ISLAM, S., ASGAR, M. A. & KIBRIA, A. S. M. G. 2011. Glucose and Total Protein of Red Chittagong Cattle and Local Cattle at Chittagong. *Asian Journal of Biological Sciences*, 4, 312-316.
- SARMIN, S., WINARSIH, S., HANA, A., ASTUTI, P. & AIRIN, C. M. Parameters of blood biochemistry in different physiological status of fat-tailed sheep. AIP Conference Proceedings, 2021. AIP Publishing.
- SARMIN, S. S., ASTUTI, P. & AIRIN, C. M. 2022. The Hematological and Biochemical Profiles of Wonosobo Sheep Blood in Various Physiological Conditions. *Buletin Peternakan*, 46, 169-178.
- SATTLER, N. 2003. Intérêts et limites des analyseurs en buiatrie. *Le Point Vét. Num. Spé*, 34, 32-35.
- SAWADOGO, G. 1998. Contribution à l'étude des conséquences nutritionnelles sub-Sahéliennes sur la biologie du zébu gobra au Sénégal. Toulouse, INPT.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- SCALA, A., TAMPONI, C., DESSÌ, G., SEDDA, G., SANNA, G., CARTA, S., CORDA, A., JACQUIET, P., VARCASIA, A. & LIGIOS, C. 2019. Dicrocoeliosis in extensive sheep farms: a survey. *Parasites & vectors*, 12, 1-7.
- SCHMIDT, E. S. & SCHMIDT, F. W. 1988. Glutamate dehydrogenase: biochemical and clinical aspects of an interesting enzyme. *Clinica chimica acta*, 173, 43-55.
- SCHOMAKER, S., POTTER, D., WARNER, R., LARKINDALE, J., KING, N., PORTER, A. C., OWENS, J., TOMLINSON, L., SAUER, J.-M. & JOHNSON, K. 2020. Serum glutamate dehydrogenase activity enables early detection of liver injury in subjects with underlying muscle impairments. *PLOS ONE*, 15, e0229753.
- SCHWARTZ, Z., NASATZKY, E., ORNOY, A., BROOKS, B., SOSKOLNE, W. & BOYAN, B. 1994. Gender-specific, maturation-dependent effects of testosterone on chondrocytes in culture. *Endocrinology*, 134, 1640-1647.
- SEAL, C. & REYNOLDS, C. 1993. Nutritional implications of gastrointestinal and liver metabolism in ruminants. *Nutrition research reviews*, 6, 185-208.
- SEIFI, H. A., GORJI-DOOZ, M., MOHRI, M., DALIR-NAGHADEH, B. & FARZANEH, N. 2007. Variations of energy-related biochemical metabolites during transition period in dairy cows. *Comparative Clinical Pathology*, 16, 253-258.
- SEJIAN, V., BHATTA, R., GAUGHAN, J., MALIK, P. K., NAQVI, S. & LAL, R. 2017. Adapting sheep production to climate change. *Sheep production adapting to climate change*. Edited by Veerasamy Sejian, Raghavendra Bhatta, John Gaughan, Pradeep Kumar Malik, S.M.K. Naqvi, and Rattan Lal. Gateway East, Singapore: Springer Singapore, 1-29.
- SEMRAD, S. D. & GAY, C. C. 2013. Gay CC (2013). Overview of hepatic disease in large animal: Merck Sharp and Dohme Corp., a subsidiary of Merck and Co., inc., *White house Station, N.J., U.S.A.* pp. 342-76.
- SEVIM, C., AKPINAR, E., TSATSAKIS, A., YILDIRIM, S., TZATZARAKIS, M., VARDAVAS, A. I., VARDAVAS, C. I., KARA, M. & GUL, Z. 2021. Investigation of the effects of probiotics on sub-chronic neonicotinoid toxicity in rats. *Agronomy*, 11, 2003.
- SHARON, A. 2013. Enzyme activity in hepatic disease in small animals. *Merck Sharp and Dohme Corp., a subsidiary of Merck and Co., inc., White house Station, NJ, USA*, 145.
- SHETAWEI, M. & DAGHASH, H. 1993. Effects of pregnancy and lactation on some biochemical components in the blood of Egyptian coarse-wool ewes. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 30, 64-73.
- SINGH, A., SINGH, J., GREWAL, A. & BRAR, R. 2001. Studies on some blood parameters of crossbred calves with experimental *Theileria annulata* infections. *Veterinary research communications*, 25, 289-300.
- SINGH, J., BAL, M., ARADHANA, A. & GUMBER, S. 2004. Efficacy of different flukicides against fasciolosis in sheep and goats. *Agricultural Research Journal - Punjab Agricultural University*, 41, 287-89.
- SITARESMI, P. I., WIDYOBROTO, B. P., BINTARA, S. & WIDAYATI, D. T. 2020. Effects of body condition score and estrus phase on blood metabolites and steroid hormones in Saanen goats in the tropics. *Veterinary World*, 13, 833-839.
- SMITH, G. W. & DAVIS, J. L. 2015. Diseases of the hepatobiliary system. In : SMITH B.P., ed. *Large animal internal medicine*. 5th Edition. St Louis : Elsevier, pp. 843-872.
- SOBIECH, P. & KULETA, Z. 2002. Usefulness of some biochemical indicators in detection of early stages of nutritional muscular dystrophy in lambs. *Small Ruminant Research*, 45, 209-215.
- SOGOYAN, I. S., CHOBANYAN, A. G., PERKELYAN, A. V. & ARTUNYAN, G. M. 1983. Pathological changes in sheep with *Cysticercus tenuicollis* infection. *Veterinary Bulletin*, 53, 10-43.
- SOKAL, E. 2009. Regeneration of the liver: from hepatocyte cells to deficient hepatic cells. *Bulletin et mémoires de l'Académie Royale de Médecine de Belgique*, 164, 207- 213.
- SOUZA, B. C., SENA, L. S., LOUREIRO, D., RAYNAL, J. T., SOUSA, T. J., BASTOS, B. L., MEYER, R. & PORTELA, R. W. 2016. Determinação de valores de referência séricos para os eletrólitos magnésio, cloretos, cálcio e fósforo em ovinos das raças Dorper e Santa Inês. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 36, 167-173.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- SOUZA, D. F. D., MONTEIRO, A. L. G., DITTRICH, R. L., SCHMIDT, E. M. D. S., FERNANDES, S. R. & BELTRAME, O. C. 2014. Dinâmica pré e pós-colostral de parâmetros bioquímicos em cordeiros. *Ciência Animal Brasileira*, 15, 313-321.
- SOW, A., SIDIBÉ, I., BENGALY, Z., MARCOTTY, T., SÉRÉ, M., DIALLO, A., VITOULEY, H. S., NEBIÉ, R., OUÉDRAOGO, M. & AKODA, G. 2012. Field detection of resistance to isometamidium chloride and diminazene aceturate in *Trypanosoma vivax* from the region of the Boucle du Mouhoun in Burkina Faso. *Veterinary parasitology*, 187, 105-111.
- SPANO, J., AUGUST, J., HENDERSON, R., DUMAS, M. & GROTH JR, A. 1983. Serum gamma-glutamyl transpeptidase activity in healthy cats and cats with induced hepatic disease. *American Journal of Veterinary Research*, 44, 2049-2053.
- STANDRING, S. 2008. Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice, 40 edn. London: Churchill-Livingstone/ Elsevier, 1551 p.
- STEFANŃSKA, B., NOWAK, W., PRUSZYŃSKA-OSZMAŁEK, E., MIKUŁA, R., STANISŁAWSKI, D., KASPROWICZ-POTOCKA, M., FRANKIEWICZ, A. & MAĆKOWIAK, P. 2016. The effect of body condition score on the biochemical blood indices and reproductive performance of dairy cows. *Annals of Animal Science*, 16, 129-143.
- STOCKHAM, S. L. & SCOTT, M. A. 2008. Liver function. In : Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology. 2nd Edition. Ames : Blackwell Publishing, pp. 675-706.
- STOJEVIĆ, Z., PIRŠLJIN, J., MILINKOVIĆ-TUR, S., ZDELAR-TUK, M. & BEER LJUBIĆ, B. 2005. Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. *Veterinarski arhiv*, 75, 67-73.
- ŠTOLCOVÁ, D., ŘEHÁK, D., BARTOŇ, L. & RAJMON, R. 2020. Blood biochemical parameters measured during the periparturient period in cows of Holstein and fleckvieh breeds differing in production purpose. *Czech Journal of Animal Science*, 65, 172-181
- STUEN, S. & ERSDAL, C. 2022. Fasciolosis—an increasing challenge in the sheep industry. *Animals*, 12, 1491.
- SWARUP, D., UPADHYAY, D. & PACHAURI, S. 1986. Some biochemical indices in naturally occurring fascioliasis in goats. *Research in veterinary science*, 40, 276-277.
- SUVARNA, K. S., LAYTON, C. & BANCROFT, J.D. 2018. Bancroft's theory and practice of histological techniques E-Book. Elsevier Health Sci, 8th ed. Amsterdam. 603 p.
- TEKIN, O., URALDI, C., IŞIK, B., ÖZKARA, A., ARDIÇOĞLU, Y. & ERARSLAN, E. 2004. Clinical importance of gamma glutamyltransferase in the Ankara-Pursaklar region of Turkey. *Medscape general medicine*, 6, 3.
- TELEB, D., AHMED, N., EL-DIN, T., HANAN, A., ABOU EL SOUD, S. & HASSAN, O. M. 2019. Study on levels of some blood hormonal and biochemical constituents during different reproductive status in Saidi ewes. *Egyptian Journal of Sheep and Goats Sciences*, 9, 1-10.
- TELEB, D. F., SOLIMAN, E. & ELKHALEK, T. 2007. Effect of fascioliasis on hematological, serum biochemical and histopathological changes in sheep. *Egyptian Journal of Sheep and Goats Science*, 2, 15 - 33.
- TENNANT, B. C. 1997. Hepatic function. *Clinical biochemistry of domestic animals*. Elsevier. 327-352 p.
- TENNANT, B. C. & CENTER, S. A. 2008. Hepatic function. *Clinical biochemistry of domestic animals*, 6, 379-412.
- THANNON, H. B. 2017. Pulmonary and Hepatic lesions in slaughtered sheep in Mosul city. *Liver*, 937, 75-87.
- THOMAS, J. 2000. Overview of plasma proteins. *Schalm's veterinary hematology*, 5, 891-898.
- TITAOUINE, M., MEZERDI, F., MAKHLOUF, A., MOHAMDI, N. & MOHAMDI, H. 2022. Effect of body condition score on biochemical parameters and hormonal profiles during the mating period in Ouled Djellal ewes in arid zone. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 73, 5005-5012.
- TREMBLAY, A. 1996. Exploration de la fonction hépatique. *Pathologie et nutrition. Journées nationales des GTV, Angers*, 87-89.
- TRIPATHI, M. K., MONDAL, D. & KARIM, S. A. 2008. Growth, haematology, blood constituents and immunological status of lambs fed graded levels of animal feed grade damaged wheat as substitute of maize. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 92, 75-85.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- TRUEMAN, K., LUMSDEN, J. & MCSHERRY, B. 1983. Examination of the origin of increased equine serum alkaline phosphatase concentrations. *The Canadian Veterinary Journal*, 24, 108-111.
- TSCHOPP, R., BOBOSHA, K., ASEFFA, A., SCHELLING, E., HABTAMU, M., IWNETU, R., HAILU, E., FIRDESSA, R., HUSSEIN, J. & YOUNG, D. 2011. Bovine tuberculosis at a cattle-small ruminant-human interface in Meskan, Gurage region, Central Ethiopia. *BMC Infectious Diseases*, 11, 1-10.
- UTLU, N., KAYA, N. & YUCEL, O. 2004. Biochemical blood parameters of different breeds of cattle. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 28, 139-142.
- VAGNEUR, M. 1992. Biochimie de la vache laitière appliqué a la nutrition. La Dépêche technique, suppl. technique 28, 1-25.
- VARANIS, L. F. M., SCHULTZ, E. B., OLIVEIRA, K. A., SOUSA, L. F., DA CRUZ, W. F. G. & JUNIOR, G. D. L. M. 2021. Serum biochemical reference ranges for lambs from birth to 1 year of age in the tropics. *Semina: Ciências Agrárias*, 42, 1725-1740.
- VARGAS-BELLO-PEREZ, E., DU, X., LIU, G., WANG, J. & GONZALEZ-RONQUILLO, M. 2022. Editorial: Functions of liver and adipose tissue in metabolic disorder diseases of ruminants. *Front Vet Sci*, 9, 1009112.
- VASILACHI, A., CIURESCU, G. & HĂBEANU, M. 2022. Plasma biochemical profile of dairy cows, with respect to diet and breed. *Archiva Zootechnica*, 25, 75-89.
- VAŽIĆ, B., DRINIĆ, M., KASAGIĆ, D., POPADIĆ, S. & ROGIĆ, B. 2020. Metabolički profil krvi krava simentalske pasmine tijekom proizvodnog ciklusa. *Veterinarski arhiv*, 90, 11-18.
- VERMA, D. 2014. Enteropathology in goats with special reference to enterotoxaemia. M.V.Sc. thesis, Nanaji Deshmukh Veterinary Science University, Jabalpur.
- VIMALRAJ, S. 2020. Alkaline phosphatase: Structure, expression and its function in bone mineralization. *Gene*, 754, 144855.
- VINCENT, C. 2012. Les hépatites aiguës. *Le Médecin du Québec*, 47, 37-42
- VORONINA, A. A. 2017. Biochemical profile of biological liquids of cows as a factor determining dynamic surface tension. D. Phil. thesis, Moscow SAVMB.
- WARD, J., RICHARDSON, D. & TSIEN, W. 1961. Volatile fatty acid concentrations and proportions in the gastrointestinal tract of full-fed beef heifers. *Journal of Animal Science*, 20, 830-832.
- WAZIRI, M. A., RIBADU, A. Y. & SIVACHELVAN, N. 2010. Changes in the serum proteins, hematological and some serum biochemical profiles in the gestation period in the Sahel goats. *Veterinarski. arhiv*, 80, 215-224.
- WEBSTER, C. R., CENTER, S. A., CULLEN, J. M., PENNINCK, D. G., RICHTER, K. P., TWEDT, D. C. & WATSON, P. J. 2019. ACVIM consensus statement on the diagnosis and treatment of chronic hepatitis in dogs. *Journal of veterinary internal medicine*, 33, 1173-1200.
- WEISS, D. J., BAUER, M. C., WHITELEY, L. O., MAHESWARAN, S. K. & AMES, T. R. 1991. Changes in blood and bronchoalveolar lavage fluid components in calves with experimentally induced pneumonic pasteurellosis. *American Journal of Veterinary Research*, 52, 337-344.
- WENFENG, Z., WU, Y., DI, M., GONG, J., CHUANXIN, W. & CHUN, H. 2015. Kupffer cells: increasingly significant role in nonalcoholic fatty liver disease. *Annals of hepatology*, 13, 489-495.
- WIDIYONO, I., SARMIN, S. & YANUARTONO, Y. 2020. Influence of body condition score on the metabolic and reproductive status of adult female Kacang goats. *Journal of Applied Animal Research*, 48, 201-206.
- WOODMAN, D. 1996. Assessment of hepatotoxicity, *Animal Clinical Chemistry : a Primer for Toxicologists*. London Taylor Fr, 66`A82.
- XIE, L., XU, F., LIU, S., JI, Y., ZHOU, Q., WU, Q., GONG, W., CHENG, K., LI, J. & LI, L. 2013. Age-and sex-based hematological and biochemical parameters for Macaca fascicularis. *PLOS ONE*, 8, e64892.
- YANG, Y., YANG, S., TANG, J., REN, G., SHEN, J., HUANG, B., LEI, C., CHEN, H. & QU, K. 2022. Comparisons of hematological and biochemical profiles in Brahman and Yunling cattle. *Animals*, 12, 1813.
- YASUDA, J. 1988. Overview: Fascioliasis and liver damage. *Japan Journal veterinary Science*, 50, 71.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- YE, J. 2015. Ingénierie tissulaire hépatique à partir du foie décellularisé et de cellules souches mésenchymateuses de la gelée de Wharton. Université de Lorraine. 186 p.
- YEHIA, S., RAMADAN, E., MEGAHED, E. & SALEM, N. 2020. Effect of parity on metabolic and oxidative stress profiles in Holstein dairy cows. . *Veterinary World*, 13, 2780–2786.
- YOKUS, B., CAKIR, D., KANAY, Z., GULTEN, T. & UYSAL, E. 2006. Effects of seasonal and physiological variations on the serum chemistry, vitamins and thyroid hormone concentrations in sheep. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 53, 271-276.
- ZAITSEV, S. Y. 2016. Tensiometric and biochemical analysis of animal blood: fundamental and applied aspects. *Moscow: Publishing House Agricultural Technologies*, 192.
- ZAVALISHINA, S. Y. Physiological characteristics of cattle of different ages. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020. IOP Publishing, 042066.
- ZEBARI, M., BUTI, E. & HAMO, R. 2013. Some blood biochemical parameters of meriz does during different physiological status. *Sovetskii Vrachebnyi Sbornik*, 18, 190-194.

Cites internet :

word weather- local weather forecast Consultée le 01/4/2024.

Adresse URL : <https://www.tutiempo.net>

Carte topographique de la wilaya de Tiaret. Consultée le 03/4/2024.

Adresse URL: <https://gifex.com/fr/fichier/quelles-sont-les-communes-de-la-wilaya-de-tiaret>

ANNEXES

ANNEXES

Fiche de l'animal

Espèce : bv ov
Race :
Age :
Sexe : mâle femelle
NEC :
Production laitière :
Stérilité : oui non
Etat physiologique : vide : Gestante : mois de gestation : Date de vêlage :
Parité :
Mortalité embryonnaire : non Oui : avortement / stade : Mortinatalité nombre :
Malformation néonatales : oui non
Type de vêlage/ agnelage : eutocique dystocique avortement

Antécédents pathologique

Symptômes :
La maladie : quand
Traitement : la durée
Autres animal présent il les mêmes symptômes : oui (combien) : non
Animal a récemment introduit dans l'élevage : oui non

Antécédents prophylactiques

Vaccination :
Antiparasitaire :
Vitamine :
Minéraux :

ANNEXES

Fiche d'élevage

				Date :			
Nom de la ferme :							
La zone, la commune :							
Éleveur :							
Présence d'air d'exercice :		<input type="checkbox"/>	Oui	<input type="checkbox"/>	Non		
Destination de l'élevage :		<input type="checkbox"/>	PL	<input type="checkbox"/>	Engraissement		
<u>Alimentation</u>							
Type d'alimentation :							
Fourrage ;		<input type="checkbox"/>	foin	<input type="checkbox"/>	paille	autre ;	Quantité :
Concentré ;		<input type="checkbox"/>	son	<input type="checkbox"/>	maïs	autre ;	Quantité :
Même alimentation pour tous les stades :		<input type="checkbox"/>	Oui	<input type="checkbox"/>	Non		
Score de propreté de bâtiment :		<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	+/-	<input type="checkbox"/>	+
Score de propreté des animaux :		<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	+/-	<input type="checkbox"/>	+
<u>Abreuvement</u> :							
À volonté		<input type="checkbox"/>	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	Quantité de l'eau :	
Isolement des animaux malades :		<input type="checkbox"/>	Oui	<input type="checkbox"/>	Non		
<u>Reproduction</u> :		Type d'ovulation :		<input type="checkbox"/>	naturelle	<input type="checkbox"/>	synchronisation
artificielle		Type de fécondation :		<input type="checkbox"/>	saillie naturelle	<input type="checkbox"/>	insémination
<u>Taille du troupeau</u>							
Effectif total :			Echantionnage :				
Nombres des femelles :			Nombres des males :				
Nombres de petites femelles :			Nombres des petits males :				
<u>Statut sanitaire du troupeau</u>							
score corporel :							
La mortalité des animaux :		<input type="checkbox"/>	présente : nombre :	<input type="checkbox"/>	absente		
Maladies :							

