

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BATNA 1 -BATNA-
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES



THESE

Pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT EN SCIENCES

Filière

Sciences vétérinaires

Option

Nutrition

Présentée Par

ROUABAH ZAHRA

THEME

**Environnement et syndrome du corps
étranger chez les ruminants**

JURY

Président : MAMACHE BAKIR
Examineur : CHAOUCHA ILHEM
Examineur : DEGHNOCHE KAHRAMEN
Examineur : BENMAKHLOUF ABDELMALEK
Examineur : BENSOUILAH MOURAD
Rapporteur : TLIDJANE MADJID

Grade et Université

Professeur . U. de Batna1
MCA. U. de Batna1
MCA. U. de Biskra
Professeur. U. Constantine1
Professeur . U. de Annaba
Professeur. U. Batna1

Remerciements & Reconnaissance

un grand Merci aux personnes qui ont cru en moi et qui m'ont permis d'arriver au bout de cette thèse

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à

Monsieur ***Mamache Bakir***

Professeur à l'université El Hadj Lakhdar Batna 1

Pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,

Sincères remerciements.

Madame ***Deghnouche Kahramen***

Maitre de conférence -A- à l'université de Biskra

Pour sa participation bienveillante à notre jury de thèse, Qu'elle en soit vivement remerciée.

Sincères remerciements.

Madame ***Chaoucha Ilhem***

Maitre de conférence -A- à l'université de Batna 1

Pour sa participation bienveillante à notre jury de thèse, Qu'elle en soit vivement remerciée.

Sincères remerciements.

Monsieur ***Benmakhlouf Abdelmalek***

Professeur à l'université de Constantine

Pour sa participation bienveillante à notre jury de thèse, Qu'il en soit vivement remercié.

Sincères remerciements.

Monsieur ***Bensouilah Mourad***

Professeur à l'université de Annaba

Pour sa participation bienveillante à notre jury de thèse, Qu'il en soit vivement remercié.

Sincères remerciements.

Toute ma gratitude à Monsieur ***Meziane Toufik*** Professeur à l'université El Hadj Lakhdar - Batna1. Vous avez toujours trouvé les solutions qui s'imposaient. Aussi grande que puisse être ma gratitude soyez assuré qu'elle ne sera jamais à la hauteur de tous les efforts que vous avez déployés, hommages respectueux.

Ma sincère reconnaissance est adressée aux ***Docteurs Safsaf Boubakeur, Djaaba Sadek et Bennoune Omar***, pour toute leur aide, leur disponibilité pour la réalisation de ce travail.

Je tiens à adresser un grand merci au ***Docteur Benchaar C.*** - Canada - pour son aide inestimable et pour m'avoir accueillie chaleureusement au sein de son laboratoire afin d'apprendre les techniques de travail avec le jus de rumen, et pour ses nombreux conseils.

Je remercie toutes les personnes qui m'ont apporté de près ou de loin leur soutien et leurs encouragements ; *Professeur Ouachem Derradji, Docteur Hafid Nadia, Docteur Malle Mouna, Docteur Belkadi Souhila, Docteur Belkacem Leilia, Mme Abdsamed Samia, Mme Ouachem Nini, Mme Alloui Malika, Mme Sahli Merieme.*

Mes remerciements vont aussi à tout le personnel que j'ai sollicité durant mon travail au sein de l'abattoir de Batna , auprès duquel j'ai trouvé l'aide et l'assistance dont j'avais besoin surtout l'inspecteur de l'abattoir le *Docteur Idir Kamel.*

Enfin, je n'oserais oublier de remercier tous les collègues ; enseignants et personnel technique et administratif de notre institut des sciences vétérinaires et sciences agronomiques pour leur soutien et encouragements.

A TOUS MERCI

Dédicaces

Ce travail est dédié

A la mémoire de ma *Mère*

A la mémoire de mon frère *Zine eddine*

A la mémoire de ma *Grand mère*

que Dieu le tout puissant, puisse leur assurer le repos de leurs âmes par sa sainte miséricorde

le temps n'effacera jamais le vide que vous avez laissé

A mon *Père*

aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour , l'estime, le dévouement et le respect que j'ai pour toi , rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être, à toi mon cher père que Dieu le tout puissant, te préserve, t'accorde santé, longue vie, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.

A mes frères et sœurs à leurs familles (belles sœurs, beau-frère, nièces et neveux)

A tous mes ami(e)s et collègues

Rouabah Zahra

Sommaire

Liste des tableaux	I
Liste des photos	II
Liste des figures	VI
Liste des abréviations	V
Introduction	1

Partie bibliographique

Chapitre I L'environnement et la pollution

1. Définition de l'environnement	3
2. Définition de la pollution	4
2.1. Les différents types de pollution	4
2.1.1. La pollution de l'air ou pollution atmosphérique	4
2.1.2. La pollution de l'eau	5
2.1.3. La pollution des sols	6
3. Les déchets	7
3.1. Définition	7
3.2. La classification des déchets	8
3.2.1. Déchets ménagers et assimilés	8
3.2.2. Déchets industriels	8
3.2.3. Déchets agricoles	8
3.2.4. Déchets inertes	9
3.2.5. Déchets banals	9
3.2.6. Déchets spéciaux	9
3.3. Déchets plastiques	9
3.3.1. Définition du plastique	10
3.3.1.1. Les thermoplastiques	10
3.3.1.1.1. Le polyéthylène (PE)	10
3.3.1.1.2. Le polypropylène (PP)	11
3.3.1.1.3. Le polystyrène (PS)	11
3.3.1.1.4. Le polycarbonate (PC)	11
3.3.1.1.5. Les polyesters et le polyéthylène téréphtalate (PET)	11
3.3.1.1.6. Les polyacétals ou polyoxyméthylène (POM)	11
3.3.1.1.7. Le polychlorure de vinyle PCV	12
3.3.1.1.8. Les polyamides (PA)	12
3.3.1.2. Les thermodurcissables	12
3.3.1.2.1. Les polyuréthanes (PUR)	12
3.3.1.2.2. Les polyesters insaturés	12
3.3.1.2.3. Les phénoplastes (PF)	13
3.3.1.2.4. Les aminoplastes (MF)	13
4. L'impact du plastique	13
4.1. L'impact des plastiques sur l'environnement	13

4.2. L'impact des plastiques sur la santé humaine	14
---	----

Chapitre II

Particularisme anatomo-physiologique des pré-estomacs des ruminants

I. Rappels anatomo-physiologiques des pré-estomacs chez les ruminants	15
1. Rappel anatomique	15
1.1. Le rumen	15
1.2. Le réseau	17
1.3. Le feuillet	17
1.4. La caillette	17
2. Rappel physiologique	18
2.1. Le rumen	18
a. La fonction mécanique du rumen	18
b. Fonction digestive du rumen	18
2.2. Le réseau	19
2.3. Le feuillet	20
2.4. La caillette	20
3. L'écosystème du rumen-réseau	20
3.1. Les paramètres physico-chimiques de l'environnement ruminal	20
L'anaérobiose	21
Le pH	21
La température	22
Le potentiel d'oxydo-réduction	22
La pression osmotique	22
L'humidité	22
3.2. Le microbiote du rumen-réseau	23
3.2.1. Les bactéries	23
3.2.2. Les protozoaires	25
Les flagellés	25
Les ciliés	26
Effets des protozoaires dans le rumen	28
3.2.3. Les champignons	28
II. Rappels sur le particularisme digestif dans rumen-réseau	29
1. La préhension des aliments	29
2. La digestion	29
3. Mouvement du rumen-réseau	29
4. Variation des nombres des contractions	30
5. La rumination	30
6. L'éructation	31

Chapitre III

Indigestions et syndrome des corps étrangers chez les ruminants	
Rappels anatomo-physiologiques des pré-estomacs chez les ruminants	33

I. Surcharge en céréales (obstruction du rumen par surcharge aigue du rumen ou impaction du rumen)	35
1. Etiologie	35
2. Pathogénie	36
3. Symptômes	36
4. Lésions	37
5. Diagnostic	37
6. Diagnostic différentiel	37
7. Traitement	38
II. L'impact des plastiques (objets non-biodégradables) sur la santé animale	39
II. 1. L'impact des plastiques (objets non-biodégradables) sur la santé des ruminants	41
1. Etiologie	41
2. Pathogénie	42
3. Symptômes	42
4. Diagnostic	43
4.1. Diagnostic de laboratoire	43
4.1.1. Diagnostic hématologique	43
4.1.2. Diagnostic biochimique	44
4.2. Analyse du jus de rumen	44
4.2.1. Couleur	46
4.2.2. Consistance	46
4.2.3. Odeur	47
4.2.4. Valeur du pH	47
4.2.5. Sédimentation et flottation	48
4.2.6. Test au bleu méthylène (Potentiel rédox)	49
4.2.7. Observation des protozoaires	50
4.3. Diagnostic nécropsique (lésions)	51
5. Traitement	52

Chapitre IV

L'exploration hépatique chez les ruminants

1. Anatomie et histologie du foie des bovins	53
2. Généralités sur les affections hépatiques	54
3. Diagnostic des affections hépatiques	55
3.1. Tests de cytolysse hépatique	55
3.1.1. Les enzymes du foie chez les ruminants	56
3.2. Tests de la fonction excréto-biliaire	56
3.2.1. Clairances hépatiques biliaires	56
3.2.2. Tests de cholestase	57
3.3. Tests d'insuffisance hépatique	57
3.4. Tests de la réaction inflammatoire hépatique	58
3.5. Tests d'induction hépatique	58

Partie expérimentale

Matériels et Méthodes

1. Présentation de la région d'étude	59
2. Lieu du travail	61
3. Matériels	61
3.1. Les animaux	61
3.2. Recherche des lésions macroscopiques	61
3.3. Les prélèvements	61
3.3.1. Prélèvement du jus de rumen	61
a. Dénombrement des protozoaires	62
3.3.2. Prélèvements sanguins	63
3.3.3. Prélèvements du foie et du rumen	63
4. Méthodes analytiques	64
4.1. Mesure du pH du jus de rumen	64
4.1.1. Technique de dénombrement des protozoaires	64
a. Procédure du comptage	64
b. Calcul	65
4.2. Méthodes analytiques biochimiques	66
4.2.1. Le glucose (méthode de Trinder. GOD-POD)	66
4.2.2. L'urée (méthode de Berthelot. Enzymatique Colorimétrique)	66
4.2.3. Le cholestérol (méthode de CHOD-POD. Enzymatique Colorimétrique)	67
4.2.4. Les protéines totales (méthode de Biuret. Colorimétrique)	67
4.2.5. Les transaminases (ASAT et ALAT)	68
4.2.5.1.1. Aspartate amino transférase ASAT (TGO) (méthode de NADH. Cinétique UV. IFCC rec)	68
4.2.5.1. 2. Alanine amino transférase ALAT (TGP) (méthode de NADH. Cinétique UV. IFCC rec)	64
4.2.6. Gamma-glutamyltranspeptidase (γ -GT) ou γ -glutamyltransférase (méthode de Substrat carboxylé. Cinétique)	69
4.3. Analyses des paramètres hématologiques	69
4.4. Examen histopathologique du foie et du rumen	70
a) La fixation	70
b) L'inclusion	70
c) Les coupes	71
d) La coloration	71
e) Le montage	71
4.5. Analyses statistiques	71

Résultats et discussion

I. Investigations au niveau de l'abattoir	72
I.1. Evaluation de la prévalence des corps étrangers biodégradables et non-biodégradables	72
I.2. Inventaire et fréquence des différents types de corps étrangers ingérés par les animaux	75
I.3. La prévalence des corps étrangers selon des différents groupes d'âges	80
I.4. Résultat des recherches des lésions macroscopiques	81
II. Résultats de l'examen histologique du rumen	87

III. Résultats de mesure du pH du jus de rumen	92
IV. Résultats du dénombrement des protozoaires	94
V. Résultats des paramètres biochimiques	96
1- Le glucose	96
2- L'urée	97
3. Le cholestérol	98
4. Les protéines totales	99
5. Les transaminases (ASAT et ALAT)	100
6. Gamma-glutamyltranspeptidase (γ -GT)	102
VI. Résultats des paramètres hématologiques	103
1- Résultats de GR, Hb, VGM, CCMH et TCMH	103
2- L'hématocrite (Ht)	105
3- Globules blancs (GB)	106
VII. Résultats de l'examen histopathologique du foie	108
Conclusion	112
Recommandations	114
Références bibliographiques	115
Annexes	

Liste des tableaux

Tableau n°1: Les différents groupes microbiens présents dans le rumen

Tableau n°2: Valeurs normales de l'analyse du jus de rumen

Tableau n°3: Interprétation du test de réduction au bleu méthylène

Tableau n°4: Nombre d'habitants de la wilaya de Batna

Tableau n°5: Méthodes analytiques hématologiques

Tableau n°6: Prévalence du corps étranger chez les animaux abattus

Tableau n°7: La fréquence des différents types de corps étrangers ingérés par les bovins abattus

Tableau n°8: Prévalence des corps étrangers ingérés selon des différents groupes d'âges

Tableau n°9: pH du jus de rumen examine chez les animaux avec et sans CENB

Tableau n°10: Le nombre des protozoaires du jus de rumen chez les animaux avec et sans CENB

Tableau n°11: Valeur biochimique sérique de la glycémie chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Tableau n°12: Valeur biochimique sérique de l'urée chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Tableau n°13: Valeur biochimique sérique du cholestérol chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Tableau n°14: Valeur biochimique sérique des protéines totales chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Tableau n°15: Valeur biochimique sérique des transaminases chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Tableau n°16: Valeur biochimique sérique de la GGT chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Tableau n°17 : Valeur des paramètres hématologiques (GR, Hb, VGM, MCHC, TCMH) chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Tableau n°18 : Valeur de l'hématocrite chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Tableau n°19 : Valeur des globules blancs chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Liste des photos

Photo 1: Lame hématimètre (Double Neubauer improved, Germany)

Photos 2,3,4,5: Des morceaux de cuir retirés du rumen-réseau des bovins

Photos 6,7: Des sachets en plastique et des morceaux de tissu retirés du rumen d'un bovin

Photos 8,9: Morceau de tissu et des cordes retirés du rumen-réseau d'un bovin

Photos 10,11: Tissus, cordes, sachets en plastique retirés du rumen-réseau

Photos 12,13: Sachets en plastique et trichobezoard trouvés dans les pré-estomacs d'un jeune bovin

Photos 14,15,16,17: Des clous , fils de fer plantés dans le reseau

Photo 18: Des clous retirés du rumen

Photo 19: Du gros sable trouvés dans le rumen d'un bovin

Photo 20: Des différents calibres de trichobezoard retirés du rumen de plusieurs bovins

Photo 21: Ulcération du rumen causée par un CENB

Photo 22: Congestion et destruction des papilles causées par un CENB

Photo 23: Zone d'hémorragie du rumen causée par un CENB

Photo 24: Nécrose du rumen causée par un CENB

Photo 25: Ulcération du rumen causée par un CENB

Photo 26: Desquamation des papilles du ruminales et des zones nécrosées

Photo 27: Des zones nécrosées

Photo 28: Rabougrissement, la flexion, des papilles

Photo 29: Irritation des papilles du rumen

Photo 30: Ulcération et des lésions nodulaires dans le rumen

Photo 31: Une destruction, dégénérescence et une hyperplasie des papilles

Photo 32: La muqueuse (1), la sous-muqueuse (2), la musculeuse (3) et la séreuse (4), (5) la muqueuse porte des papilles soutenues par un axe conjonctif (grossissement x40)

Photo 33: Une papille ruminale normale (grossissement x40)

Photo 34: Papilles bien développées et allongées (grossissement x40)

Photo 35: Des papilles atrophiées et détruites (grossissement x40)

Photo 36: Une muqueuse épaisse, une séparation de la couche musculaire due à l'œdème (grossissement x40)

Photo 37: Des papilles atrophiées, pliées et comprimées (grossissement x40)

Photo 38: Atrophie d'une papille ruminale (grossissement x40)

Photo 39: Rupture d'une papille ruminale (grossissement x40)

Photo 40: Les travées hépatiques autour d'une veine centro-Iobulaire chez un bovin sans CE (grossissement x40)

Photo 41: Les travées hépatiques chez un bovin sans CE (grossissement x40)

Photo 42: Le parenchyme hépatique d'un bovin sain (grossissement x40)

Photo 43: Le parenchyme hépatique d'un bovin sain (grossissement x10)

Photo 44: Les travées hépatiques chez un bovin avec CE (grossissement x40)

Photo 45: Veine centro-Iobulaire entourée des travées hépatiques chez un bovin avec CE (grossissement x40)

Photo 46: Les travées hépatique chez un bovin avec CE (grossissement x40)

Photo 47: Hépatocytes mononuclées chez un bovin avec CE (grossissement x40)

Photo 48: Parenchyme hépatique d'un bovin avec CE (grossissement x10)

Liste des figures

Figure 1: Une représentation schématique d'un protozoaire Holotriche (a) et Entodiniomorphe (b)

Figure 2: Classification des indigestions

Figure 3: Test de sédimentation

Figure 4: Test au bleu méthylène (Potentiel rédox)

Figure 5: Carte de situation géographique de la ville de Batna

Figure 6: Représentation schématique des secteurs de comptage de la chambre de Neubauer

Figure 7: Méthode de comptage dans l'hématimètre (Neubauer)

Liste des Abréviations

ALAT: Alanine Amino Transferase
ASAT: Aspartate Amino Transferase
CCMH: Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine
CE : Corps étranger
CEB : Corps étranger biodégradable
CENB : Corps étranger non-biodégradable
EDTA : acide éthylène diamine tétra acétique
GB: Globules blancs
GR: Globules rouges
Hb: Hémoglobine
Ht: Hématocrite
pH: potentiel Hydrogène
TCMH: Taux corpusculaire moyen en hémoglobine
VGM: Volume globulaire moyen
 γ -G T: gamma glutamyl transférase
UI : Unité Internationale
 μ l : microlitre

Introduction

Introduction

L'environnement recouvre l'ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques) qui entourent une espèce et qui lui permettent de vivre. Notre environnement, c'est notre support de vie et toutes ses composantes : l'air, l'eau, l'atmosphère, les roches, les végétaux, les animaux... Or, notre environnement, élément clé de notre survie, est dangereusement affecté par les activités humaines. Depuis des siècles, l'homme continue à modifier à grande échelle son environnement, de manière inconsidérée et sans doute dangereuse. Avec des déchets générés par l'urbanisation à outrance, de l'industrialisation et de l'agriculture intensive. Ces activités par leur effet délétère en polluant les sols, les eaux et l'air, constituent un réel problème qui ne cesse de s'amplifier avec des conséquences néfastes sur l'ensemble de l'écosystème vivant.

De nos jours, la dégradation de l'environnement s'est tellement accentuée pour devenir une véritable menace pour l'équilibre de la planète. Les sources de pollution sont nombreuses et l'identification des différentes substances polluantes et de leurs effets sur les écosystèmes est complexe.

Cependant, on ne peut pas parler de pollution sans aborder le thème des déchets, principalement les déchets en plastique et leur augmentation dangereuse qui contribue à polluer et à détruire l'environnement. Ces polluants résistent à la biodégradation et polluent pendant des décennies et des siècles et présentent aussi un risque important direct ou indirect sur la santé humaine et animale. Les nuisances engendrées par les diverses sources de pollutions sont variées et peuvent s'accumuler : l'augmentation de la mortalité des espèces animales ou végétales qui peut aller jusqu'à leur extinction, destruction de l'habitat naturel, détérioration de la qualité des sols, de l'eau et de l'air.

Actuellement l'utilisation du plastique a pris de l'ampleur et est apparue comme symbole de modernité, mais son usage intensif a conduit à des effets nuisibles sur nos élevages, du fait de sa présence massive dans certains champs et pâturages et en raison de l'absence d'industries de recyclage, de nettoyage des cultures, de l'environnement, et l'élimination inadéquate des objets non biodégradables précisément les sachets en plastique lesquels d'ailleurs polluent nos champs et pâturages surtout au voisinage des décharges .

Cette pollution s'est étendue aussi à l'espace maritime constituant ainsi une source de préjudice, l'exemple emblématique est constitué par le trash vortex (tourbillon de déchets) dans l'océan pacifique où les tourbillons ont fait converger sur une surface qui, selon les observateurs, aurait la dimension de deux fois celle de l'Europe, une masse considérable de déchets plastiques, composées d'objets non biodégradables microscopiques de plastiques,

causant chaque année, la mort de plus d'un million d'oiseaux et de plus de 100 000 mammifères marins (Dorbane, 2017).

Cette situation alarmante a poussé la communauté scientifique à donner plus d'importance à la recherche scientifique sur l'étendue de ce genre de pollution. C'est ainsi que plusieurs études ont été réalisées sur l'impact de l'ingestion des sacs en plastique dans la faune marine (Austin et al., 2017 ; Colleen et al., 2017; Ter Halle et Perez, 2018) mais également chez les animaux domestiques terrestres en particulier chez les ruminants (Hailat et al.,1998 ; Igbokwe et al.,2003; Raoofi et al.,2012; El-Ashker et al., 2018).

Afin d'attirer l'attention sur ce sérieux problème environnemental qui touche la santé animale, surtout les ruminants, nous avons essayé d'explorer cette situation écologique dans la wilaya de Batna (Algérie), où très peu d'études ont été réalisées (Rouabah et al., 2007).

Le travail réalisé est une initiative de prospection de la pollution des parcours par les sachets en plastique et la prévalence des corps étrangers non vulnérants et leur impact sur la santé des ruminants.

En vue de cerner ce problème, on s'est fixé comme objectif

- De mettre le point sur l'ampleur de la pollution des estomacs des bovins par les objets non biodégradables (sachets en plastique).
- L'impact de ces corps étrangers sur l'écosystème ruminal et la santé des animaux d'une manière générale et l'écosystème ruminal spécialement

Pour atteindre nos objectifs, notre travail s'est étalé sur une période de quatre ans au niveau de l'abattoir communal de Batna complété par un suivi au niveau du service de la pathologie des ruminants, du laboratoire de l'Environnement, Santé et Production Animale (Département des Sciences Vétérinaires Université de Batna1) et au niveau du service de Biochimie médicale (service des urgences) C. H.U de la wilaya de Batna.

A rectangular area with rounded corners, filled with a grey and white marbled paper pattern. The text is centered within this area.

**Partie
Bibliographique**

Chapitre I

L'environnement et la pollution

L'environnement et la pollution

1. Définition de l'environnement

Le terme « environnement » est fréquemment utilisé dans des situations et à des occasions diverses. Ces variations donnent parfois à ce concept une image complexe et vague dans la mesure où il est employé avec des sens multiples. Il existe de nombreuses définitions de ce terme selon le dictionnaire de français Larousse parmi les quels:

- Ce qui entoure de tous côtés ; qui constitue le voisinage
- Ensemble des éléments naturels qui entourent un individu (humain, animal, végétal) ou son espèce
- Ensemble des conditions naturelles et culturelles qui constituent le cadre de la vie d'un individu et sont susceptibles d'agir sur lui
- Les conditions extérieures susceptibles de modifier ou non un système
- Ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques) qui entourent un individu ou une espèce et dont certains contribuent directement à subvenir à ses besoins.

Il n'existe pas une définition unique de l'environnement, mais plusieurs conceptions ou représentations en fonction des individus, des pays, de l'environnement disciplinaire dans lequel ils évoluent :

- Les géologues appréhendent l'environnement par l'étude des sols.
- Les écologues le font par la dynamique des êtres vivants.
- Les géographes par l'occupation du territoire, la gestion du territoire.
- Les ingénieurs et techniciens en fonction de leurs domaines d'expertise : eau, air, sol, énergie ...
- Les économistes par la gestion des ressources naturelles.
- Les juristes sous l'angle des contraintes réglementaires.
- Les philosophes par la morale et l'éthique ...

On note alors que le mot environnement est polysémique, c'est-à-dire qu'il a différents sens : le sens de base de ce qui entoure, de cadre de vie, de voisinage, d'ambiance, ou encore de contexte. La notion d'environnement englobe aujourd'hui l'étude des milieux naturels, les impacts de l'homme sur l'environnement et les actions engagées pour les réduire (Anonyme1, 2017).

Les menaces à l'environnement sont nombreuses. Parmi les principales, on note les suivantes : la pollution, la déforestation, l'extinction de la biodiversité, le rejet des déchets toxiques, les érosions des sols, la désertification (Landry,2013).

Ces problèmes sont multiples et variés. Certains se posent au niveau local, tandis que d'autres sont au niveau planétaire (Joseph-Lokendandjala, 2009).

Contrairement aux animaux, les êtres humains ont tendance à transformer leur environnement. Par exemple, tout en travaillant, ce dernier cherche la nourriture, l'eau et l'oxygène pour mieux vivre et les transforme en produits et services par conséquent il engendre une pollution et une dégradation de l'environnement.

2. Définition de la pollution

La pollution est une dégradation de l'environnement par l'introduction dans l'air, l'eau ou le sol de matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu. Elle entraîne une perturbation de l'écosystème dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter au changement. Souvent anthropique, c'est à dire due directement ou indirectement à l'activité humaine, la pollution peut cependant résulter de phénomènes naturels. En outre une définition contemporaine du terme pollution le désigne comme étant un phénomène ou élément perturbateur d'un équilibre établi et plus particulièrement si cet élément est nuisible à la vie (Ahoua, 2017).

La notion de pollution appelle donc celle de contamination d'un ou plusieurs composants des écosystèmes (air, eau, sol), d'un organisme (qui peut être l'Homme) ou d'un groupe d'organismes, ou ayant une incidence sur l'écosystème, au-delà d'un seuil ou norme. La contamination peut notamment s'étendre ou se modifier via le réseau trophique (chaîne alimentaire, bioconcentration, bioturbation) (Anonyme 2, 2017)

2.1. Les différents types de pollution

On distingue plusieurs types de pollutions :

2.1.1. La pollution de l'air ou pollution atmosphérique

L'OMS entend par pollution de l'air ; la contamination de l'environnement intérieur ou extérieur par un agent chimique, physique ou biologique qui modifie les caractéristiques naturelles de l'atmosphère. Les appareils utilisés pour la combustion au sein des foyers, les véhicules automobiles, les établissements industriels et les feux de forêt sont des sources fréquentes de pollution atmosphérique. Les polluants les plus nocifs pour la santé publique sont notamment les matières particulaires, le monoxyde de carbone, l'ozone, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre (Anonyme 3, 2017).

La pollution atmosphérique concerne la dégradation de l'air que nous respirons à cause de substances polluantes qui se retrouvent dans l'atmosphère. Des pics de pollution atmosphérique ont souvent lieu en été.

Les polluants de l'atmosphère agissent à différentes échelles ; certains composés gazeux sont sans effet localement mais peuvent perturber l'équilibre climatique planétaire, tandis que d'autres sont particulièrement virulents pour la santé au niveau local et régional mais ont une influence très illimitée sur l'atmosphère dans son ensemble. En outre, les polluants atmosphériques peuvent également être transportés par le vent à plusieurs centaines de kilomètres du lieu où ils sont libérés et ainsi influencer sur des surfaces importantes.

Les principales substances polluant l'atmosphère peuvent se répartir schématiquement en deux groupes : les gaz et les particules solides (poussières, fumées). L'estimation des gaz représentent 90 % des masses globales de polluants rejetées dans l'air et les particules les 10% restants.

La pollution de l'air est la résultante de multiples facteurs : production d'énergie, agriculture intensive, industries extractives, métallurgiques et chimiques, la circulation routière et aérienne, incinération des ordures ménagères et des déchets industriels, etc (Anonyme 4, 2017).

2.1.2. La pollution de l'eau

Le dictionnaire-environnement définit la pollution de l'eau comme ; une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse et (ou) perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines. La pollution de l'eau a pour origines principales, l'activité humaine, les industries, l'agriculture et les décharges de déchets domestiques et industriel (Anonyme 5, 2017). On appelle pollution de l'eau toute modification des caractéristiques de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisible pour les usages humains, la faune ou la flore. Au cours de son utilisation, l'eau s'appauvrit ou s'enrichit de substances de toutes sortes, ou change de température. Les pollutions qui en résultent se retrouvent dans le milieu naturel (cours d'eau, mer).

La pollution de l'eau peut avoir diverses origines parmi lesquelles (Guermazi, 2017):

- **les exploitations agricoles industrielles:** qui rejettent divers produits présents dans les engrais (comme des ions nitrates : NO_3^-) ou les produits phytosanitaires peuvent polluer les nappes phréatiques et entraîner la fermeture de points de captages d'eau potable si leur présence est trop importante
- **l'industrie:** Il s'agit essentiellement de produits chimiques et d'hydrocarbures (dégazage).
- **les eaux usées:** C'est un milieu favorable pour la mise en place d'une microfaune bactérienne

(Développement des bactéries) qui si elles ne sont pas traitées correctement peuvent être une source de pollution de l'eau.

Il importe de signaler également la pollution marine qui englobe celle de pollution de l'eau, mais aussi celle des sédiments marins, et plus généralement toutes les atteintes aux écosystèmes marins causées par des rejets de substances nuisibles par leur impacts, quelles que soient leur nature ou quantité (Anonyme 6, 2017).

La pollution marine est définie comme l'introduction directe ou indirecte de déchets, de substances, ou d'énergie, y compris de sources sonores sous-marines d'origine humaine, qui entraîne ou qui est susceptible d'entraîner des effets nuisibles pour les ressources vivantes et les écosystèmes marins, avec pour conséquence, un appauvrissement de la biodiversité, des risques pour la santé humaine et animale, des obstacles pour les activités maritimes, et notamment la pêche, le tourisme et les loisirs ainsi que les autres utilisations de la mer, une altération de la qualité des eaux du point de vue de leur utilisation, et une réduction de la valeur d'agrément du milieu marin. On distingue la pollution générée par les substances chimiques et celle produite par les déchets aquatiques. Les déchets aquatiques comprennent tout solide ménager, industriel, naturel qui se retrouve dans l'environnement maritime et côtier. Ils peuvent être de nature très variée : déchets flottants en surface ou dans la colonne d'eau, déchets déposés dans les fonds, déchets échoués sur les plages et sur le littoral. 80% de la pollution marine est d'origine terrestre. Les polluants sont transportés par le ruissellement des eaux suivant la dynamique des bassins versants mais aussi par l'air du fait du régime des vents, les surfaces marines recevant de nombreux dépôts atmosphériques. Or des phénomènes de saturation génèrent des désordres écologiques grandissant au point de menacer toutes les autres activités (David, 2014).

2.1.3. La pollution des sols

La notion de pollution du sol désigne toutes les formes de pollution touchant n'importe quel type de sol (agricole, forestier, urbain...). Un sol pollué devient à son tour une source possible de diffusion directe ou indirecte de polluants dans l'environnement, via l'eau, les envols de poussières, émanations gazeuses ou via une ré-concentration et transfert de polluants par des organismes vivants (bactéries, champignons, plantes à leur tour mangés par des animaux) (Wikipédia, 2017).

La pollution du sol peut être due à l'accumulation sur le sol des substances non biodégradables, ou biodégradables mais dont la vitesse de biodégradabilité excède le taux d'accumulation. Alors ces substances peuvent être stockées sur le sol ou être lessivées par les eaux de ruissellement vers les cours d'eau voisins ou vers la nappe phréatique ; ou encore s'évaporer vers l'atmosphère.

Certains sols sont souvent utilisés comme décharge pour les déchets ménagers et industriels. Dans beaucoup de régions cultivées, le lessivage des engrais et des effluents d'élevage épandus en excès provoque une augmentation importante de teneur en nitrate et autres éléments minéraux dans les nappes phréatiques.

Les effets de la pollution des sols dépendent de leur structure et de leur texture. Certains sols ont la capacité de filtrer, d'absorber et de recycler des quantités importantes de déchets ; dans d'autres sols, certains constituants toxiques ne sont pas retenus et se retrouvent dans les fleuves et dans les nappes phréatiques. Les sols sableux sont favorables au lessivage, alors que les sols argileux épais retiennent mieux les déchets. Ainsi toutes les activités humaines sur les sols doivent tenir compte des propriétés des sols et de la position des nappes et des cours d'eau du milieu (Anonyme 7, 2017).

De nos jours, les principales causes de pollution de l'environnement proviennent en premier lieu du rejet des déchets dans l'environnement qui contribuent à la détérioration du milieu. Ce changement a un impact sur la santé humaine, l'économie, la production alimentaire, la flore et la faune. Ils sont considérés comme l'une des plus grandes sources de pollution. Qu'ils soient abandonnés dans une décharge ou incinérés. La composition des déchets varie selon la géographie, l'économie et la culture des populations (Anonyme 8, 2017).

3. Les déchets

3.1. Définition

La notion de déchets peut être définie de différentes manières selon le domaine et l'intérêt d'étude et parfois l'origine et l'état du déchet. Parmi les nombreuses définitions existantes, nous pouvons mentionner celle du code de l'environnement (Djemaci, 2012) :

« un déchet est tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon ».

Les déchets au sens de la réglementation Algérienne et selon le journal officiel de la république Algérienne N°77, l'article 3 de la loi du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, définit les déchets comme suit : « un déchet comme tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation. Et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer ».

Après avoir donné un aperçu sur les définitions des déchets on constate qu'il est difficile de définir la notion de déchet sans ambiguïté. De façon sommaire, le déchet est conçu comme un objet devenu inutile, encombrant ou dangereux aux yeux de son dernier détenteur.

Les déchets constituent souvent des mélanges hétérogènes dont la composition varie selon l'époque et le lieu (exemple des déchets ménagers dont la nature est différente qu'ils soient produits à la ville ou à la campagne, l'été ou l'hiver) (Harpet, 1997 ;Bertolini, 2001; Belkacem, 2012 ; Kassay, 2015)

3.2. La classification des déchets

La classification des déchets se fait en plusieurs catégories en fonction de leur provenance, de leur fonction, leur structure, leur utilisation et leur évolution (Debray,1997).

Suivant leur origine on distingue :

- Déchets ménagers et assimilés.
- Déchets industriels.
- Déchets agricoles.

3.2.1.Déchets ménagers et assimilés

Tous déchets issus de ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles commerciales, artisanales et autres, qui par leur nature et leur composition, sont assimilables aux déchets ménagers.

3.2.2. Déchets industriels

Déchets produits par des activités industrielles qui se distinguent des déchets urbains en raison de leur composition spécifique inhérente aux activités menées par l'industrie en question, comme les matières plastiques, la ferraille, le bois usagé, les pneus usagés, les carcasses de voitures, les câbles gainés, les déchets de dégrillage de station d'épuration, les déchets d'entretien des routes, les déchets agroalimentaires et les déchets carnés.

3.2.3. Déchets agricoles

Tous déchets provenant des activités de l'agriculture comprenant les métiers d'agriculteurs, arboriculteurs, horticulteurs, maraîchers, viticulteurs et éleveurs. Les pépiniéristes-paysagistes ne sont pas compris dans cette catégorie mais appartiennent à la catégorie des entreprises.

Suivant la nature du danger qu'ils font courir à l'environnement on distingue :

- Déchets inertes, dont l'effet sur l'environnement est négligeable.
- Déchets banals, assimilables aux ordures ménagères.
- Déchets spéciaux, qui peuvent représenter un danger direct ou indirect pour l'homme ou l'environnement (Debray,1997).

3.2.4. Déchets inertes

Ils correspondent à des déchets qui ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune réaction physique ou chimique. Ils ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières, avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. Ils correspondent à des déchets minéraux non pollués (tuiles, céramiques, briques, bétons...). Il peut également s'agir de déchets industriels comme certains laitiers de hauts-fourneaux ou encore des scories (DDAF, 2004).

3.2.5. Déchets banals

Son assimilables aux ordures ménagères et relevant du même type de traitement : il s'agit principalement d'emballages usagés, de chutes de productions industrielles et de déchet d'activités et commerciales comme ferrailles, métaux non ferreux, papiers-cartons, verre, textiles, bois, plastiques (Naghel, 2003).

3.2.6. Déchets spéciaux

Tous déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de services et toutes autres activités qui en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes (J.O.R.A, 2001)

3.3. Déchets plastiques

Sont les résidus essentiellement constitués de matière plastique. Il s'agit tout simplement d'article usagé en matière plastique (emballages, récipients...) (Gertrude,1997).

Les déchets plastiques proviennent des produits de la famille des polymères thermoplastiques tels que le polyéthylène pour les flacons et les sacs, le polystyrène pour les baquettes, le polychlorure de vinyle pour les tuyaux et les isolants des câbles électriques et le polypropylène pour les films et les godets. Ces matières plastiques ont la propriété de résister aux agents atmosphériques et par conséquent, se dégradent très lentement, ce qui pose un problème sérieux de pollution provenant de leurs déchets (Blaise,2003).

3.3.1. Définition du plastique

Le terme « plastique » désigne une large gamme de matériaux et composés. Il existe environ 50 familles et des centaines de variétés de plastiques. La plupart de ces plastiques sont fabriqués à partir de simples molécules d'hydrocarbure (monomères) dérivées du pétrole ou du gaz. Environ 4 % du pétrole brut est investi pour la fabrication du plastique. Après polymérisation, ces molécules forment des polymères plus complexes permettant la fabrication des produits. Des additifs permettent de donner aux plastiques des propriétés spécifiques. La Matière plastique est formée de résine de base, des adjuvants et des additifs (Harpet, 1997).

On constate donc que les matières plastiques, au sens le plus large, sont des matériaux organiques constitués de macromolécules et produits par transformation de substances naturelles, ou par synthèse directe, à partir de substances extraites du pétrole, du gaz naturel, du charbon ou d'autres matières minérales. Elles peuvent être moulées ou modelées par la suite (Bertolini, 2001).

Les plastiques peuvent être regroupés en deux grandes familles qui sont (Trupin, 2007 ; Bussens et al.,2009) :

3.3.1.1. Les thermoplastiques : ce sont des plastiques qui ramollissent sous l'effet de la chaleur. Ils deviennent souples, malléables et durcissent à nouveau quand on les refroidit. C'est une transformation réversible ; les matériaux conservent leurs propriétés et ils sont facilement recyclables. Ils représentent 80 % des plastiques. Cependant ils ne sont pas biodégradables et ont une « durée de vie » de plusieurs centaines d'années. Ce sont les matières plastiques les plus utilisées. Ils entrent dans cette catégorie (Boudounoma, 2012) :

3.3.1.1.1. Le polyéthylène (PE)

Cette matière plastique représente à elle seule environ un tiers de la production totale des matières synthétiques et constitue la moitié des emballages plastiques. Plusieurs millions de tonnes de polyéthylène sont produites chaque année car c'est un matériau extrêmement polyvalent et important sur le plan économique et écologique. Grâce à sa structure chimique simple, le polyéthylène prime sur la plupart des autres matériaux car il peut être réutilisé. Le polyéthylène est translucide, inerte, facile à manier et résistant au froid. Il existe différents polyéthylènes classés en fonction de leur densité. Celle-ci dépend du nombre et de la longueur des ramifications présentes dans le matériau. On distingue deux familles : le polyéthylène basse densité et le polyéthylène haute densité.

3.3.1.1.2. Le polypropylène (PP)

C'est aussi un polymère très polyvalent qui sert à la fois comme thermoplastique et comme fibre. Il est rigide, résiste à la stérilisation et au froid, peut être congelé, convient aux micro-ondes, qui ont une faible densité. Il est utilisé pour fabriquer des sachets transparents, des plats destinés à être réchauffés, des pots, des seaux.

3.3.1.1.3. Le polystyrène (PS)

Le polystyrène est un plastique dur, cassant et transparent. C'est un produit industriel courant largement diffusé, offrant de très nombreux usages. On le reconnaît facilement à un blanchissement sur les zones de contraintes avant la rupture ou à sa fumée noire et à son odeur caractéristique lors de sa combustion. On l'utilise pour fabriquer du mobilier, des emballages, des grilles de ventilation, des jouets, des verres plastique.

3.3.1.1.4. Le polycarbonate (PC)

On l'utilise pour la fabrication des casques de moto ou des boucliers de police. Comme il est très transparent, il sert aussi à la fabrication des CD et des DVD, des vitrages des guichets à l'épreuve des balles et des phares, feux arrière et clignotants de voitures. Enfin, sa neutralité physiologique permet son utilisation dans le domaine médical pour la fabrication de matériel et de prothèses. Par contre, il résiste mal aux contacts prolongés avec l'eau, aux agents chimiques et aux rayons ultraviolets.

3.3.1.1.5. Les polyesters et le polyéthylène téréphtalate (PET)

C'est un polymère obtenu par la polycondensation de deux composants : le diméthyltéréphtalate et l'éthylène glycol. Les chaînes vont s'arranger et former des fibres résistantes. Le PET est surtout employé pour la fabrication de fils textiles, de films et de bouteilles. Cependant, ce plastique devient mou à moyenne température.

3.3.1.1.6. Les polyacétals ou polyoxyméthylène (POM)

Les polyacétals ont des propriétés qui les rendent irremplaçables pour des pièces à fortes exigences mécaniques comme les engrenages et les poulies. Ils sont solides, présentent les qualités de métaux tels que l'acier, l'aluminium ou le zinc. Ils résistent à la plupart des agents chimiques et ont un faible coefficient de frottement. Par contre, ils ont une densité élevée et une assez faible résistance à la température. La recherche vise à augmenter leur résistance au choc pour permettre la réalisation de plus grosses pièces.

3.3.1.1.7. Le polychlorure de vinyle PCV

Il est obtenu par la polymérisation des monomères de chlorure de vinyle. Ce polymère est issu d'une réaction chimique entre de l'éthylène et de l'acide chlorhydrique, en présence d'oxygène, Il peut être soit rigide soit souple selon les ingrédients qu'on lui incorpore.

3.3.1.1.8. Les polyamides (PA)

Ce sont des polymères qui offrent un bon compromis entre des qualités mécaniques, thermiques et chimiques. Les polyamides sont utilisés pour réaliser des pièces moulées dans l'appareillage ménager et automobile.

3.3.1.2. Les thermodurcissables : Les thermodurcissables sont des plastiques qui prennent une forme définitive au premier refroidissement. La réversibilité de forme est impossible car ils ne se ramollissent plus une fois moulés. Sous de trop fortes températures, ils se dégradent et brûlent (carbonisation). Les molécules de ces polymères sont organisées en de longues chaînes dans lesquelles un grand nombre de liaisons chimiques solides et tridimensionnelles ne peuvent pas être rompues et se renforcent quand le plastique est chauffé. La matière thermodurcissable garde toujours sa forme en raison de ces liaisons croisées et des pontages très résistants qui empêchent tout glissement entre les chaînes (Boudounoma, 2012).

Les plus connus sont (Bussens et al.,2009) :

3.3.1.2. 1. Les polyuréthanes (PUR)

Ce sont des matériaux dont les caractéristiques sont très variées avec une grande diversité de textures et de duretés. Les polyuréthanes sont les polymères les plus utilisés pour faire les mousses. En fonction des associations chimiques réalisées avec différents monomères on peut obtenir des colles, des élastomères, des fibres (Licra) des mousses souples ou rigides grâce à des agents d'expansion, des polyuréthanes solides et compacts que l'on peut renforcer par de la fibre de verre.

3.3.1.2. 2. Les polyesters insaturés

Les polyesters insaturés sont obtenus par réaction de condensation entre différents polyacides et des glycols (éthylène glycol, propylène glycol) Ces produits appelés époxydes sont des substances chimiques comportant un oxygène ponté sur une liaison carbone-carbone. Ils sont dilués ultérieurement dans un monomère non saturé comme le styrène. Quand un catalyseur est introduit dans cette résine, les produits se combinent provoquant un durcissement irréversible

appelé la réticulation qui correspond à l'apparition de liaisons chimiques formant un réseau macromoléculaire tridimensionnel.

3.3.1.2. 3. Les phénoplastes (PF)

Ce matériau providentiel a eu d'innombrables applications dans les domaines scientifiques et dans la réalisation d'objets: téléphones, postes de radio. Ces résines thermodurcissables résistent très bien aux produits chimiques et à la chaleur. Elles sont également électriquement isolantes. On peut les transformer par moulage et par compression pour fabriquer les poignées de casserole, de fer à repasser et des plaques de revêtement.

3.3.1.2.4. Les aminoplastes (MF)

Ces produits résineux sont essentiellement utilisés en stratification sur des textiles plastifiés, les panneaux de bois agglomérés pour le mobilier de cuisine et les plans de travail.

4. L'impact du plastique

Le consommateur qui tient en main un produit ne prend généralement pas conscience des procédés qui ont été mis en œuvre pour le fabriquer, ni des traitements qu'il subira pour être éliminé, il se doute encore moins de l'impact que ce produit a ou aura sur l'environnement et la santé tout au long de son cycle de vie, Les sachets plastiques, une fois utilisés. vont directement à la poubelle car il n'existe pas de recyclage provenant des ménages, Environ 99% des sachets plastiques utilisés finissent dans la nature (décharges ouvertes, arbres, barrages), L'accumulation des sachets plastiques est responsable de graves problèmes de pollution, ils participent à l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables : les pollutions causées par leur élimination en décharge ou par incinération posent davantage de problèmes (Barro,2000).

4.1. L'impact des plastiques sur l'environnement

Du point de vue de l'environnement les matières plastiques sont considérées comme l'une des plus grandes sources de pollution environnementale, constitue une menace à partir du moment de son contact avec l'environnement. Qu'ils soient des polluants d'origine directs ou des polluants d'origine secondaires. Direct, Il s'agit en fait des conséquences de certaines caractéristiques physiques et chimiques des matières plastiques, parce qu'elles sont ni altérables, ni biodégradables. Secondaire, leur combustion entraîne la pollution de l'air en produisant des produits toxiques (Demicheli, 2005, Rouabah, 2007).

4.2. L'impact des plastiques sur la santé humaine

L'utilisation du plastique coûte cher à la santé humaine. Une exposition de longue durée au plastique peut interagir dans l'équilibre chimique du corps humain. Ces dernières années, deux composés associés aux plastiques ont été particulièrement mis sous les projecteurs : le bisphénol A (BPA) et le phtalate de di-2-éthylhexyle (DEHP). Des études ont montré que 95 % des adultes aux États-Unis avaient des traces de BPA et de DEHP dans l'urine. Une exposition longue au BPA peut diminuer la fertilité chez les hommes et augmenter l'agressivité chez tout être vivant. Les problèmes liés à ce composé ont conduit les autorités sanitaires américaines à interdire son utilisation dans tous les produits pour bébés tels que les tétines, biberon, jouets...

Le DEHP de son côté peut provoquer une résistance à l'insuline. Il existe très probablement d'autres éléments chimiques du plastique néfastes pour la santé humaine, mais cela est encore sujet à l'étude (Emily et al.,2013).

Chapitre II

**Particularisme anatomo-physiologique
des
pré-estomacs des ruminants**

I. Rappels anatomo-physiologiques des pré-estomacs chez les ruminants

L'anatomie et la physiologie du système digestif des ruminants sont différentes de celles des autres mammifères et permettent, via le processus de rumination, la digestion d'aliments comme les fourrages qui sont très riches en cellulose et lignine difficilement digestibles. Les estomacs des ruminants sont au nombre de quatre : le rumen le plus volumineux des pré-estomacs (environ 100 litres chez un bovin adulte pesant de 500 à 600 kg) et représente plus de 90% du volume total, suivi du réseau, le feuillet et la caillette (la caillette possédant une fonction similaire à celle de l'estomac des monogastriques). Ces pré-estomacs sont extrêmement volumineux au point d'occuper les quatre cinquièmes de la cavité abdominale et leur contenu représente 70 à 75 % du contenu total du tube digestif (Jarrige et al., 1995).

Ces différents dispositifs anatomiques ralentissent le passage des particules alimentaires au travers du tractus digestif et augmentent ainsi leur temps de séjour, elles y subissent une dégradation mécanique (mastication, contractions digestives) et une dégradation chimique « enzymes microbiennes du rumen » (Sauvant, 2002).

1. Rappel anatomique

1.1. Le rumen

Appelé également panse ou herbier ou double. C'est un vaste sac bilobé, allongé d'avant en arrière et légèrement aplati d'un côté à l'autre, il occupe tout le côté gauche de la cavité abdominale, dorsalement et ventralement depuis le diaphragme jusqu'à l'entrée pelvienne, crânialement il se prolonge par le réseau et reçoit à ce niveau et dorsalement la terminaison de l'œsophage (Rivière, 1978 ; Jarrige, 1995).

Le rumen possède en surface des sillons longitudinaux droit et gauche et des sillons transversaux crânial et caudal qui répondent à l'intérieur du réservoir à des piliers qui le subdivisent en sac dorsal, en ventral et en culs-de-sac caudodorsal et caudoventral. L'extrémité crâniale constitue le récessus du rumen, la région crâniale du sac dorsal qui s'avance crâniodorsalement au récessus, forme un vaste compartiment, l'atrium du rumen ou sac crânial du rumen, communique librement avec le réseau par un vaste orifice rumino-réticulaire limité par un pilier ou repli rumino-réticulaire qui sépare le rumen du réticulum (Bisaillon et al., 2005 ; Metcalf, 2005).

Le revêtement interne est constitué par une muqueuse non glandulaire non sécrétrice porte de nombreuses papilles qui interviennent dans l'absorption des nutriments ayant lieu à ce niveau,

très hautes dans le sac ventral et les culs-de-sac caudaux, elles sont rares et très courtes sur les piliers et dans le sac dorsal (Kolb et al., 1975).

La face pariétale est en rapport uniquement avec les parois latérales gauche et ventrale de l'abdomen depuis le diaphragme jusqu'à l'entrée du bassin, sa face viscérale est couverte à sa partie crâniale par le feuillet et la caillette ainsi que tout à fait dorsalement, par le rein gauche.

A l'extrémité crâniale, le récessus du rumen s'applique contre la partie fundique de la caillette et la face ventro-caudale de l'atrium, qui le sépare presque entièrement du réseau, l'atrium largement appliqué contre ce dernier, et aussi en contact à droite avec le feuillet et une partie du foie, du pancréas et du côlon transverse (Barone, 1976).

Il convient de noter que seul le sac dorsal est directement en contact avec les organes voisins, le sac ventral, logé dans la bourse omentale, n'entretient ses rapports que par l'intermédiaire du grand omentum, qui l'enveloppe entièrement, mise à part la présence de la rate, qui s'applique contre sa partie dorso-crâniale (Bisaillon et al, 2005 ; Metcalf , 2005).

On retrouve dans le rumen les quatre constituants habituels de la paroi gastrique : séreuse, musculuse, sous-muqueuse et muqueuse (Sauret, 1988). La séreuse enveloppe toute la surface de l'organe, à l'exception des zones d'adhérence, autour desquelles elle se réfléchit sur le diaphragme d'une part, la rate d'autre part. L'adhérence à la musculuse est intime, sauf au niveau des sillons, où s'accumule entre les deux tuniques un conjonctif abondant, chargé de graisse, et où se logent les vaisseaux, les nerfs et les nœuds lymphatiques. La musculuse est épaisse, formée de fibres lisses auxquelles se mêlent, au voisinage du cardia, quelques fibres striées prolongeant celles de l'œsophage. Elle est composée de deux plans qui résultent en fait d'un remaniement des trois ordres de faisceaux qu'on trouve au sommet du fundus des autres espèces. Cette architecture est raccordée à celle du réseau, dont elle est solidaire.

La sous-muqueuse est formée d'un conjonctif lâche et assez peu abondant ; elle est mal délimitée de la propria mucosae. La muqueuse n'est pourvue que d'une muscularis mucosae très mince et discontinue, qui se prolonge néanmoins par quelques faisceaux dans l'axe des papilles. La propria mucosae est épaisse, résistante, absolument dépourvue de glandes. Elle présente quelques amas lympho-réticulaires et se densifie en profondeur. Elle délègue d'autre part des prolongements dans toutes les papilles, dont elle fournit le support. L'épithélium est stratifié, pavimenteux, avec une couche superficielle nettement kératinisée.

1.2. Le réseau

Le réseau ou réticulum est plus crânial chez le bœuf, le plus petit des compartiments gastriques. Il est placé dorsalement à l'appendice xiphoïde du sternum, dont il semble être un diverticule. Il communique d'autre part à droite avec le feuillet (Baron,1976).

Sur le plan de la physiologie digestive, la muqueuse n'est pas sécrétrice et présente une structure caractéristique en alvéoles (ou cellules) de forme polygonale. Ces dernières sont elles-mêmes divisées par des crêtes secondaires ou tertiaires, moins hautes. Au niveau de sa partie supérieure se trouve la gouttière œsophagienne qui chez le veau conduit le lait directement dans la caillette et, chez l'adulte ne se ferme que lorsqu'il ingère une grande quantité de liquide (Barone,1997).

1.3. Le feuillet

Le feuillet ou omasum est le dernier compartiment du proventricule des ruminants, il fait suite au réseau et précède la caillette. C'est un organe sphérique (bovin) ou ovoïde (ovin) à l'intérieur duquel se trouve de très nombreuses lames recouvertes d'un épithélium kératinisé qui possède également des papilles. Sa cavité est limitée à un canal qui communique en amont avec le réseau par un orifice réticulo-omasal, en aval avec la caillette par un orifice omaso-abomasique beaucoup plus large et dilatable (Sautet,1995).

1.4. La caillette

Dernier compartiment gastrique des ruminants, la caillette ou abomasum est le véritable estomac de ces animaux, car elle est seule pourvue d'une muqueuse peptique en tout point comparable à celle des autres mammifères. Plus volumineux que le rumen et le feuillet, ce compartiment est piliforme incurvé sur lui-même pour suivre la partie ventrale de la courbure du feuillet. Sa forme ressemble beaucoup à celle d'un estomac simple et on le reconnaît en deux faces, deux bords ou deux courbures, deux extrémités dont l'une porte le fundus et l'autre aboutit au pylore. La cavité de l'abomasum est partout tapissée par une muqueuse richement glandulaire qui, présente les mêmes subdivisions que dans autres mammifères. Molle, spongieuse, très vascularisée et douce au toucher, cette muqueuse est relativement mince (Baer, 1965).

2. Rappel physiologique

2.1. Le rumen

a. La fonction mécanique du rumen

✓ Contraction du sac dorsal du rumen

Les ondes du sac dorsal permettent la « remontée » des gaz et constituent les contractions d'éruclations.

✓ Contraction du sac ventral du rumen

Les contractions du sac ventral permettent la « remontée » des particules solides qui seront du nouveau mâché mais plus lentement et éclatées plus complément ; il s'agit de la phase de rumination, très importante pour l'utilisation ultérieure des végétaux ingérés.

Les contractions d'éruclation et de rumination sont activées par le nerf pneumogastrique. Elles sont initiées et maintenues par la baisse de la glycémie. L'hyperglycémie les stoppe, de même que l'augmentation des acides gras volatiles dans le sang ou météorisation.

Dans ce cas, il y' a donc un enchainement très néfaste de la production de gaz qui tendent à l'extrême la paroi du rumen, tension qui bloque elle-même l'éruclation et la rumination.

Dans les conditions normales, la salivation est très élevée pendant la phase de rumination. En effet pendant cette phase la seconde mastication des aliments est beaucoup plus lente qu'au cours de la phase initiale : 50 mouvements par minutes. Ainsi le bol alimentaire (petite masse d'aliment provenant du rumen à chaque régurgitation) s'imprègne beaucoup mieux, et ce d'autant plus qu'il comporte une bonne partie de fibres et de salive (Gourreau et al., 2008).

b. Fonction digestive du rumen

Le rumen assure l'essentiel de la prédigestion que subissent les aliments avant d'atteindre l'estomac proprement dit. Son action mécanique commande le développement régulier des phénomènes biochimiques complexes dont il est le siège. Joue un rôle majeur dans l'absorption des produits de métabolisme des micro-organismes du rumen. Les gaz libérés par le brassage se collectent à la partie supérieure du sac dorsal en un amas permanent dont le trop-plein est rejeté par des éruclations périodiques. Les acides gras volatils sont absorbés par la paroi, principalement par les papilles, qui ont en outre par leur riche vascularisation, un rôle dans le maintien d'une température optimale du contenu ruminal (Kolb et al., 1975).

La muqueuse du rumen complètement dépourvue de glandes. Elle est rêche et plissée sur les piliers ; ailleurs elle est en partie couverte de papilles aplaties dont la distribution est le reflet

de la stratification des ingesta et de la qualité des aliments. Les papilles sont les plus hautes (1 cm) et les plus nombreuses au contact des liquides et dans les régions où se développe une intense activité microbienne. En effet, le champ papillaire occupe l'atrium, le sac ventral et les deux culs-de-sac. Certaines papilles sont filiformes, les autres foliacées, légèrement aplaties et pédiculées. Avec l'âge, les papilles les plus hautes se flétrissent, vraisemblablement sous l'action des frottements répétés, et peuvent finir par se détacher. Les papilles sont kératinisées mais leur épithélium est fin et les cellules superficielles sont renflées "en ballons". L'axe conjonctif qui les soutient (propria-mucosité ou "chorion") contient un riche réseau de veinules parallèles sur les faces et de capillaires le long des crêtes, alimentés par une artériole centrale ou deux artérioles marginales. Les produits de la digestion microbienne qui, par diffusion, ont traversé la barrière épithéliale de la papille, atteignent finalement le foie en empruntant les veinules, les veines ruminales puis la veine porte hépatique. Les papilles ont surtout pour rôle d'absorber les acides gras volatils mais aussi, grâce à leur riche vascularisation, de maintenir constante la température ruminale en la remontant après l'ingestion d'une grande quantité d'eau froide (Kolb et al., 1975 ; Sautet, 1995).

2.2. Le réseau

Le réticulum a surtout un rôle mécanique, il agit comme un organe de séparation et de triage du bol alimentaire, sa contraction constitue le premier temps du cycle des mouvements de l'ensemble des réservoirs gastriques. Le cycle primaire (séquence A), débute par une contraction biphasique du réseau, la première phase dénommée contraction partielle, le volume du viscère peut se réduire aux 2/3, suivi par un rapide relâchement qui est toujours complet chez les bovins, alors qu'il est parfois incomplet, voire nul, chez les petits ruminants.

La seconde phase, appelée contraction totale relativement rapide et intense au point de la disparition complète de la lumière de l'organe ce qui chasse le contenu semi liquide du réseau vers la partie moyenne du rumen, car le sac dorsal antérieure du rumen se contracte en même temps que le réseau. Elle survient de façon suffisamment distante de la première phase pour permettre un relâchement complet entre les deux contractions. Suite à cette contraction réticulaire, le sac dorsal du rumen se contracte dans le sens antéro-postérieur de telle sorte que, lorsque la contraction atteint le pilier postérieur, une contraction du sac ventral associé dans 60% des cas environ à une contraction du sac dorsal. La fonction de cette séquence A est de mélanger le contenu ruminal et de transporter les fines particules de densité élevée dans le réseau, et contribue également à réduire suffisamment la taille des particules afin qu'elles

puissent quitter le réticulo-rumen. Le cycle secondaire (séquence B), début immédiatement à la suite de la séquence primaire par une contraction du sac dorsal amenant ainsi les gaz de fermentation en zone péricardiale, elle est éructative lorsque l'animal y associe un léger effort inspiratoire et une tension de la boule abdominale (Malbert, et al. 1995 ; Bisailon et al. 2005).

2.3. Le feuillet

Le feuillet limité par un double mécanisme le passage des digesta vers la caillette, l'un des mécanismes est de type sphinctérien : l'orifice réticulo-omasal, ce dernier reste fermé durant la première phase de la contraction réticulaire et s'ouvre durant la deuxième phase, le maximum d'ouverture étant au moment de la relaxation du réseau qui suit la contraction biphasique. A ce moment-là, le feuillet est relâché et la pression différentielle entre le réseau et le feuillet est positive, ce qui permet le passage de digesta. L'autre est une sorte de filtre "constitué par des lames, qui se contactent de façon alternative en assurant une friction inter lamellaire des particules alimentaires. Sur le plan mécanique le feuillet agit vis-à-vis des aliments comme un presseur qui exprime les parties fluides et retient la mare pendant un certain temps, et seule une fraction déjà très divisée des ingesta pénètre dans le feuillet lors de l'ouverture périodique de l'orifice réticulo-omasal (Ruckebusch et al., 1981, Malbert et al., 1995).

2.4. La caillette

Par la sécrétion gastrique et le fonctionnement de sa musculature, la caillette se comporte comme l'estomac simple des mammifères. Son rôle dans la digestion des protides est particulièrement évident chez le veau ; avant le sevrage le lait est conduit directement dans la caillette, ou il est rapidement coagulé et digéré. Chez l'adulte ce compartiment gastrique est encore le lieu principal de la digestion protidique, qu'il s'agisse des protéines directement apportées par l'alimentation et ayant échappé à la dégradation bactérienne (Baron, 1976).

3. L'écosystème du rumen-réseau

3.1. Les paramètres physico-chimiques de l'environnement ruminal

L'environnement ruminal possède, outre que son volume relatif, un ensemble de caractéristiques physico-chimiques qui vont lui permettre de se comporter comme un fermenteur adapté au développement et au maintien d'une populations microbienne anaérobie stable, capable d'assurer une digestion chimique puissante et efficace (Jean-Blain, 2002).

Cet environnement agit sur l'occurrence des espèces microbiennes mais aussi sur leur activité, leur taux de multiplication, leur physiologie et leur mode de vie (Michelland et al., 2012). Les micro-organismes vont trouver, des conditions de développement idéales et quasiment constantes :

- **L'anaérobiose**

Le milieu ruminal est caractérisé par des conditions d'anaérobiose vraie, les apports en oxygène sont faibles, des souches de bactéries aérobies facultatives le font disparaître, la majorité des gaz est éliminé par éructation, une partie est incorporée, dans les divers métabolismes bactériens (Jarrige et al., 1995).

- **Le pH**

Dans les conditions normales, le rumen sain et en fonctionnement est caractérisée par un pH légèrement acide. Le pH du milieu ruminal est la résultante des productions acides, des tampons salivaires et tampons propres de la ration. Les mesures du pH faites dans les conditions de terrain, conduisent souvent des gammes beaucoup plus larges allant des valeurs parfois inférieures à 5 (état d'acidose du rumen) à des valeurs supérieures à 7.5 (état d'alcalose du rumen). De telles déviations du pH qui sortent des zones dites de normalité, sont la conséquence de déviations fermentaires générées elles-mêmes par déséquilibres alimentaires. La régulation du pH du rumen est un point capital pour assurer la pérennité de son fonctionnement. Le pouvoir tampon est cependant une caractéristique de la phase liquide ruminale faisant intervenir les sels de l'AGV, les bicarbonates, les phosphates et l'ammoniac afin de stabiliser les équilibres acido-basiques (Rémond et al., 1995).

En effet les produits de la digestion microbienne sont des acides qui doivent être neutralisés en permanence pour maintenir le pH dans les limites convenables. Ce rôle est développé principalement à la salive, qui est sécrétée en quantité considérable chez les ruminants (10 à 20 litres/kg de matière sèche ingérée) et dont le pH est basique. Accessoirement lors de phénomènes d'adaptation à des régimes très acidogènes, on a montré que la paroi du rumen sécrète des bicarbonates qui peuvent pallier l'insuffisance des sécrétions salivaires le cas échéant. Le pH joue un rôle important dans la régulation de l'activité microbienne, mais une fermentation rapide peut baisser le pH à moins de cinq, ce qui est favorable à la croissance des micro-organismes qui produisent essentiellement le propionate et le lactate, la salivation

abondante et continue assure au contenu du rumen un pouvoir tampon, par l'apport d'une grande quantité d'ions bicarbonate et phosphate (Hungate, 1966 ; Jean-Blain, 2002).

- **La température**

La température ruminale est supérieure d'au moins un degré par rapport à la température centrale, c'est-à-dire comprise entre 39,5°C et 40°C. Elle peut atteindre 41°C lorsque les fermentations sont très intenses mais aussi chuter de plusieurs degrés après ingestion de grandes quantités d'eau froide : de 5 à 10°C pour une à deux heures (Brugère, 1983).

- **Le potentiel d'oxydo-réduction**

Le rumen constitue un écosystème fortement anaérobie, son potentiel d'oxydoréduction (Eh) est toujours nettement négatif dans les conditions de bon fonctionnement environ de - 350 à -500 matière végétale (Rémond et al., 1995). La zone proche de l'épithélium est très vascularisée. Il s'y fixe une population microbienne facultativement aérobie qui contribue à l'élimination des traces d'oxygène ce qui permet de maintenir l'écosystème en anaérobiose et maintenir un caractère très réducteur de ce milieu par leurs activités fermentaires (Baldwin et Emery, 1960). Les valeurs négatives du Eh enregistrées dans le rumen traduisent le caractère hautement réducteur de ce milieu appauvri en oxygène (Hillman et al., 1985).

- **La pression osmotique**

La pression osmotique est identique à celle du sang dans les conditions normales d'alimentation (Hungate, 1966). Après absorption d'eau, la pression osmotique diminue, mais étant donné la perméabilité de la paroi du rumen, elle atteint l'équilibre au bout de dix heures. La pression osmotique de la salive est plus faible que celle du sang. Son arrivée continue dans le rumen affecte peu la pression du milieu.

- **L'humidité**

L'humidité est en moyenne élevée (de l'ordre de 85 à 90%). Les apports hydriques sont assurés par l'eau ingérée et par une intense salivation. L'eau du rumen représente une masse liquidienne plus importante en quantité que l'eau plasmatique et elle peut être utilisée, le cas échéant, comme réserve pour l'organisme. L'imbibition et la désagrégation progressive des particules alimentaires s'effectuent à la faveur des contractions régulières de la paroi ruminale et des cycles méryciques, cependant cette humidité n'est pas homogène dans l'ensemble du

rumen. La partie supérieure contient les éléments les plus grossiers, la partie inférieure les particules de petite taille baignant dans un milieu très liquide (Brugère, 1983).

3.2. Le microbiote du rumen-réseau

L'écosystème ruminal contient une population qui est composée par un microbiote complexe (faune et flore), dense et un environnement (paramètres physico-chimiques et paramètres fermentaires) qui sont liés entre eux. La microflore ruminale est un intermédiaire obligatoire dans la digestion des ruminants, elle conditionne l'indigestion, digestibilité et le rendement de la ration. Les bactéries, protozoaires et champignons sont les principaux groupes qui colonisent les pré-estomacs des ruminants (Tableau n°1). Le rumen d'un adulte contient environ 200 espèces de bactéries (10^{10} à 10^{11} bactéries par mL), 10^{10} et 10^6 par mL cellules de protozoaires et entre 10^3 et 10^5 zoospores par mL de champignons. On trouve également entre 10^7 et 10^9 particules par mL de virus bactériophages. Les capacités des protozoaires et des bactéries sont similaires donc l'un ou l'autre type d'organisme peut accomplir la plupart des fonctions de fermentation du rumen. Les protozoaires ingèrent un grand nombre des bactéries et maintiennent le nombre des bactéries du rumen contrôlé (Mackie et al., 2000 ; James et al., 2007 ; Mickael, 2012).

Tableau n°1 : Les différents groupes microbiens présents dans le rumen
(Nagaraja,2016)

Groupes microbiens	Genre	Quantité par mL ou g du contenu ruminal	Le pourcentage de la masse totale des microbiotes
Bactéries	Eubacteria	$10^9 - 10^{11}$	40 - 90
Méthanogènes	Archées	$10^5 - 10^8$	2 - 4
Protozoaires			
* Flagellés	Eucaryotes	$10^2 - 10^3$	0 - 60
* Ciliés		$10^4 - 10^6$	
Champignons	Eucaryotes	$10^{11} - 10^{12}$	10

3.2.1. Les bactéries

Les bactéries représentent le plus grand nombre des micro-organismes colonisant le rumen. Leur nombre varie entre 10^{10} et 10^{11} bactéries / g de contenu ruminal. La majorité des bactéries du rumen sont strictement anaérobies et plus de 200 espèces bactériennes ont été isolées du rumen mais seulement une trentaine d'entre elles peuvent être considérées comme

des bactéries authentiques du rumen alors que les autres sont apportées par les aliments et sont présentes d'une manière transitoire (Russell, 1986 ; Stewart et al., 1997).

Dans le rumen, les bactéries occupent trois biotopes distincts ; La phase solide du contenu ruminal contient environ 75% de la biomasse bactérienne totale, 25% se trouve dans la phase liquide et environ 1% se trouve au niveau de la paroi ruminale. Alors que d'autres espèces environ 1 à 10% de la flore totale vivent liées à la surface des protozoaires. Les bactéries peuvent être classées phénotypiquement selon des critères morphologiques (forme et groupement des bactéries, présence ou absence de flagelle, nature de la paroi, type de mobilité, etc) ou selon des critères physiologiques (voies métaboliques, types de substrats utilisés, etc). Cette dernière classification aboutit aux groupes suivants :

- Bactéries cellulolytiques : c'est le groupe des bactéries le plus important. Les principaux germes cellulolytiques isolés dans le rumen sont: *Rumenococcus albus*, *Rumenococcus flavefaciens*, *Bactérioides succinogènes*, *Fibrobacter succinogènes*. Ces souches ruminales sont capables d'hydrolyser complètement la cellulose cristalline telle que le coton.
- Bactéries hémicellulolytiques, les principales bactéries hémicellulolytiques sont *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Prevotella ruminicola*, ainsi que les *Rumenococci*.
- Bactéries pectinolytiques ; la digestion de la pectine est assurée par un certain nombre de bactéries, parmi lesquelles ; *Lachnospira multiparus*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Prevotella ruminicola*.
- Bactéries amylolytiques, les espèces représentatives de ce groupe sont: *Selenomonas ruminantium* et *Streptococcus bovis*, La plupart des bactéries hydrolysant l'amidon sont incapables d'utiliser la cellulose. *Streptococcus bovis* produit de l'acétate et de l'éthanol, quand sa croissance est normale. *Bactérioides amylophilus* ne fermente que l'amidon, les dextrines et le maltose.
- Bactéries protéolytiques, près de la moitié des souches bactériennes du rumen possèdent une activité protéolytique. Cette activité concerne la majeure partie des protéines solubles ainsi qu'une part non négligeable des protéines insolubles. Les espèces bactériennes ayant une activité protéolytique intense sont *P.amylophilus*, *P. ruminicola*, *B. fibrisolvens* et *S. ruminantium*. Cependant certaines d'entre elles sont plus spécialisées telle que *Anaerovibrio lipolytica* qui n'hydrolyse que les lipides et ne fermente que le glycérol ou bien les *Veillonella* qui utilisent principalement le

lactate et *Vibrio succinogenes* ne tire son énergie que de la réduction du fumarate en succinate.

Les fonctions de plusieurs espèces bactériennes se recouvrent largement, ce qui contribue à la stabilité de l'écosystème ruminal. Ainsi, la disparition d'une espèce ne provoquera pas d'effet négatif important au niveau de l'ensemble des fermentations et l'animal n'en souffrira pas (Forsberg et Lam, 1977 ; Hespell, 1981 ; Ogimoto et Imai, 1981 ; Thivend et al., 1985 ; Jouany, 1994 ; Fonty et al., 1995 ; Hungate, 1966 ; Jarrige, 1995 ; Dehority, 2003 ; Sadet, 2008).

3.2.2. Les protozoaires

Les protozoaires sont les premiers micro-organismes du rumen découverts il y a plus de 160 ans par Gruby et Delafond en 1843 (Nagaraja,2016). Anaérobies stricts, ils sont de taille variable d'environ 20 à 150 µm et sont 20 à 100 fois plus grands que les bactéries mais 10⁴ fois moins nombreux. Ils peuvent représenter jusqu'à 40 % de la biomasse microbienne.

Le développement des protozoaires chez les ruminants dépend du contact avec d'autres animaux par la salive, l'air et la nourriture. La nourriture influence la quantité et la composition en protozoaires. Des ingestions fréquentes favorisent le développement des protozoaires, cependant ils sont très sensibles à la non nutrition et peuvent disparaître en 2 à 3 jours de diète. Les protozoaires ne peuvent pas être cultivés sur des milieux entièrement synthétiques pendant de longues périodes. Ils sont plus exigeants que les bactéries en besoins nutritionnels et sont plus sensibles aux conditions physico-chimiques du milieu. Les protozoaires du rumen sont des organismes vivants eucaryotes unicellulaires microscopiques, souvent mobiles grâce à la présence d'organites externes locomoteurs, les cils ou les flagelles. On distingue alors parmi les protozoaires les flagellés et les ciliés (Jouany,1994 ; Fonty et al.,1995 ; Williams et al., 1997).

- **Les flagellés**

Ils n'ont fait l'objet que d'un nombre très limité d'études et leur rôle dans l'écosystème n'est pas connu. Cinq espèces seulement ont été décrites : *Monocercomonas ruminantium*, *Monocercomonoides caprae*, *Chilomastix caprae*, *Tetratrichomonas buttrei* et *Pentatrichomonas hominis*. Trois genres : *Callimastix*, *Sphaeromonas* et *Piromonas* initialement identifiés comme des protozoaires flagellés, sont en réalité des zoospores de champignons phycomycètes. Les flagellés sont particulièrement abondants dans le rumen du

jeune ruminant pendant la période précédant l'apparition des ciliés. Chez l'adulte, du fait de leur faible nombre ($< 10^5$ /mL) et de leur taille réduite (4 à 5 μm), leur rôle dans le rumen est insignifiant par rapport à celui des ciliés et des bactéries (Eadie, 1962 ; Orpin, 1977 ; Williams et al., 1997).

- **Les ciliés**

Les ciliés sont en plus grand nombre que les flagellés dans le rumen évalués entre 10^3 à 10^6 protozoaires / g de contenu ruminal par dénombrement sur cellule de comptage. Cela représente jusqu'à 1 kg de MS dans le rumen d'un bovin adulte. Cependant, dans certaines conditions d'alimentation, ils représentent au moins 50 % de la biomasse microbienne du rumen. Les ciliés sont généralement libres mais certains peuvent se fixer aux particules alimentaires. Leur taille qui varie de 20 à 150 μm selon les espèces, permet une observation directe des cellules à l'aide de microscope, voire une loupe binoculaire, ayant un grossissement inférieur à 100. On distingue les petits infusoires, les moyens, et les grands, qu'on peut voir déjà à l'œil nu et apprécier la densité et les mouvements dans le jus de rumen fraîchement prélevé. Dans les troubles de la digestion, les infusoires de grande taille disparaissent les premiers, puis les moyens et enfin les petits.

Basé sur les caractéristiques morphologiques (Figure n°1) ; la ciliature, localisation du macronoyau ou micronucleus, les plaques squelettiques et vacuoles contractiles, les protozoaires ciliés sont regroupés sous différents genres et espèces. Les protozoaires ciliés appartiennent principalement à deux groupes, dans la sous-classe des *Trichostomatia*. Les Holotriches qui appartiennent à l'ordre *Vestibuliferida*, et les *Entodiniomorphes* à l'ordre *Entodiniomorphida*, sous-ordre *Entodiniomorphina* et famille *Ophryoscolecidae*. Le groupe des Holotriches est majoritairement représenté dans le rumen par la famille *Isotrichidae* avec deux genres prépondérants : *Isotricha* et *Dasytricha*. Parmi les *Entodiniomorphes*, ce sont les genres : *Entodinium*, *Diplodinium*, *Eudiplodinium*, *Ostracodinium*, *Metadinium*, *Enoploplastron*, *Polyplastron*, *Epidinium* et *Ophryoscolex* qui sont les plus fréquents. Les Entodiniomorphes ont de fortes capacités à ingérer des particules solides en suspension (grains d'amidon, chloroplastes, fibres cellulose) à l'aide de leurs cils, et sont particulièrement efficaces pour digérer la cellulose. Les Holotriches sont plutôt spécialisés dans l'absorption de composés solubles tels que les sucres solubles. Après la dégradation rapide de l'amidon et les sucres solubles, une partie des produits de cette dégradation est stockée sous forme de glucides de structure intermédiaire entre le glycogène et l'amylopectine

(Rosenberger, 1979 ; Jouany, 1994 ; Fonty et al., 1995 ; Williams et al., 1997 ; Mickael, 2012 ; Nagaraja, 2016).

Les ciliés ont plusieurs fonctions parmi lesquelles :

- ✓ Dégradation de la cellulose, des hémicelluloses et des pectines : il semblerait, que les ciliés attaquent en première les particules végétales les plus complexes et faciliterait le travail ultérieur de bactéries.
- ✓ L'activité protéolytique : ils utilisent une partie en parties des acides aminés alimentaires pour couvrir une partie de leur besoin en azote.
- ✓ Activité de macrophage : leur permet de couvrir la plus grande partie de leur besoin en azote par ingestion des bactéries et de limiter par la même occasion une prolifération démesurée des bactéries (rôle d'équilibre écologique intraruminal).
- ✓ Source des acides aminés : les infusoires constituent une source des acides aminés essentiels pour l'organisme après leur mort.
- ✓ Il semblerait qu'ils ont aussi pour rôle la stimulation de la paroi du rumen.

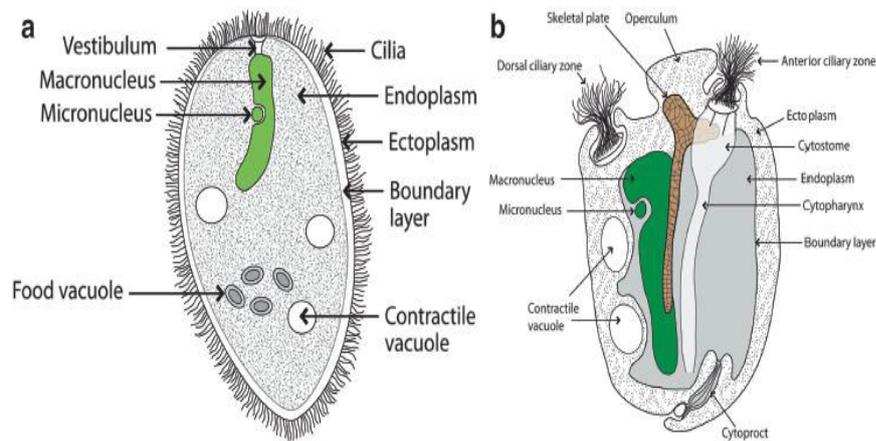


Figure n° 1: Représentation schématique d'un protozoaire Holotriche (a) et Entodiniomorphe (b) (Nagaraja, 2016)

✓ Effets des protozoaires dans le rumen

La présence des protozoaires dans le rumen affecte également de façon notable la composition de la flore bactérienne du rumen. Certaines études ont démontré que l'élimination totale des protozoaires ruminal entraîne une augmentation de la population bactérienne, et une diminution de la population méthanogène du rumen. Suite à la réintroduction des protozoaires, le nombre de bactéries totales ne décline pas, et une légère augmentation, transitoire, du nombre de bactéries amylolytiques et xylanolytiques était observée peu de temps après le début de la ré-faunation. Lorsque le nombre de protozoaires devenait important, ces deux dernières populations bactériennes déclinaient. Presque exclusivement des ciliés qui prospèrent dans le rumen-réseau, de l'ordre de 5 millions/ml de contenu ruminal, quand la ration est riche en glucides solubles (herbes jeune, betterave) ou aliments concentrés, à condition que le pH ne soit pas trop bas. Ils sont, en effet, très sensibles aux conditions régnantes dans le rumen-réseau. Les protozoaires ne sont pas indispensables à la digestion, mais leur présence est plutôt favorable à la digestion des fourrages et à la santé de l'animal (Takenaka et al., 1995 ; Jarrige, 1995).

3.2.3. Les champignons

Ils se fixent sur le support rigide plus particulièrement sur les sclérenchymes, ils sont capables de dégrader la cellulose et l'hémicellulose malgré la présence de lignine. Les champignons du rumen sont des anaérobies stricts, tous les champignons connus jusqu'alors étant aérobies. Les champignons du rumen sont souvent attachés aux fibres composant la phase solide et représentent environ 5 à 10% de la biomasse microbienne totale du rumen (Orpin, 2008). Trois genres ont été identifiés : *Neocallimastix*, *Piromyces* et *Caecomyces*. *Neocallimastix* est pluri-flagellé, alors que les deux autres sont uni-flagellés. Les champignons produisent de grandes quantités d'enzymes impliquées dans la digestion des glucides de la paroi végétale pour former de la cellobiose qui est ensuite fermentée. Ils peuvent aussi solubiliser les formes les plus résistantes de cellulose cristalline, telles que les fibres de coton, mais ils ne peuvent pas utiliser les pectines. Les champignons du rumen peuvent fermenter la plupart des mono- et disaccharides mais ils ne peuvent pas utiliser le mannose, le sorbitol et le fructose comme source de carbone. Les principaux produits terminaux de la fermentation sont le lactate, le formate, l'acétate, l'hydrogène, le dioxyde de carbone et l'éthanol (Bauchop et Mountfort, 1981 ; Hillaire et al., 1990 ; Jouany, 1994 ; Jarrige, 1995 ; Orpin, 1997 ; Jean-Blain, 2002)

II. Rappels sur le particularisme digestif dans le rumen-réseau

1. La préhension des aliments

Chez les ruminants, les organes de la préhension sont les lèvres, la langue, les incisives inférieures et le bourrelet incisif. Chez les bovins, la préhension et la constitution de la bouchée est assurée grâce au mouvement d'une langue développée, qu'il étire fortement pour rabattre l'herbe (raflent), mais pratiquement pas ses lèvres, épaisses et relativement rigides au cours d'un déplacement de la tête sur un plan horizontal et un mouvement ascendant. L'arrachement de la bouchée pincée entre les incisives de la mandibule et le bourrelet maxillaire est effectué à l'aide d'un mouvement de la tête plus ou moins circulaire par l'animal pour être happée, puis ingurgitée sans subir de mastication. Contrairement aux petits ruminants, les bovins sont moins sélectifs ce qui favorise souvent l'ingestion de corps étrangers (Sauvant et al.,1995 ; Vignau-Loustau et Huyghe, 2008).

2. La digestion

La digestion peut se diviser en deux actions ; le processus mécanique et le processus biochimique. La digestion mécanique comprend la mastication ainsi que les différentes contractions de la musculature du tractus gastro-intestinal. La digestion biochimique est le résultat des différents enzymes synthétisés par les microorganismes qui peuplent le rumen-réseau. Dans cette partie nous étudierons la motricité gastrique proprement dite avec ses phénomènes moteurs.

3. Mouvement du rumen-réseau

Chez les ruminants, les aliments déglutis tombent exclusivement dans la panse-réseau et y sont mélangés avec l'ingesta déjà présent. Ceux-ci remplissent totalement la cavité sauf une poche du gaz en région dorsale et leur niveau est un peu au-dessus de l'orifice œsophagien. Une coupe de cette masse montre une certaine sédimentation des particules alimentaires. Les éléments contenant de l'air, les particules légères et celles qui sont le moins transformées sont au-dessus et forment une masse épaisse qui flotte sur la partie plus liquide inférieure où plongent plus ou moins profondément les particules denses finement digérés. Les mouvements de la panse et du réseau sont amorcés par une contraction saccadée, bi phasique, du réseau. Au cours de la contraction du réseau et de la panse se produit les variations de pression importantes dans chacune des cavités (Kolb et al.,1975). La masse alimentaire est mélangée et puis, selon son degré de broyage ; elle est régurgitée par le processus de la

rumination, ou transportée vers le feuillet et les gaz sont éructés. La motricité du rumen est commandée avant tout par le nerf pneumogastrique et les fibres sympathiques provenant des ganglions cœliaques (Rosenberger, 1979).

4. Variation des nombres des contractions

Le nombre des contractions du rumen dépend de divers facteurs parmi lesquels il faut citer (Kolbet al.,1975) :

- La préhension des aliments et la rumination : la préhension des aliments entraîne une accélération des contractions de la panse.
- L'état de réplétion et la pression interne de la panse : l'augmentation du contenu de la panse ou l'accumulation de gaz provoque une augmentation de la fréquence des mouvements du réservoir.
- Le niveau de la glycémie : les mouvements de la panse sont étroitement en rapport avec la glycémie. Les variations de cette dernière retentissent sur la fréquence des contractions du rumen.
- Le pH du contenu de la panse : une chute où une augmentation du pH du contenu de la panse dépassant les limites de variations physiologiques est suivie d'une réduction de la fréquence des mouvements ruminants.

5. La rumination

Chez les bovins comme chez tous les autres ruminants, la rumination a une importance fondamentale pour le déroulement normal de la digestion dans le rumen. En effet, le processus de rumination ne sert pas uniquement au broyage complémentaire des aliments constitués de grosses fibres, mais aussi leur imbibition par une salive riche en carbonate et en phosphates capable d'alcaliniser le contenu du rumen-réseau. Ce pouvoir tampon du pH dans résulte d'une sécrétion salivaire dont l'importance est en corrélation positive avec la quantité des aliments grossiers et l'intensité de la mastication mérycique. Les ruminants présentent deux types de mastication (Rosenberger, 1979) :

- La première mastication ingestive : rapide, les aliments sont broyés de manière sommaire et envoyés en gros bols vers l'œsophage et s'entassent dans la panse avec l'eau de boisson et la salive, le brassage régulier du rumen aboutit à leur ramollissement.

- La deuxième mastication mérycique ou « rumination » : c'est l'acte par lequel les aliments non complètement broyés sont ramenés du rumen dans la cavité buccale pour subir une seconde mastication très intense pour être plus finement hachés et une abondante insalivation avant de retourner dans la panse pour y être fermentés.

C'est donc la mastication mérycique qui joue le rôle principal dans le broyage des particules alimentaires. C'est elle qui permet la vidange du rumen, préalable à son remplissage (Jarrige, 1995).

La durée totale d'un cycle de rumination est de l'ordre d'une minute (Drogoulet al., 2004). Les phénomènes moteurs des pré-estomacs, et notamment les mouvements de la panse et du réseau ainsi que la rumination et l'éructation, sont soumis pour la plupart à une régulation par le système nerveux autonome. Le processus contractile est déclenché par la stimulation de la paroi du rumen-réseau par les aliments grossiers et la tension des gaz accumulés. Ainsi, on peut observer de 4 à 24 ruminations par jour, qui durent chacune de 10 à 60 minutes. En revanche, lorsque la nourriture est finement broyée, la rumination ne se produit pas ou alors, les animaux ruminent irrégulièrement à vide (Rosenberger, 1979).

6. L'éructation

L'éructation est un processus physiologique dans lequel les gaz produits dans le rumen et le réticulum sont éliminés par la bouche, en passant par l'œsophage et pharynx. L'éructation est un mécanisme par lequel l'accumulation et l'étirement du gaz du sac dorsal du rumen déclenchent une chaîne d'événement réflexif qui aboutit à son expulsion. Le stimulus déclenchant l'éructation est la pression du gaz intra-ruminal. Dans la région de cardia, il y a des récepteurs concentrés dans une zone relativement petite dont la stimulation et l'intensité de stimulation déterminent l'éructation (Claudia, 2016).

La quantité de gaz éructée résultant des fermentations dans le rumen-réseau peut atteindre en moyenne 600 litres par jour. Ce gaz contient environ 66 % de gaz carbonique, 26 % de méthane, 6 % d'azote, 0.1 % d'hydrogène sulfuré et moins de 1% d'oxygène. La fréquence de l'éructation varie selon l'aliment et la quantité de gaz produite. Avec une alimentation à base de foin, un bovin éructe environ 15 à 20 fois par heure ; alors qu'avec une alimentation en fourrage vert (herbe jeune, légumineuses) le nombre peut atteindre beaucoup plus de 60 à 90 éructations par heure. L'éructation est plus rare ou absente lors de sténose ou d'obstruction de l'œsophage ou de troubles primaires ou secondaires de la motricité du rumen (réticulo-

péritonite traumatique aiguë, sténose fonctionnelle des orifices stomacaux, tétanos, irritation du péritoine etc... (Rosenberger, 1979).

L'éructation ne se produit que lorsque la région du cardia est dégagée des ingestas et que les gaz libres se trouvent en phase avec l'orifice du cardia. Au départ, deux contractions réticulaires se produisent pour permettre à la région de cardia de se débarrasser du contenu ruminal. Ensuite, il y a une contraction du pilier rumino-réticulaire et du pilier crânial principal qui empêchent le retour du contenu ruminal au cardia (Claudia, 2016).

Chapitre III

**Indigestions
et
syndrome des corps étrangers
chez les ruminants**

Rappels sur les indigestions dans le rumen-réseau

L'indigestion chez les ruminants est un terme générique qui désigne tous les dysfonctionnements du rumen-réseau (ou réticulo-rumen). Ces dysfonctionnements se caractérisent par des signes cliniques frustes comme une diminution de l'appétit, l'émission de bouses de consistance anormale avec une fréquence anormale. Les troubles digestifs peuvent être simplement occasionnés par un dégagement considérable de gaz ou bien par une trop grande accumulation de matières alimentaires dans ce réservoir. Dans le premier cas c'est l'indigestion simple, dans le second l'indigestion avec surcharge.

Les indigestions primaires ou primitives regroupent les affections motrices du réticulo-rumen (réticulo-péritonite traumatique, météorisation gazeuse ou spumeuse, indigestion vagale ou syndrome d'Hoflund, l'obstruction du cardia) et les troubles provoqués par des troubles de la fermentation (comme l'indigestion simple sans changement de pH, l'acidose aiguë, subaiguë ou chronique, l'alcalose du rumen, la putréfaction du rumen). Très souvent, les affections motrices et les troubles de la fermentation sont liés car les troubles de la fermentation entraînent des troubles moteurs de la paroi du réticulo-rumen. Cependant, il existe d'autre forme de classification qui se basent soit sur l'ordre anatomo-topographique soit sur les fonctions physiologiques permanentes ou périodiques (Figure2) (Tlidjane, 1986).

Les indigestions secondaires sont consécutives à des maladies générales (affections fébriles notamment la fièvre du lait) ou à des affections touchant d'autres organes (reflux de la caillette, hernie diaphragmatique) (Espinasse et al., 1995 ; Gourreau et al., 2008 ; Maillard, 2008).

Dans le présent travail on a préféré relater uniquement l'indigestion qui se rapproche le plus sur les plans étio-pathologique de notre étude. En effet l'indigestion par surcharge alimentaire aiguë du rumen ou (*dilatatio ruminis a cuta ab ingestis paresis ruminis ab ingestis impaction*) est très proches du syndrome des corps étrangers non vulnérants (*impaction du rumen due aux objets non-biodégradables*).

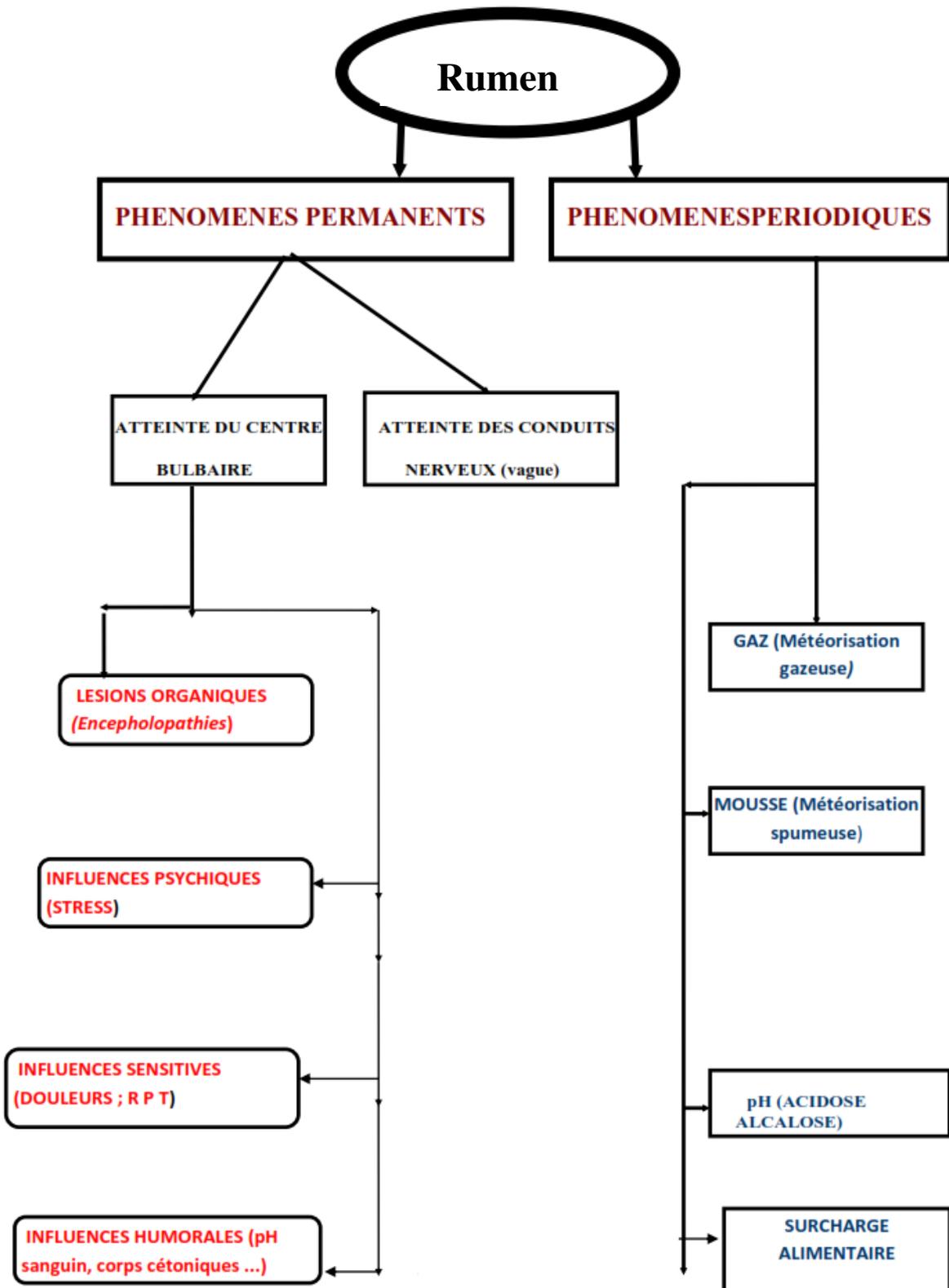


Figure 2 : Classification des indigestions (Tlidjane, 2016)

I. Surcharge en céréales (obstruction du rumen par surcharge aigue du rumen ou impaction du rumen)

C'est une indigestion consécutive à l'ingestion de grandes quantités d'aliments (surtout des aliments grossiers) même de qualité irréprochable ou d'aliments mal conservés ou encore l'ingestion de matières non consommables.

1. Etiologie

La surcharge alimentaire ou l'impaction du rumen est une affection souvent aiguë des ruminants qui peut se produire lorsque les bovins reçoivent des quantités trop importantes de fourrage riche en fibres (aliments grossiers) ou de mauvaise qualité, l'indigestion est à dominante accidentelle ou fait suite à des erreurs de gestion de la ration alimentaire :

- accidents fréquents chez des animaux qu'on libère sans contrôle et qui ingèrent de grandes
- quantités de concentrés ou de fourrages ligneux de digestion difficile
- amélioration brusque de nourriture par ailleurs donnée en grande quantité
- pâturages trop riches en céréales contenant beaucoup d'épis
- ingestion d'aliments indigestes ou mal préparés (grande quantité de foin mal haché, des balles de céréales, de fourrage de légumineuses tardivement haché, de betteraves ou pomme de terre grêlée...)
- omission d'embrèvement
- fatigue après le repas entraînant un retard dans la rumination et favorisant l'indigestion.
- pâturage affectés par la sécheresse constitué les substituts de fourrage, les pailles ou de plantes sèches riches en épines (Eddy et Pinsent, 2004; Philip et al.,2011 ; Carole, 2016).

Comme on trouve aussi chez certains animaux des phytobézoards (des boules de fibres végétales, dont certains arrivent à constituer un véritable moulage interne de l'organe) (Costard et al, 1994). Chez les jeunes ruminants, ce trouble est dû aux trichobezoards (des boules de poils feutrés, modelés par les contractions gastriques, et retrouvées dans le réticulo-rumen et la caillette).

2. Pathogénie

Dans les cas bénins de surcharge ; les contractions sporadiques peuvent faire le brassage et l'évacuation des aliments. L'animal peut guérir dans ces cas-là spontanément.

Dans les cas graves ; le contenu est beaucoup trop volumineux et tassé pour que la musculature du rumen puisse le brasser suffisamment et l'acheminer. Les contractions sporadiques et énergiques sont douloureuses et provoquent la distension excessive de la paroi du rumen. La pression du volume et des gaz accentue encore la fatigue de la musculature et provoque l'élongation excessive des fibres musculaires, et finalement les contractions cessent et aboutissent à la parésie de la paroi du rumen (PARESIS RUMINIS AB INGESTIS). Les éléments durs de l'aliment provoquent par voie réflexe le ralentissement des autres compartiments des pré-estomacs. Par suite de la stagnation, les processus de la décomposition dépassent les limites physiologiques avec formation de grandes quantités d'acide lactique avec baisse du pH (acidose lactique). Cette indigestion provoque dans les 2 à 6 heures un changement de la population microbienne dans le rumen. Le nombre de bactérie Gram-positives (telle que *Streptococcus bovis*) augmente considérablement, ce qui entraîne la production de grandes quantités d'acide lactique. Le pH du rumen tombe à ≤ 5 ce qui détruit les protozoaires, les microorganismes cellulolytiques et les microorganismes utilisant le lactate, et une altération à la motilité du rumen. Le pH acide permet aux lactobacilles d'utiliser de grandes quantités d'amidon et de produire des quantités excessives d'acide lactique. L'addition l'acide lactique et de ses sels, le lactate, aux solutés existant dans le liquide ruminal provoque une augmentation considérable de la pression osmotique, ce qui entraîne le déplacement de quantités excessives de liquide dans le rumen et provoque une déshydratation.

Les déchets formés provoquent une inflammation de la caillette et des intestins. Si ces déchets sont résorbés, ils provoquent des troubles généraux. Le rumen trop distendu et volumineux gêne les mouvements respiratoires et la circulation sanguine (Timothy, 1998).

3. Symptômes

Les symptômes varient selon la nature de l'aliment, ils sont plus rapides quand il s'agit de grains moulus que de grains entiers. La gravité est en fonction de la quantité ingérée (Belknap et Christine, 2000).

Quelques heures après l'ingestion massive la seule anomalie décelable peut être un rumen augmenté de volume et éventuellement une certaine douleur abdominale (l'animal frappe

l'abdomen). Dans la forme modérée, la motricité du rumen est réduite mais présente, les bovins sont anorexiques mais vifs et alertés. Les animaux recommencent habituellement à manger 3 à 4 jours plus tard sans aucun traitement (Duncanson, 2013).

Dans les 24 - 48 heures après la survenue d'une surcharge sévère, certains animaux resteront couchés, l'abattement est intense, la tête est basse et le sujet refuse de se mouvoir. La température corporelle est habituellement inférieure à la normale, 36.5 - 38.5°C. La respiration a tendance à être superficielle et rapide jusqu'à 60 - 90 mouvements /min.

La mort peut survenir en 24 – 72 heures et le développement rapide des symptômes aigus, particulièrement le décubitus indique le besoin urgent d'un traitement radical (Philip et al., 2011).

4. Lésions

L'épithélium corné peut être détrempe et s'en aller facilement en laissant à nu une surface sombre et hémorragique. Ces lésions peuvent se présenter sous formes des taches disséminées, mais plus généralement ces lésions sont réservées à la moitié inférieure de la panse. On peut aussi observer les zones de nécrose de l'épithélium du rumen et des zones sereuses hémorragiques.

Dans les cas qui durent plus de 3 ou 4 jours, la paroi du réseau et du rumen peut être gangrenée. Cette lésion est, là encore en forme de tâches mais elle peut être largement répandue ; dans les zones touchées la paroi peut avoir 3 à 4 fois son épaisseur, la surface muqueuse de couleur sombre étant surélevée par rapport au tissu voisin normal, à travers la sereuse on voit des taches noires correspondantes (Blood et al.,1976).

5. Diagnostic

Le diagnostic est habituellement évident si les commémoratifs sont disponibles. Il peut être confirmé par les symptômes.

A l'autopsie, le contenu du rumen contient de grandes quantités de grain et sont souvent gris laiteux, comme de la bouillie et ont une odeur rance. L'épithélium du rumen se détache facilement (Dana, 1967 ; Philip et al.,2011).

6. Diagnostic différentiel

- La fièvre du lait est réservée aux vaches qui ont vêlé récemment et aux brebis en fin de gestation ou au début de lactation.

- D'autres formes d'hypocalcémie peuvent apparaître à d'autres moments, comme dans la fièvre du lait les fèces sont dures et sèches, il n'y a pas de signes de collapsus circulatoire périphérique et le rythme est peu modifié et la réponse à l'injection de calcium est habituellement spectaculaire.
- L'insuffisance hépatique aigue peut s'accompagner des cécités et de chancellement dans la marche mais ordinairement il y a de l'ictère et le cœur demeure normal.
- Dans l'intoxication par l'arsenic, l'entérite est plus intense, bien que parfois la diarrhée n'ait pas le temps d'apparaître avant la mort.
- Une mammite coliforme suraigüe et une péritonite diffuse aigue peuvent également rassembler à une surcharge, mais habituellement un examen attentif peut révéler la cause de la toxémie.
- Il pourrait encore y avoir confusion avec des affections primitives du système nerveux, mais la faible température corporelle, l'accélération du cœur et la stase ruminale complète, qui sont typiques de la surcharge aigue de la panse ne se trouvent dans aucune des maladies nerveuses (Dana, 1967 ; Blood et al.,1976).

7. Traitement

Lorsque la surcharge est importante, l'abattage doit être envisagé chez les animaux de viande en fin de période d'engraissement (Dana, 1967).

Diète pendant 1 à 2 jours et faire boire l'animal à intervalle régulier (s'il refuse de boire, il faut l'abreuver par sonde).

Si le contenu est très tassé, il faut faire l'abreuvement par de l'eau tiède avant le massage.

Faire un massage pour rétablir la contraction du rumen pendant 20 à 25 mn, 3 à 5 fois / j et le faire promener l'animal. Le massage du rumen se fait à l'aide du poing, on enfonce lentement la paroi abdominale tous les 20 cm environ. Sur le flanc gauche, on masse la paroi dans toute sa hauteur en commençant dans la fosse lombaire. Sur le flanc droit en se limitant au tiers inférieur de l'abdomen (il est préférable que le massage se fasse des deux côtés en même temps). Pour les vaches en gestation, le massage se fait uniquement à gauche.

Dans les cas graves, le massage est répété toutes les 2 à 3 h.

- On peut encore faciliter le brassage par le procédé suivant :

On place une barre de bois sous le ventre, on la soulève lentement, en partant de la partie pubienne jusqu'au sternum, tous les 10 cm, puis on laisse retomber très lentement. Ce procédé couplé au massage peut activer les contractions du rumen.

- On peut aussi utiliser les excitants de la musculature à des doses petites et répétées :

Hydrochlorate de pilocarpine: 0.1 à 0.4 ml en injection sous cutané ou d'autres parasymphomimétiques comme la néostygmine.

- On peut encore donner des hypertoniques : Les chlorures de Na, 250 à 300 ml à 10% en IV
- On peut recourir à l'usage d'une grande sonde (6 cm de φ) par laquelle on introduit 1 à 2 sceaux d'eau tiède puis on masse bien le rumen ; on abaisse ensuite l'extrémité de la sonde vers le sol de sorte que l'eau puisse s'écouler par la sonde entraînant avec lui beaucoup d'aliments délayés. On répète l'opération plusieurs fois pour éliminer une grande quantité du contenu en surcharge.

L'animal malade sera peu alimenté pendant les quelques jours qui suivent le début de l'amélioration, le passage à une ration normale doit être progressif.

En cas d'échec de tous ces procédés de traitement, il ne faut pas tarder à pratiquer une ruminotomie pour faire la vidange du rumen (Bouisset, 1998 ; Timothy, 1998 ; Tlidjane, 2016).

II - L'impact des plastiques (objets non-biodégradables) sur la santé animale

Les animaux de tout genre se trouvent exposés au péril plastique avec l'importance croissante de la quantité de plastique dans l'environnement (Gertrude, 1997).

Il y a eu de nombreux rapports fiables sur les dommages environnementaux causés par les déchets plastiques. En milieu marin par exemple, une quantité importante et non quantifiable de déchets plastiques entre dans la mer à travers les déchets et les décharges mal gérées. Certains de ces matériaux coulent au fond de l'océan, alors que d'autres flottent à la surface et peuvent traverser de grandes distances sur les courants océaniques. Une étude sur les cadavres de cétacés a démontré qu'un animal sur trente s'était étouffé à cause des déchets en plastique (Demicheli, 2005). Par ailleurs ces déchets en plastique causent la mortalité ou la maladie lorsqu'ils sont ingérés par les animaux marins tels que les tortues, l'étranglement d'animaux tels que les dauphins et les baleines, et causent des dommages aux habitats essentiels tels que

les récifs coralliens (PNUE, 2014). Selon un rapport présenté par Lisa Emelia Svensson, coordonnatrice de la division des écosystèmes marins et côtiers aux Nations Unies à l'Assemblée des Nations Unies pour l'environnement siégé à Nairobi, au Kenya en 2014, pas moins de 8,8 millions de tonnes de plastique sont jetées dans les mers chaque année (Anonyme 9, 2017). D'un autre côté une étude américaine qui n'est pas non plus rassurante à évoquer que plus de 9,1 milliards de tonnes de plastique ont jusqu'ici été produites dans le monde, la plupart finissent dans les sites d'enfouissement sanitaire ou dans l'océan. Selon Erik Solheim, chef de l'agence de l'ONU pour l'environnement, Un sac en plastique met des centaines d'années à se décomposer, tandis que les plastiques plus durs peuvent prendre des millénaires, d'ici 2050 il y aura plus de plastique dans les mers que de poisson (Anonyme 9, 2017).

D'autre part, ces déchets prennent de l'ampleur d'être trouvés dans les champs et dans les pâturages leur ingestion entraîne une mortalité importante du bétail, par exemple les sachets en plastique ingérés par les ruminants sont très dangereux. Leur ingestion provoque chez ces derniers une altération progressive et rapide de la santé, suivie d'une mort violente. Une fois ingéré, le plastique reste dans la panse, bloque le transit digestif, l'animal maigrit et devient chétif, souffrant d'une anémie et une constipation, avec un gonflement du rumen. Parfois, le plastique se plaque contre la paroi de l'appareil digestif réduisant ainsi l'absorption des nutriments et l'apparition une irritation des muqueuses gastriques qui peut conduire à la mort. Tous ces impacts aboutissent à une baisse de la production laitière et même la viande de certains bovins est rejetée par l'abattoir (Gakuba, 2002 ; Mituga et al.,2015).

Bhupendra et al. (2005) ont rapportés des cas isolés d'atteinte par corps étranges en plastique :

- Cinq vaches ont été étranglées à mort à Jaipur à cause d'un blocage de leur tube digestif lors de consommation de sacs en polyéthylène.
- Deux vaches ont été opérées et 48 kg de polyéthylène et 287 corps étrangers ont été récupérés du rumen-réticulum des vaches par les chirurgiens vétérinaires à Jammu.
- Environ 25 cas en moyenne, ont été enregistrés chaque année en polyclinique de Hisar, qui ont été exploités pour enlever le polyéthylène des pré-estomacs des vaches. On croit qu'il y a un nombre beaucoup plus grand d'animaux errants, qui après avoir conservé le polythène dans leurs estomacs finissent par mourir.
- Selon une publication grecque, les sacs en plastique tue 10.000 poissons méditerranéens chaque jour.

- Il a été enregistré que 95% des bovins errants urbains en Inde souffrant de diverses maladies dues à des matières dangereuses dans leur tube digestif, sur 90% d'entre eux sont des sacs en plastique.
- Les sacs en plastique sont la principale cause des déchets disgracieux et aussi nuisibles à la faune comme les cerfs. Dans un rapport, les polybezoars renfermant des polythènes et les matières végétales étaient trouvés dans l'estomac d'un cerf, mesurant chacun 4 -5 cm de diamètre. Ces derniers étaient responsables d'un blocage de l'orifice rumeno-réticulaire responsable de la mort de l'animal.
- Les sacs en plastique qui finissent en mer sont facilement avalés par les animaux marins qui les prennent pour aliments. Environ 100,000 baleines, phoques, tortues et d'autres animaux meurent chaque année après avoir avalé des sacs en plastique.
- Une vache gravement malade a été opérée à Bhuj par un Chirurgien vétérinaire et environ 400 sacs en plastique ont été trouvés dans l'estomac avec d'autres déchets non digestibles.
- Dans le zoo de Delhi, un cerf des marais et un cerf Sangai sont morts en raison des sacs en plastique.

II. 1. L'impact des plastiques (objets non-biodégradables) sur la santé des ruminants

1. Etiologie

L'impaction du rumen par les corps étrangers non-biodégradables induite par la pollution environnementale et en train de devenir un problème mondial majeur chez les ruminants dans la plupart des régions du monde. Lors de malnutrition et pour surmonter des insuffisances alimentaires ou lors de perversion de leur appétit ou pica l'animal ingère sans discernement des matériaux autres que les aliments normaux. D'autre part les impactions sont souvent causées par l'ingestion de lieuse imputrescibles agglomérées en paquets, parfois calcifiées, des bâches d'ensilages, des sachets en plastiques, tissu, des cordes et des objets en caoutchouc, la grande taille et le poids léger de ces objets peuvent être la cause de leur présence dans le rumen et non pas dans le réseau, qui peuvent obstruer l'orifice réticulo-omasal (Costard et al.,1994).

Ce comportement alimentaire est signalé chez les grands ruminants, en particulier les bovins, rarement chez les petits ruminants, car ils sont plus sélectifs.

2. Pathogénie

Du point de vue pathologique, le manque de nutrition appropriée, l'animal devient faible et immunodéficient et également sujet au développement de cancer causé par la présence des produits chimiques et toxiques qui peuvent également endommager la muqueuse épithéliale qui conduit à une lithiase urinaire en particulier dans les reins (Singh et al., 2005).

Enfin, comme il n'y a pas d'étude expérimentale sur l'effet du plastique sur la santé du bétail, il est suggéré d'entreprendre de telles études sur le plan pathologique, histo-pathologique, immun-pathologique et clinique, chez les bovins nourris avec différentes doses, couleurs et types d'objets non-biodégradables.

Les corps étrangers non biodégradables (plastique) lorsqu'ils sont ingérés par les ruminants se logent dans le rumen compromettant ainsi l'espace ruminal et interférant avec les fonctions physiologiques normales de l'animal. Cette affection est considérée l'une des causes les plus fréquentes des troubles gastro-intestinaux chez les ruminants car le rumen devient surchargé en raison de la présence des grandes quantités de sacs en plastiques, accumulés sur une période de temps. Cela conduit à une atonie du rumen et à la diminution de sa motilité (Radostatis et al., 1994 ; Singh et al., 2005 ; Kumar et Dhar, 2013).

3. Symptômes

Les symptômes varient selon la quantité des corps étrangers ingérés et la sévérité de l'obstruction des orifices séparant les différents compartiments des estomacs des ruminants.

Cliniquement, l'impaction du rumen se caractérise par une inappétence, salivation mousseuse, émaciation, fèces de consistance dure et desséchées, recouvertes de mucus, l'animal tend à se coucher, distension abdominale symétrique ; la distension ruminale est variable selon qu'il y a ou non obstruction de l'orifice réticulo-omasale. Une météorisation gazeuse modérée est parfois récurrente et aiguë, provoque une pression sur le diaphragme et les côtes qui limitent le mouvement respiratoire, conduisant à une hypoventilation et une diminution du retour veineux vers le cœur. Le manque d'urgence et le traitement rapide peut entraîner la mort de l'animal.

D'autres symptômes cliniques peuvent être observés tels que la dépression, l'anorexie complète ou partielle suivie d'une perte de poids progressive et un mauvais état général, réduction du rendement laitier et d'une suspension de la rumination. Il s'ensuit dans certains cas une hyperglycémie métabolique, alcalose, hyponatrémie, hypochlorémie, hypocalcémie, hypoprotéïnémie et hypoalbuminémie (Radostits et al., 2006 ; Vijaya et al., 2012 ; Ravindra et al., 2014 ; Constable et al., 2017).

4. Diagnostic

Le syndrome du corps étranger non vulnérant peut être diagnostiqué par palpation des deux côtés de l'abdomen et à l'aide d'un stéthoscope pour rechercher un grognement, habituellement entendu 2 à 3 secondes avant que la contraction du rumen primaire puisse être ressentie sur le flanc gauche (Oemha et Noordy, 1970), Selon Sen et al. (1989) et Dakshinkar (2005) , les cas d'indigestion par le plastique montrent un pH alcalin. Ce dernier peut être considéré comme un outil important de diagnostic dans les conditions de terrain, pour la détection précoce des cas d'impaction par les corps étrangers non biodégradables. Selon Boodur et al. (2010) le principal signe de diagnostic remarqué était ; la région du flanc submergé bilatéralement avec une impaction dure et rude du rumen. Des sons tympaniques sont perçus lors de la percussion avec auscultation simultanée de la fosse paralombaire. Par stéthoscope, des battements cardiaques étouffés, des sons intestinaux réduits et une respiration rapide peuvent être entendus (Vijaya et al., 2012). Selon Reddy et al. (2014) la palpation rectale est l'une des méthodes les plus fiables pour diagnostiquer l'impaction du rumen chez les bovins en tenant compte de l'exclusion des traumatismes utérins ou vaginaux et de la métrite.

4.1. Diagnostic de laboratoire

Des tests de laboratoire peuvent être utiles dans le diagnostic du syndrome du corps étranger.

4.1.1. Diagnostic hématologique

Dans le profil hématologique, une augmentation de l'hématocrite (HCT ou PCV) et des globules blancs (GB) a été rapportée chez les animaux présentant une impaction dans le rumen par rapport aux vaches saines. De telles valeurs indiquent un léger degré de déshydratation chez les animaux affectés (Vijaya et Sasikala, 2012)

L'hémogramme des animaux avec des corps étrangers non biodégradables montre une anémie, une augmentation de l'hématocrite et une neutrophilie avec présence d'un virage à gauche (Reddy et al., 2014). D'autre part, l'augmentation des globules blancs peut être due à la réaction de stress dans certains cas. La numération érythrocytaire et les concentrations d'hémoglobine (Hb) ont diminué chez de nombreux animaux atteints. Les valeurs du volume globulaire moyen des globules rouges (MCV ou MGV), l'hémoglobine globulaire moyenne (MCH ou TGMH), et la concentration moyenne des cellules en hémoglobine (MCHC ou CCMH) étaient élevées (Reddy et al., 2014).

4.1.2. Diagnostic biochimique

L'impaction du rumen provoque aussi une hyperglycémie métabolique, observer lors d'un apport d'alimentaire inadéquat (Llewellyn, 1976).

Selon Garry (2002), la raison pour laquelle le taux d'AST est plus élevé est la nécrose du foie qui fait suite à la toxémie de la muqueuse du rumen endommagé par le corps étranger.

D'après Kaneko et al. (1997), cité par El-Attar et al. (2007), les taux significativement plus élevés d'AST et d'ALT chez les bovins malades sont considérés comme de précieux indicateurs de lésions hépatiques. L'absorption des produits toxiques à partir du rumen ou des autres voies du tractus digestif, la famine et la constipation conduisent à des troubles cellulaires du parenchyme hépatique, pourraient entraîner par la suite une augmentation des taux plasmatiques d'AST et d'ALT. Une certaine augmentation de la valeur de l'urée sanguin peut être observée, causer par une mauvaise fermentation du rumen et à une diminution de l'activité microbienne (Kaneko et al., 2008).

Une autre étude réalisée par Aref et al. (2013), révèle qu'une augmentation de la concentration des protéines sériques totales et les activités enzymatiques des enzymes hépatiques sont souvent le reflet de la destruction cellulaire et de la réponse inflammatoire aux corps étrangers ingérés.

Une étude menée par Rammehar et al. (2015) en Inde, sur les paramètres hématobiochimiques du rumen et le profil du liquide péritonéal chez les bœufs souffrant du syndrome de corps étranger, révèle qu'il n'y a aucune variation significative observée dans le taux de gamma glutamyl-transpeptidase (γ -GT) chez les animaux avec impaction du rumen.

Selon Hussain et Uppal (2012), il n'y a aucune variation significative observée dans le taux du cholestérol d'après leur étude réalisée sur l'impaction du rumen chez le bœuf ; étude hématobiochimique.

Le profil biochimique des bovins souffrant d'une impaction du rumen due à l'ingestion des corps étrangers non biodégradables, cause une hypocalcémie légère, engendrée suite à une carence alimentaire et à une défaillance de l'absorption du calcium suite à une motilité réduite du rumen. L'hypoprotéïnémie observée chez les animaux atteints peut être associée à une pénurie d'aliments et surtout de minéraux et de vitamines, l'hypoalbuminémie peut être due à une malnutrition alimentaire et à une réaction de stress à l'infection (Constable et al., 2017).

4.1.3. Analyse du jus de rumen

L'évaluation des caractéristiques du liquide ruminal est une procédure essentielle pour établir la cause d'une fermentation anormale lors des indigestions (Tableau2).

Plusieurs techniques peuvent être utilisées, une ponction à l'aiguille du sac ventral du rumen ou la rumenocentèse peut donner un échantillon satisfaisant, et une bonne évaluation du pH du jus de rumen.

Le passage oral ou nasal d'un tube de prélèvement donne un volume plus fluide sans risque de contamination péritonéale mais avec un risque accru de contamination salivaire.

Un tube adéquat pour l'aspiration d'un échantillon de liquide ruminal doit être d'au moins 2 à 3 m de long pour atteindre le sac ruminal ventral et doit avoir un diamètre de 1 cm ou plus pour réduire l'incidence de colmatage avec l'ingesta. Une sonde gastrique en plastique passée par voie orale ou nasale peut être utilisée aussi.

Les échantillons du liquide ruminal recueillis de manière expéditive donnent des résultats plus valables. Lorsque le temps de prélèvement est plus prolongé la contamination salivaire de l'échantillon augmente. Cette contamination modifie le pH et la consistance de l'échantillon.

L'échantillon doit être évalué dès que possible après la collecte pour minimiser les effets du refroidissement et de l'exposition à l'air l'activité des protozoaires et du pH (Radostits et al., 2006 ; Philip et al., 2011 ; Garry et McConnel, 2015).

La couleur, la consistance et l'odeur du liquide ruminal aspiré est évaluée immédiatement après la collecte.

Tableau n°2 : Valeurs normales de l'analyse du jus de rumen
(D'après Belknap et Christine , 2000)

Test	Résultat	Interprétation
Couleur	Vert Brun jaunâtre Vert brunâtre Laiteux à brun	Ration fourragère Fourrage et concentré Fourrage vert (pâturage) Surcharge par les céréales
Odeur	Aromatique Aigre ou acide	Normale Surcharge par les céréales
pH	5.5-7.5 < 5.5 > 7 > 8	Normal Surcharge par les céréales Rumen inactif Intoxication par l'urée
Protozoaires	Mélange de différent type et taille Absence des Entodiniomorphes grands de tailles Pas d' Entodiniomorphes Pas de protozoaires	Normal Indigestion légère Indigestion sévère Acidose du rumen
Bleu de méthylène	3-6 minutes < 3minutes > 6 minutes	Normal Surcharge par les céréales Rumen inactif
Sédimentation et flottation	4-8 minutes Absente ou rapide Prolongé	Normal Inappétence Météorisation spumeuse.
Coloration de Gram	Gram -> gram + Gram +> gram -	Normal Surcharge par les céréales
Chlorure du rumen	< 25-30 mEq/L normal > 30 mEq/L	Normal Reflux abomasal

4.1.3.1. Couleur

La couleur varie normalement selon le type et la nature de l'aliment. Les animaux nourris de foin ont un fluide ruminal vert, olive à brun-vert, ceux en prairie montrent une couleur verte plus profonde, et les bovins nourris de grain ou d'ensilage le jus ruminal prend une couleur brun jaunâtre. Le liquide provenant des bovins atteints d'acidose tend vers un gris laiteux. Le liquide ruminal des animaux présentant une stase prolongée ou la décomposition de l'ingesta ruminal (ou les deux) prend une couleur noir verdâtre plus sombre (Constable et al., 2017).

4.1.3.2. Consistance

Le liquide ruminal normal a une consistance légèrement visqueuse et devient plus aqueuse lorsque la microflore est inactive. La Contamination par la salive provoque une plus grande viscosité ; par conséquent, les résultats d'un échantillon très visqueux doit être évalué avec

soin, pour obtenir des renseignements plus significatifs il convient alors d'effectuer un nouveau prélèvement (Rosenberger, 1979 ; Constable et al., 2017).

4.1.3.3. Odeur

En temps normale liquide ruminal à une odeur typique appelée "aromatique", non désagréable rappelant les matières ingérées, car elle est fortement influencée par l'alimentation (foin, herbe, betteraves, choux, ensilage,... etc). L'odeur est moins prononcée lorsque la microflore est inactive. Les odeurs anormales comprennent l'odeur d'acide lactique lors d'acidose, une odeur putride, nauséabonde fait suite à la décomposition des protéines ou lait avarié avec la putréfaction de l'ingesta ruminal, une odeur d'ammoniac fait suspecter un empoisonnement à l'urée (Rosenberger, 1979 ; Raphaël, 2007 ; Garry et McConnel, 2015 ; Constable et al., 2017).

4.1.3.4. Valeur du pH

Elle est mesurée à l'aide d'un papier indicateur spécial avec une échelle relevant si possible de petit écart de pH ou mieux avec un pH mètre. Quand le fonctionnement stomacal est normal et complètement installée, les valeurs physiologiques du pH du contenu du rumen peuvent apparaître comme très fluctuantes conduisant invariablement à des gammes trop larges, par exemple 5,0 à 7,5 ou plus. Les valeurs les plus basses de cette gamme concernent des animaux qui peuvent être en acidose latente, les plus hautes pouvant résulter tout simplement d'une interruption un peu longue de l'ingestion.

Des valeurs inférieures à 6 et supérieures à 7 doivent être considérées comme marginales, sauf s'il s'agit de valeurs transitoires. On peut admettre que, dans les conditions normales, le pH du contenu du rumen est situé en zone légèrement acide, puisqu'il traduit l'existence de fermentations productrices d'acides, qui sont neutralisés en majorité par l'apport bicarbonaté de la salive. Mais l'état d'équilibre est susceptible de s'établir à des valeurs différentes selon l'apport alimentaire (Malbert et al., 1995 ; Fubini, 2004).

On retrouve des variations pathologiques, un pH inférieur à 5,5 indique une acidose du rumen, le reflux abomasal dans le réticulo-rumen causé par les maladies de la caillette, l'indigestion vagal, ou l'obstruction intestinale peut aussi causer de légères diminutions du pH ruminal en raison de la nature acide du contenu de la caillette (Gillian et al., 2017). Les raisons pathologiques pour un pH supérieur à 7,0 comprennent une diminution d'activité de la flore du rumen chez les animaux présentant une anorexie et chez ceux qui ont ingéré des aliments qui ne seront pas fermenter dans le rumen-réseau (par exemple, indigestion simple et

inactivité de la microflore causé par le fourrage indigeste), alors qu'un pH supérieur à 8,0 suggère une toxicité par l'urée (Garry et McConnel, 2015).

4.1.3.5. Sédimentation et flottation

On examine chronologiquement le contenu du rumen fraîchement prélevé et éventuellement grossièrement filtré à travers une gaze, dans une éprouvette graduée. En temps normal, une grande partie des fines particules alimentaires flottent (y compris les infusoires) puis sédimentent progressivement, alors que les éléments les plus grossiers et les plus fibreux ont tendance à remonter avec les bulles de gaz de fermentation et se concentrent en une large couche de mousse. Selon le type d'aliment et le moment de la dernière prise alimentaire, la sédimentation normale dure environ 4 à 8 minutes (Figure 3).

Si le jus du rumen est inactif, aqueux (simple inactivité à la suite d'une anorexie, après l'administration de fourrage sans valeur nutritive, inappétence ou autre), on observe une sédimentation rapide, avec flottation retardée ou même absente. Ces modifications sont particulièrement marquées dans l'acidose de la panse. En revanche, la flottation apparaît nettement plus rapidement avec formation de mousse dans la putréfaction du contenu du rumen ou la météorisation spumeuse.

L'examen microscopique et la mesure des paramètres sur la lame et la comparaisons entre plusieurs prélèvements permettront au praticien de mettre en évidence la diminution de la faune en quantité et une faune inactive (Rosenberger, 1979 ; Rollin, 2002 ; Raphaël, 2007).

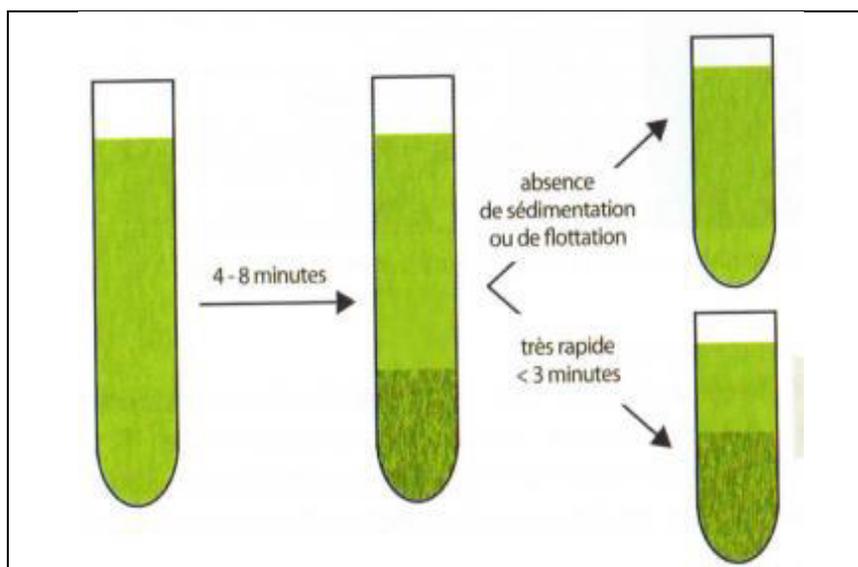


Figure 3 : Test de sédimentation (D'après Raphaël, 2007).

4.1.3.6. Test au bleu méthylène (Potentiel rédox)

Il existe un test pour mesurer le potentiel rédox (réduction-oxydation) du jus de rumen, ce qui permet d'évaluer l'intensité des fermentations qui s'y déroulent (Figure 4). Pour cela, on met 1 mL de bleu de méthylène à 0,03% dans 20 mL de jus de rumen. On mesure le temps de décoloration du bleu de méthylène. La décoloration n'est jamais totale : il reste un anneau en haut de l'éprouvette (riche en oxygène) car il n'y a pas de bactéries aérobies dans le rumen. Plus ce temps est court et plus les activités fermentaires sont nombreuses, cela prend 3 à 6 minutes, le temps de décoloration dépasse 15 minutes en cas de pathologie; acidose, indigestion, anorexie ou toute autre cause de diminution de l'activité fermentaire (Tableau 3).

Tableau n°3 : Interprétation du test de réduction au bleu méthylène
(D'après Raphael, 2007)

Ration mixed	= réduction en 3 minutes.
Ration riche en concentrés.	= réduction en 1 minute
Ration foin	= 3minutes < réduction < 6 minutes.
Large anneaux bleu persistant	Faible potentiel redox = inactivité biologique.
Persistance	> 15 minutes pour un pH < 5 = acidose.

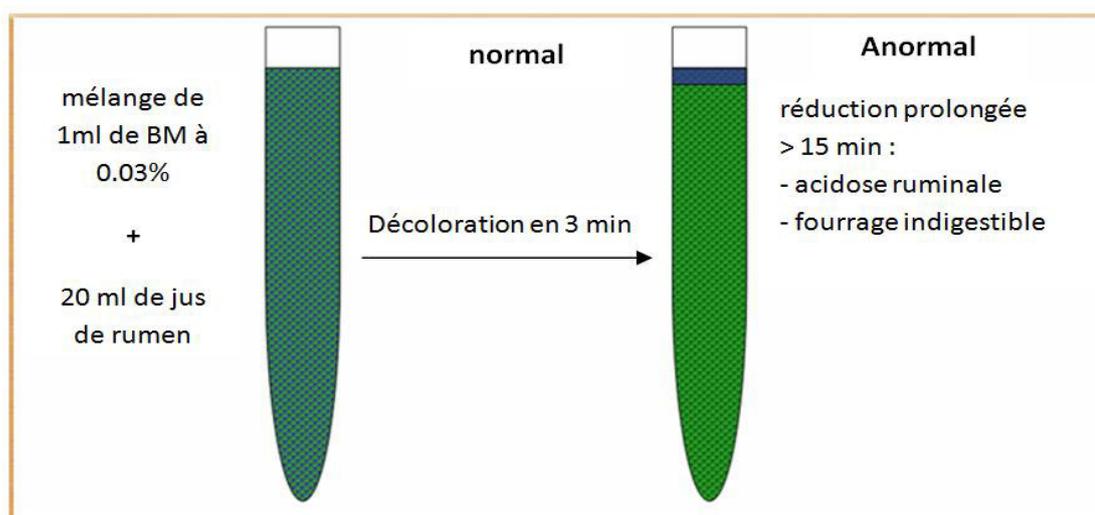


Figure 4 : Test au bleu méthylène (Potentiel rédox)
(D'après Raphael, 2007)

4.1.3.7. Observation des protozoaires

Les protozoaires du suc de la panse sont des ciliés et des flagellés, mais seuls les premiers ont une importance physiologique. Les sous-classes des Holotriches (avec les espèces *Isotricha* et *Dasytricha*) et des Sporotriches (avec les genres *Entodinium*, *Diplodinium* et *Ophryoscolex*) sont bien représentées. La majorité des protozoaires vivant dans la cavité réticulo-ruminale appartiennent à la famille des Ophryoscolecidae comprenant plus de 200 espèces différentes. La teneur normale du jus de panse en protozoaires varie en fonction de la composition de la ration, du moment de l'affouragement et de l'endroit où est effectué le prélèvement. Pour des rations mixtes, elle est de 10^5 /mL, pour des rations concentrées : 10^6 /mL. Selon leur taille (20 à 230 microns), on distingue les petits infusoires, les moyens, et les grands. Souvent, on peut déjà à l'œil nu, apprécier la densité et intensité des mouvements des protozoaires dans le jus du rumen fraîchement prélevé (Rosenberger, 1979).

L'examen microscopique d'une goutte de jus de panse étalée sur une lame porte-objet, recouverte d'une lamelle à un grossissement de 80 à 100 fois. On évalue la quantité globale de protozoaires (densité : +++ énorme, ++ moyenne, + petite, - nulle); parallèlement on dénombre la proportion relative des grands moyens et petits infusoires et la part des infusoires vivants (mobiles) et morts.

Pour déterminer plus exactement le nombre de protozoaires, on pratique une numération dans une chambre de comptage, comme celle de Fuchs-Rosenthal (profondeur de la chambre : 200 microns) ou celle de Mac-Master qui est plus appropriée à recevoir de grands infusoires (230 microns). Pour cela, on dilue le jus de rumen fraîchement prélevé, bien mélangé et filtré à travers une gaze, dans une pipette à leucocytes, dans la proportion de 1 à 5 ou 1 à 10, avec une solution physiologique salée (avec quelques gouttes d'une solution de bleu de méthylène; ou avec du formol à 1 puis on le place dans la chambre de comptage. Dans les troubles de la digestion, les infusoires de grande taille disparaissent les premiers, puis les moyens et enfin les petits. Des troubles digestifs graves, en particulier la chute du pH à des valeurs inférieures à 5,0, ont comme principale conséquence la destruction de la microfaune de la panse. Par contre, lors d'indigestion récente et modérée on observe une proportion de protozoaires morts relativement importante par rapport aux vivants (Rosenberger, 1979).

4. 2. Diagnostic nécropsique (lésions)

Les lésions de la paroi du rumen peuvent être suspectées on se basant sur les résultats de l'examen physique et les résultats d'une numération globulaire complète, la paracentèse abdominale, et l'analyse du liquide ruminal. Dans la plupart des cas une laparotomie exploratoire est nécessaire pour confirmer le diagnostic (Garry et McConnel, 2015).

La présence de corps étranger dans le rumen pendant une plus longue durée modifiera l'environnement ruminal en endommageant la muqueuse du rumen, les changements observés dans la muqueuse ruminale sont des altérations de la structure des papilles ruminales et de l'épithélium ruminal, qui conduisent souvent à une perturbation digestive. Donc étudier l'étendue des dommages de la muqueuse ruminale par l'examen histopathologique de la paroi ruminale est l'un des aspects importants du syndrome du corps étranger non-pénétrant chez les ruminants (Bhandas Patil, 2004).

Hailat et al.,(1998), ont observé l'effet des corps étrangers (plastiques) sur les changements macro et microscopiques de la paroi du rumen, un nombre total de 130 petits ruminants souffraient d'une impaction du rumen due à des corps étrangers, la rumenotomie a révélé la présence des sacs en plastique, cordes, morceaux de cuirs, et aussi des clous et des épingles dans le rumen-réseau. De son côté l'examen macroscopique du rumen avec du plastique montre des zones de desquamation, hémorragies, congestion et rabougrissement des papilles, l'examen histopathologique a révélé des zones de nécrose de coagulation, hyperémie, processus inflammatoire, hyperplasie focale, et cellules avec plus d'un nucléole.

Abdelaal et EL-Maghawry (2014) ; ont observés que l'effet physique des sacs en plastique et d'autres matériaux non digestiblesde grande taille mélangés avec le contenu du rumen, conduit à des rabougrissements et un dépouillement des papilles ruminales.

Dans le même contexte Abu-Seidaet Al-Abbadi (2016); dans leur étude (progrès récents dans la gestion du syndrome du corps étranger chez les bovins et les buffles) ont montré que le rumen avec un corps étranger se rétrécit et la muqueuse ruminale montre des signes de nécropsie , de congestion et d'ulcération.

Otsyina et al.(2017); de son côté a rapporté que les changements observés dans les papilles, les piliers et l'épithélium du rumen, pourraient être attribués à la pression exercée sur la paroi du rumen par les sacs en plastique impactantle rumen. Ces changements comprenaient le raccourcissement, l'élargissement, l'atrophie, rupture fragmentaire ou segmentaire, érosion, nécrose et dégénérescence de l'épithélium stratifié. Les lésions histopathologiques observées

pourraient être octroyés à l'irritation mécanique induite par les sacs en plastique ou les substances chimiques libérés par ces sacs.

5. Traitement

Selon l'étude réalisée par Seibou (1996) ; le traitement est exclusivement chirurgical. Il consiste en l'extraction du corps étranger par une rumenotomie réalisée avec une asepsie rigoureuse. Pour les animaux très affaiblis, il est préférable de leur assurer un régime alimentaire préopératoire. Pour cela, ils doivent bénéficier d'une bonne perfusion et d'une alimentation très riche associée à une vitaminothérapie.

Le traitement médical a pour but d'administrer aux animaux opérés un traitement postopératoire basé sur une bonne antibiothérapie de couverture associée à une vitaminothérapie. L'animal qui sera remis des effets de l'opération sera déparasité. Ce traitement doit être complété par une bonne prophylaxie.

D'après Boodur et al.(2010) ; vider le rumen par la rumenotomie est considérée comme une méthode rapide pour soulager le problème des animaux souffrant d'une impaction du rumen avec un corps étranger non-biodégradable, associée à une transfaunation d'un jus de rumen frais. Cette technique est la meilleure pour la restauration de la fonction ruminale chez les bovins et les buffles.

Selon Mulat (2017); les animaux soumis à une rumenotomie, le contenu ruminal évacué est remplacé partiellement avec 2 kg de foin haché de 5 cm de longueur, 3 kg de paille, un demi kg de sucre et 100 g de chlorure de sodium pour relancer l'écosystème du rumen.

A rectangular box with rounded corners, filled with a light-colored marbled pattern. The text "Chapitre IV" is centered within this box.

Chapitre IV

L'exploration hépatique
chez
les ruminants

L'exploration hépatique chez les ruminants

1. Anatomie et histologie du foie des bovins

Le foie des bovins repose entièrement dans la cage thoracique sur le côté droit du plan médian derrière le diaphragme. Il est placé presque verticalement avec son grand axe orienté obliquement dans le sens caudo-dorsal. Il est de consistance ferme et peu élastique. Il possède une face diaphragmatique et une face viscérale, séparées par un bord dorsal et un bord ventral, lesquels se raccordent par deux bords latéraux. La face diaphragmatique est régulièrement convexe et lisse, revêtue par la péritoine, à l'exception d'une surface voisine de son centre et dépourvue de séreuse. Elle est creusée d'une gouttière large et profonde, qui marque le passage de la veine cave caudale. Sur ce passage s'ouvrent les embouchures des veines hépatiques.

La face viscérale est concave, irrégulière, tournée en direction caudo-ventrale et un peu vers la gauche. Elle porte les empreintes des organes qui sont plaqués contre elle. Dans sa partie moyenne se trouve un large sillon oblique, en direction ventro-crâniale et vers la gauche ce sillon est occupé par le pédicule que constituent la veine porte, l'artère et les nerfs hépatiques et le conduit cholédoque ; c'est la porte du foie. C'est sur cette face que se trouve la vésicule biliaire, dans une dépression située ventralement et à droite de la porte du foie. La vésicule biliaire se prolonge jusqu'au bord ventral de l'organe ou à son voisinage (Mahmoud et al., 2018).

Sur le plan histologique, le foie est composé de 4 types cellulaires différents : les hépatocytes (type cellulaire le plus répandu), les macrophages (cellules de Kupffer), les cellules endothéliales (le long de l'espace de Disse) et des adipocytes (cellules de Ito).

L'unité morphologique du foie est appelée lobule, un cylindre polygonal constitué d'hépatocytes, de capillaires sinusoides et d'espaces de jonction appelés espaces de Disse.

Il est entouré de tissu conjonctif et centre autour de la veine centro-lobulaire.

En périphérie du lobule se trouve un espace conjonctivo-vasculaire ; l'espace porte ou l'espace de Kiernan, constitué lui-même par un tissu conjonctif ayant une forme triangulaire, qui contient la triade portale. Alors qu'au centre se trouve la veine centrale qui rejoint ensuite la veine sus-hépatique (Banks, 1993; Jo Ann, 2004; William et Linda Bacha, 2012).

Les cellules hépatiques sont disposées en lames entre lesquelles se localisent les sinusoides, et ils sont caractérisés par l'absence d'une lame basale et de nombreuses fenestrations dans l'endothélium, permettant la sortie libre des constituants du sang qui baignent alors les hépatocytes. La paroi sinusoidale comprend trois types de cellules (Banks, 1993):

- Cellules endothéliales ; bordent les sinusoides et présentent la particularité d'être fenestrées et dépourvues de membrane basale, ce qui favorise les échanges entre les hépatocytes sous-jacents à la barrière endothéliale et les hépatocytes
- Cellules de Küppfer; localisées dans la lumière des sinusoides, ces cellules sont en contact, grâce à leurs prolongements, des cellules endothéliales et des hépatocytes. Ce sont des cellules littorales de type macrophage hépatique qui interviennent lors des réactions immunitaires.
- Cellules de Ito (fat storing cells); localisées dans l'espace de Disse entre les hépatocytes et les sinusoides hépatiques, ces cellules stockent de nombreux globules lipidiques riches en vitamine A. Elles jouent un rôle majeur dans le développement de fibroses hépatiques et sont généralement impliquées dans la régulation de la croissance hépatique.

2. Généralités sur les affections hépatiques

Le foie à un très grand pouvoir fonctionnel et son parenchyme peut être rendu inactif dans les trois quarts de sa substance avant que les signes cliniques des troubles hépatiques se manifestent. Les maladies diffuses provoquent plus volontiers des signes d'insuffisance que les maladies localisées qui agissent , soit par les toxines qu'elles produisent dans les lésions, soit par la pression qu'exercent ces lésions sur d'autres structures (Blood et Henderson, 1976). Les affections qui touchent le foie interviennent soit dans le cadre d'une maladie avec effet général soit dans le cadre d'une dissémination à partir d'un organe particulier. Les signes cliniques observés ne sont pas uniquement liés à un dysfonctionnement hépatique mais aussi à un risque alimentaires prédisposant à une pathologie hépatique (Damien, 2005).

Etant donné la multiplicité des fonctions que remplit le foie, un tableau univoque des conséquences liées à une atteinte hépatique ne peut être dressé. Celles-ci sont d'ailleurs multiples et diversifiées. On trouve parmi les principaux signes d'insuffisance hépatocellulaire ; L'ictère, les troubles de l'hémostase et l'intoxication de organisme (Youssouf ,1999).

3. Diagnostic des affections hépatiques

Lorsqu'un désordre hépatique quelconque survient dans une population bovine, une série de phénomènes variés peuvent se superposer. Il convient alors d'essayer de les aborder, pour cela plusieurs méthodes sont envisageables (Braun et al.,1986) ;

- Tests de cytolysse ; qui visent à évaluer les destructions ou au moins les souffrances cellulaires.
- Tests de la fonction excréto-biliaire auxquels on adjoint, souvent, les tests de traversée que sont les clairances hépatiques biliaires, telle celle de la BSP (brome sulfone phtaléine).
- Tests d'insuffisance hépatique ; reflétant la plus ou moins grande perte des capacités métaboliques des hépatocytes
- Tests de la réaction inflammatoire hépatique
- Tests d'induction ; qui sont encore assez peu appliqués chez les animaux domestiques.

3.1. Tests de cytolysse hépatique

Le terme de cytolysse hépatique ne correspond à aucune définition anatomopathologique et recouvre tous les états de souffrance des hépatocytes. Ceux-ci vont des perturbations membranaires modérées qui peuvent intervenir lors d'une anoxie légère jusqu'à la nécrose cellulaire. L'étiologie de telles cytolyses peut-être très variable : affections bactériennes, virales, parasitaires, nutritionnelles ou toxiques. Ces phénomènes d'intensité très variable ont cependant un trait commun : l'augmentation de perméabilité de la membrane plasmique qui permet au contenu intracellulaire de s'échapper vers le milieu extracellulaire et, de là, en partie vers le sang (Bain, 2011).

Tous les constituants intra-cellulaires des hépatocytes peuvent être de bons marqueurs de cytolysse. En médecine vétérinaire, on se limite à l'utilisation d'enzymes les plus spécifiques des hépatocytes. Leur concentration représente les valeurs de référence sérique pour les enzymes correspondantes. Par conséquent, toute augmentation importante de la concentration de ces enzymes témoigne d'une destruction cellulaire accrue ou d'une augmentation de la perméabilité des membranes hépatocytaires (Braun et al.,1986).

Pour l'évaluation de l'étendue de la lésion, il faut tenir compte de la demi-vie des enzymes dans le sang. Chez les ruminants la demi-vie moyenne dans le plasma est voisine de 3 à 10 heures (Webster, 2005).

L'appréciation de la gravité de la lésion qui est souvent fondée sur le rapport activité des enzymes mitochondriales / activité des enzymes cytosolubles suppose, qu'une faible souffrance cellulaire se traduit par une désorganisation de la membrane plasmique de la

cellule, ne permet que le passage des constituants du cytosol vers le milieu extracellulaire et donc le sang. Par contre, la nécrose cellulaire permet à tous les constituants intracellulaires, de s'échapper (Webster, 2005).

Lors d'une lésion peu intense, on assiste principalement à un accroissement d'activité des enzymes d'origine cytosolique et lorsque la souffrance cellulaire est très intense, les enzymes cytosoliques et mitochondriales sont toutes deux élevées. Ces considérations aident à l'évaluation de la gravité de la lésion mais il faut tenir compte que toutes les cellules ne subissent pas un processus de la même intensité.

Enfin l'évolution de la lésion est indiquée par celle de la concentration sanguine des enzymes (Braun et al., 1986).

3.1.1. Les enzymes du foie chez les ruminants

La distribution des enzymes dans les différents organes des animaux varie parfois en fonction de l'espèce, et une enzyme hépato-spécifique dans une espèce donnée ne l'est pas a priori dans une autre. Certaines enzymes sont très spécifiques des hépatocytes, en particulier l'OCT (ornithine carbamoyl transférase) et l'arginase.

Quelques enzymes ont une très forte concentration dans le foie et également dans le rein. Elles peuvent, être utilisées comme marqueurs de cytolysé hépatique. C'est le cas de la glutamate déshydrogénase (GLD) et la sorbitol déshydrogénase (SDH).

Certaines enzymes qui ne sont pas spécifiques du foie, ont cependant d'assez fortes concentrations catalytiques dans le foie et leur activité sérique augmente lors de souffrance hépatique, comme les transaminases ASAT (TGO) et ALAT (TGP) et la lactate déshydrogénase (LDH) (Medaille, 2006).

3.2. Tests de la fonction excréto-biliaire

Deux moyens sont disponibles pour explorer cette fonction.

3.2.1. Clairances hépatiques biliaires

Les fonctions hépatiques étaient évaluées cliniquement grâce à des tests d'excrétion impliquant deux anions ou colorants organiques : la bromo sulfophtaleine (BSP) et le vert d'indocyanine (ICG). L'excrétion de ces colorants dépend du flux sanguin hépatique, de leur absorption par les hépatocytes, de leur conjugaison, de leur excrétion dans le système biliaire et de la circulation entéro-hépatique. Une altération de l'excrétion, quelle que soit son origine, était détectée soit par une augmentation du pourcentage de rétention du colorant, soit par une augmentation de sa demi-vie plasmatique. L'utilisation de ces tests est limitée dans la pratique

courante car la BSP n'est plus commercialisée, l'ICG est coûteuse, et la mesure des acides biliaires et de la bilirubine fournit essentiellement la même information sur la fonction hépatique (Magnien, 2016).

3.2.2. Tests de cholestase

Les marqueurs des voies biliaires et de cholestase sont les phosphatases alcalines (PAL) et la gamma glutamyl-transférase (GGT). Il s'agit d'enzymes produites par les cellules épithéliales des voies biliaires et qui passent dans la circulation sanguine. Sous la pression due à la cholestase (affection avec obstruction totale ou partielle des voies biliaires), les cellules des voies biliaires synthétisent et relarguent ces enzymes.

L'augmentation de l'activité sérique de la PAL peut-être due à une augmentation de l'isoenzyme hépatique lors de maladies hépatiques aiguës ou chroniques, ou à une augmentation de l'isoenzyme osseuse chez les jeunes animaux en croissance et lors de lésions osseuses avec lyse extensive et/ou remodelage. On peut alors déterminer s'il s'agit de l'isoenzyme hépatique en mesurant les autres enzymes sériques spécifiques des maladies des voies biliaires (Jackson, 2007 ; Bain, 2011).

L'augmentation de l'activité sérique de la GGT résulte soit d'une induction enzymatique au niveau des hépatocytes ou des cellules biliaires épithéliales, soit d'une prolifération cellulaire. Lors de cholestase, on peut observer une augmentation des concentrations hépatique et plasmatique des acides biliaires. Les acides biliaires ou d'autres constituants de la bile stimulent la synthèse enzymatique aussi bien que la libération membranaire de la GGT.

Chez les bovins, l'augmentation de l'activité de la GGT a une meilleure sensibilité diagnostique que la PAL pour la détection de cholestase ou d'autres troubles biliaires (Magnien, 2016).

3.3. Tests d'insuffisance hépatique

les fonctions du foie peuvent être réalisées par seulement 30 % de la masse hépatique : cela implique qu'une insuffisance n'apparaît que lorsque le parenchyme a subi des lésions massives. Par ailleurs, la capacité, de régénération du foie est telle que dans les processus aigus, il est rare que des signes biologiques d'insuffisance aient le temps de se produire.

D'où une conséquence importante, les variations de ces constituants sont très tardives. Elles ne mettent en évidence que des lésions bien installées (Monfort, 2016).

Des indices importants de ces lésions hépatiques peuvent être mis en évidence lors d'analyses biochimiques de routine. Ces indices incluent l'hypoglycémie, une urée basse, une hypoprotéinémie (en particulier une hypoalbuminémie) et une hypocholestérolémie. D'autres

tests de la fonction hépatique, tels que les acides biliaires et l'ammoniac sanguin, peuvent également être utilisés (Jackson, 2007).

3.4. Tests de la réaction inflammatoire hépatique

Elle intervient lors des agressions hépatiques. Souvent la congestion qu'elle entraîne se traduit par une faible cholestase transitoire. La réaction de l'organisme est manifestée par les mécanismes biochimiques locaux classiques de l'inflammation avec synthèse d'une variété de médiateurs chimiques et de protéines (Braun et al., 1986).

3.5. Tests d'induction hépatique

Les inducteurs sont des molécules qui, *in vivo*, sont capables d'augmenter la synthèse hépatique d'un système enzymatique et/ou d'en réduire la vitesse de dégradation. Il s'agit, en général, d'enzymes participant à la biotransformation des médicaments et les inducteurs sont très nombreux : outre certaines hormones, ce sont notamment le phénobarbital et d'autres xénobiotiques. Leur action se traduit par la synthèse d'une ou plusieurs molécules qui ne sont pas produites par le foie dans les conditions physiologiques ou par l'accroissement de synthèse de molécules qui sont déjà produites par cet organe. Ce processus prend place notamment dans le réticulum endoplasmique lisse et se manifeste par l'accroissement de l'activité de nombre d'enzymes microsomales. L'induction n'a été que très peu étudiée chez les ruminants (Braun et al., 1986).

4. L'examen histologique

L'examen histopathologique du foie apporte des informations sur l'origine, la chronicité et le caractère réversible ou non de la maladie. Cependant, la fiabilité des résultats repose sur la qualité et la taille de l'échantillon de foie. Les prélèvements sont réalisés à partir de pièces issues de ponctions-biopsies-hépatiques, de tranches chirurgicales et de prélèvements nécroscopiques (Monfort, 2016).

L'histologie de la glande hépatique demeure une importante méthode d'investigation pour le diagnostic des hépatopathies malgré le développement et la précision des méthodes biologiques et physiques. Il est d'ailleurs conseillé que l'utilisation de termes consacrés tels que l'hépatite, nécrose hépatique, hépatite chronique ou cirrhose ne doit pas être faite en l'absence de données histologiques, même si des anomalies sont observées dans les tests biochimiques (Youssef, 1999).

A rectangular box with rounded corners, filled with a grey and white marbled pattern. The text is centered within this box.

Partie Expérimentale

Matériels & Méthodes

Matériels et Méthodes

1. Présentation de la région d'étude

La présente étude a été réalisée dans la wilaya de Batna (Figure 5) qui est localisée dans la partie orientale de l'Algérie entre 4° et 7° de longitude Est et 35° et 36° de latitude Nord, d'une superficie de 12.038,76 Km². Le territoire de la wilaya de Batna s'inscrit presque entièrement dans l'ensemble physique constitué par la jonction des deux Atlas (Tellien et Saharien) (Anonyme 10, 2017).

Le climat de la région de Batna est de type semi-aride. La température moyenne est de 4°C en janvier et de 35°C en juillet. La pluviométrie moyenne est de 210 mm par an.

C'est une région agro-pastorale, qui compte un potentiel d'élevages forts de 50 578 bovins dont 25289 vaches laitières et 710 507 ovins dont 355 263 brebis, 285 031 caprins dont 142 515 chèvres et 114 camelins dont 72 chamelles (Direction des Services Agricoles, 2017).

Au recensement de 2011, il a été dénombré dans la ville de Batna 1 186 832 individus, soit une densité de 95 habitants par Km², la répartition des individus est présentée dans le tableau 4 (Anonyme 11, 2017).

Tableau n°4: Nombre d'habitants de la wilaya de Batna

DISPERSION	Habitants	
	Nombre	%
Chef-lieu de wilaya	817 318	68,87
Agglomérations secondaires	155 329	13,09
Zones éparses	214 185	18,05
Total	1 186 832	100

La position géographique stratégique de la wilaya Batna comme carrefour ou portail important qui relie le nord et le grand sud du pays et sa proximité des principales villes métropoles du nord lui confèrent une place de choix d'animateur commercial et industriel important qui relie ces différentes régions. Elle dispose de beaucoup de dépôts de marchandises de gros et de détail responsable de rejet dans l'environnement et dans des décharges publiques des produits d'emballages qui constituent une source importante de pollution. Selon les services de la direction du centre d'enfouissement de la wilaya, la ville de Batna à elle seule brasse quotidiennement une quantité d'objets en plastiques estimée à 171.000 kg/j et constitue 36.8 % de l'ensemble des déchets. Signalons que la décharge publique de la commune ne dispose pas de filets de protection contre les vents. Une source non négligeables de pollution par objets en plastique est constituée par un grand nombre de décharges sauvages et souks informels situés à côté des champs de pâture et des fermes.

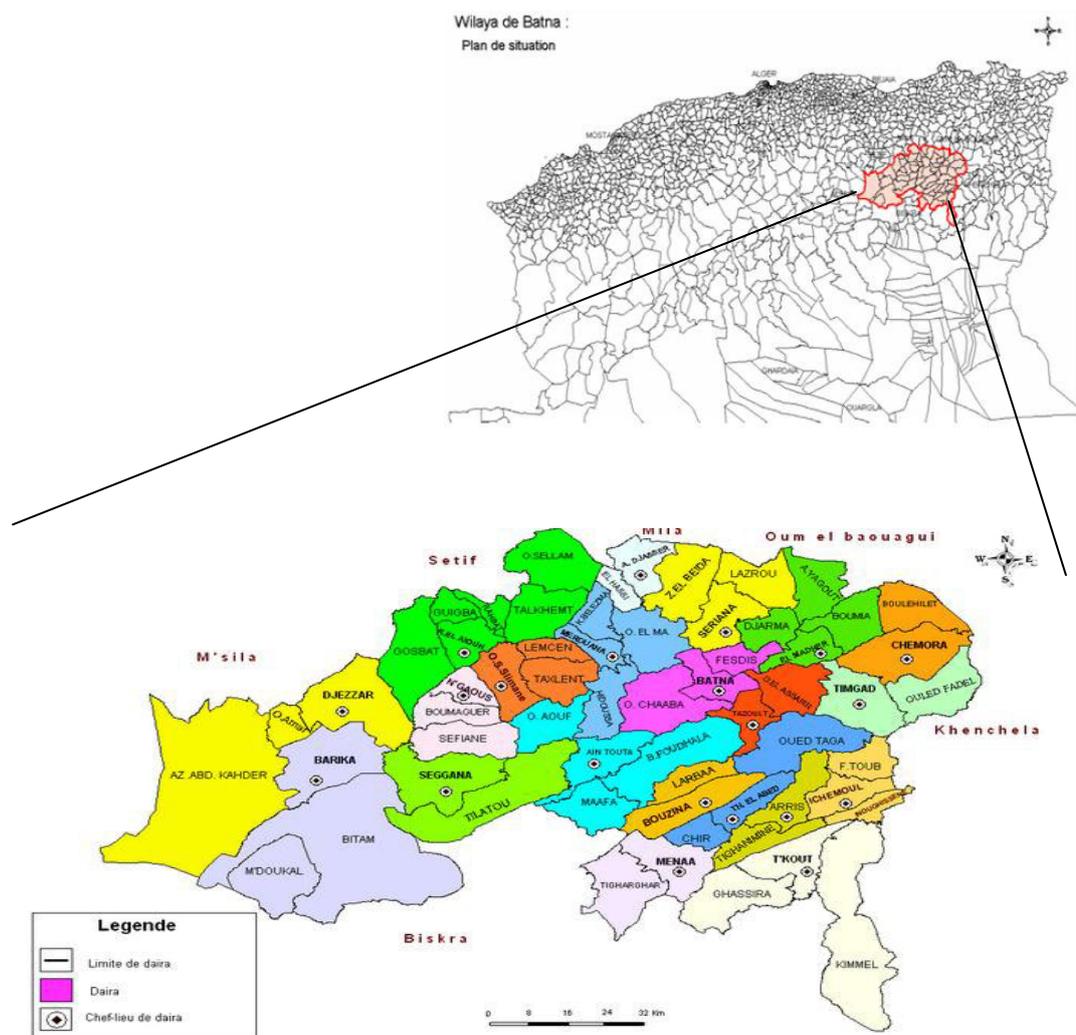


Figure 5: Carte de situation géographique de la ville de Batna

2. Lieu du travail

Les investigations et la récolte des prélèvements ont été réalisées à l'abattoir municipal de Batna.

3. Matériels

3.1. Les animaux

La plupart des animaux destinés à l'abattage proviennent généralement des marchés à bestiaux de toute la wilaya. Une fois arrivée à l'abattoir municipal; ces animaux sont directement abattus sans aucune diète ni contrôle sanitaire ante-mortem.

Les investigations pour l'inventaire et l'identification des différents corps étrangers ingérés par les animaux et l'évaluation de la prévalence du syndrome des corps étrangers non biodégradable (sachet en plastique) ont été réalisées sur un nombre total de 212 bovins dont 175 mâles et 37 femelles sur une période de plus de quatre ans . L'âge de ces animaux varie de 2 mois à huit ans pour les mâles et 8 mois à 10 ans pour les femelles. Les bovins abattus ont été répertoriés par sexe, race (robe) et âge (dentition).

La recherche, le comptage et le pesage des corps étrangers vulnérants et non vulnérants a été réalisé sur des animaux sacrifiés après éviscération et vidange du rumen-réseau (Rouabah, 2007).

3.2. Recherche des lésions macroscopiques

On a procédé après éviscération à une inspection visuelle et à la palpation des viscères afin d'apprécier leur morphologie et leur volume et de détecter d'éventuelles lésions macroscopiques, telles que les adhérences, les abcès, les kystes, les ulcérations et autres...(Rouabah, 2007).

3.3. Les prélèvements

3.3.1. Prélèvement du jus de rumen

Le jus de rumen a été récolté avant l'abattage des animaux, avec ou sans corps étrangers, à l'aide d'une sonde gastrique de type "RylesTube" de taille CH 16 et 1200 mm de longueur, dans des flacons stériles. Ces derniers ont été répertoriés au fur et à mesure et tous les renseignements relatifs aux animaux ont été mentionnés sur un répertoire (âge, sexe, race).

a. Dénombrement des protozoaires (Dehority,2005)

- Microscope optique, objectif x10, muni d'un appareil photo (**OPTIKA B-350**).
- Pipette de 20 μl
- Lamelle
- Compteur
- Eau distillée
- Lame hématimètre (Double Neubauer improved, (Germany) 0.100 mm profondeur- 0.0025 mm²) (photo1). Il s'agit d'une grosse lamelle de verre en forme de porte-objet d'environ 30x70 mm et 4 mm d'épaisseur. Dans une plaque simple, la partie centrale, où se réalise le compte, se divise en 3 zones. Dans la partie centrale, se trouve gravée une réticule. La réticule complète mesure 3mm x 3mm de côté ; divisée en 9 carrés de 1mm de côté chacun (Figure 6).

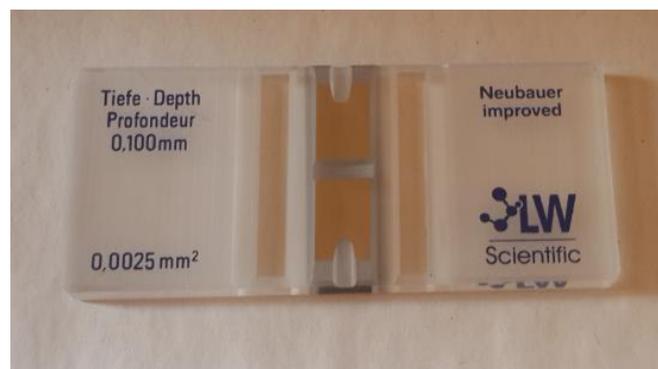


Photo 1 : Lame hématimètre (Double Neubauer improved, Germany)

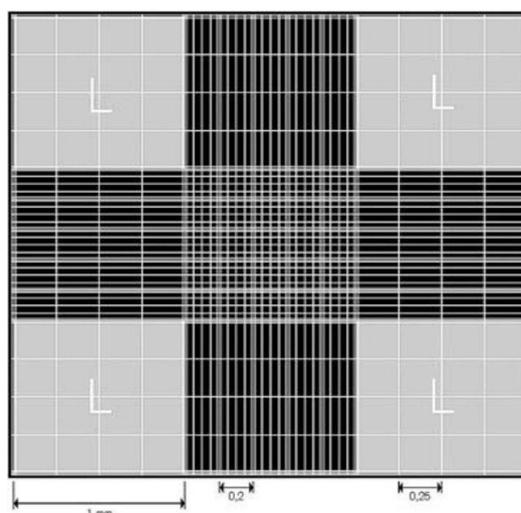


Figure 6 : Représentation schématique des secteurs de comptage de la chambre de Neubauer

3.3.2. Prélèvements sanguins

On réalise des prélèvements sanguins, par une ponction de la veine jugulaire, à l'aide d'une aiguille stérile adaptée d'un diamètre de 18 à 20 gauges, dans des tubes sous vide (Vacutainer) de 4 mL. Le type du tube est choisi en fonction des analyses à réaliser, dans des tubes secs, des tubes héparinés (Héparinate de lithium) ou des tubes EDTA (Acide éthylène diamine tétra- acétique).

- Les prélèvements réalisés sur les tubes vacutainer heparinés et secs sont destinés aux analyses des paramètres biochimiques (le glucose, les protéines totales, l'uréele cholestérol), et les enzymes (l'aspartate aminotransférase (ASAT), l'alanine transaminase (ALAT)) et gamma glutamyl transférase (γ -G T)

- Les prélèvements réalisés sur les tubes vacutainer EDTA sont destinés à des analyses hématologiques (le comptage de globules blancs (WBC ou GB) ; de globules rouges (RBC ou GR) ; d'hémoglobine (HGB) ; de volume globulaire moyen des globules rouges (MCV ou MGV) ; d'hématocrite (Ht ou PCV) ; d'hémoglobine globulaire moyenne (MCH ou TGMH) ; de concentration moyenne des cellules en hémoglobine (MCHC ou CCMH)).

Après la réalisation des prélèvements sanguins, les tubes sont homogénéisés par une agitation douce le plus vite possible et conservés dans des sacs isothermes transportés depuis l'abattoir jusqu'au laboratoire de Biochimie du CHU de Batna.

Les analyses des différents paramètres biochimiques et enzymatiques sont effectuées par l'analyseur COBAS INTEGRA® 400 plus par des kits commerciaux (SPINREACT) Espagne et l'hématologiques par Medonic M- series analyseur.

3.3.3. Prélèvements du foie et du rumen

Afin de réaliser un examen histopathologique, un prélèvement du foie et du rumen ont été réalisés sur tous les animaux avec ou sans corps étranger.

Les morceaux prélevés du foie et du rumen ont été immédiatement fixés dans du formaldéhyde à 10%.

4. Méthodes analytiques

4.1. Mesure du pH du jus de rumen

Ce dernier a été mesuré immédiatement après la réalisation du prélèvement et avant toute manipulation par un pH-mètre de laboratoire de type Digital pH Meter (pH 225, WTW). Ce dernier est étalonné entre chaque prélèvement avec des solutions tampons. La sonde est rincée à l'eau distillée et séchée après chaque mesure. Le jus de rumen prélevé est homogénéisé et les mesures de pH sont effectuées trois fois successives. La valeur retenue est la moyenne de ces 3 mesures.

4.1.1. Technique de dénombrement des protozoaires (Dehority, 2005)

Afin de déterminer le nombre des protozoaires dans le jus ruminal on a effectué un comptage. Pour cela :

1. on a utilisé le jus de rumen filtré sur quatre épaisseurs de gaze fixé avec une solution fixatrice de formaldéhyde :

- **30 ml de formaldéhyde 37%**
- **70 ml d'eau distillée**
- **0.18 g de vert de méthyle**
- **8.0 g de chlorure de sodium**

La solution fixatrice consiste en une forme concentrée d'une solution utilisée pour les populations de petits protozoaires. Elle peut être diluée si besoin. Elle colore le noyau, ce qui facilite l'identification spécifique.

2. Dans des flacons en plastique ; on mélange à volume égal le filtrat du liquide ruminal (5 mL) et la solution fixatrice (5 mL) puis on agite doucement. Les flacons sont conservés à la température ambiante et à la noirceur (milieu sombre) jusqu'au moment de leur utilisation.

a. Procédure du comptage

Après l'agitation de l'échantillon, on prélève 10 µl à l'aide d'une pipette et on le place dans l'hématimètre. On dépose doucement la lamelle à plat de sorte que le liquide migre uniformément sur l'hématimètre. Avec un grossissement x10 d'un microscope optique on fait le comptage des protozoaires dans quatre des neuf grands carrés de la grille de l'hématimètre. Les protozoaires touchant les arêtes supérieures et gauches sont comptés et ceux touchant les arêtes inférieures et droites ne sont pas comptés (la règle peut être changée mais il est important de s'y tenir afin de ne pas compter deux fois certains protozoaires ou en oublier) (Figure 7).

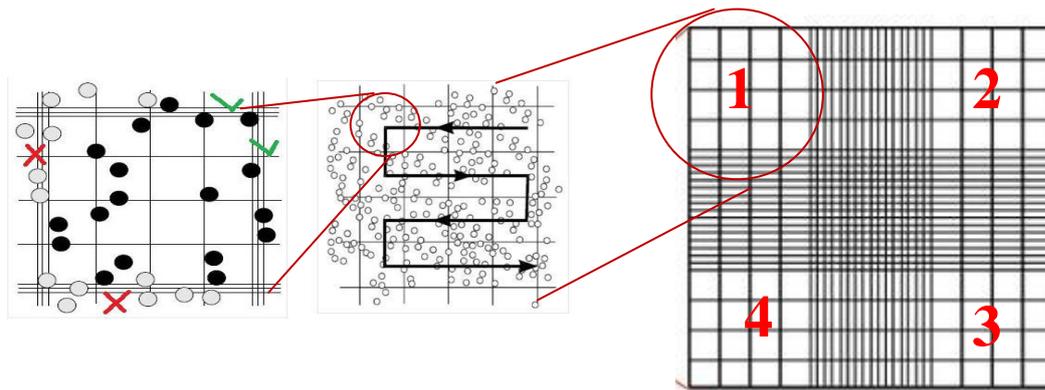


Figure 7 : Méthode de comptage dans l'hématimètre (Neubauer)

On effectue le comptage des protozoaires en triplicata (une nouvelle goutte d'échantillon à chaque fois) et après on calcule la moyenne par chambre. Si le coefficient de variation dépasse 10%, on répète le comptage avec une nouvelle goutte.

Il faut bien nettoyer l'hématimètre et la lamelle à l'eau distillée et bien essuyer à chaque utilisation.

b. Calcul

Les grands carrés dans lesquels sont comptés les protozoaires font 1 mm de côté pour 0.1 mm d'épaisseur.

On compte donc le nombre moyen de protozoaires contenu dans un volume de 0.1 mm^3 soit l'équivalent de 10^{-4} cm^3 ou 10^{-4} ml

Protozoaires /ml =

- Nombre de protozoaires totaux /Nombre de carré = Protozoaires/ Carré ou Protozoaires/0.1 mm.
- si on veut pour 1 mm^3 on multiplie x 10.
- Si on veut par cm^3 (1ml) = ($1000 \text{ mm}^3 = 1 \text{ cm}^3$).
- Protozoaires= 1 mm^3 on multiplie x 1000
- X 1000 mm^3 .
- Résultats x 2 (facteur de dilution).

Donc :

Protozoaires /ml = Nombre de Protozoaires/Nombre de carré x 10 000.

Coefficient de variation accepté =10 %

4.2. Méthodes analytiques biochimiques

4.2.1. Le glucose (méthode de Trinder. GOD-POD)(Bio-Mérieux,1983)

Principe de la méthode

Il s'agit d'un dosage colorimétrique à la suite de deux réactions enzymatiques couplées.

Le glucose oxydase (GOD) catalyse l'oxydation du glucose présent dans l'échantillon en acide gluconique et peroxyde d'hydrogène (H₂O₂).



Ce dernier produit, se détache au moyen de peroxydase (POD) avec un accepteur chromogénique d'oxygène, de phénol-ampirone pour donner un produit coloré. L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de glucose présent dans l'échantillon testé.

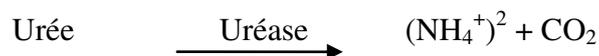


- ▶ La lecture de l'absorbance se fait à 505 nm

4.2.2. L'urée (méthode de Berthelot. Enzymatique Colorimétrique)(Bio-Mérieux,1983)

Principe de la méthode

Il s'agit d'une méthode enzymatique et colorimétrique basée sur l'action spécifique de l'uréase qui hydrolyse l'urée en ions ammonium et carbonate.



Les ions ammonium forment ensuite avec le chlore (ClONa), et le salicylate en présence du catalyseur nitroprusiate un complexe coloré bleu-vert.



L'intensité de coloration est proportionnelle à la concentration en urée dans le l'échantillon testé.

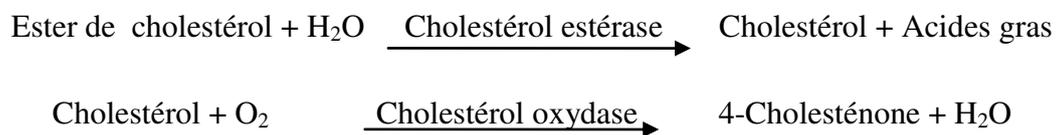
- ▶ La lecture de l'absorbance se fait à 580 nm

4.2.3. Le cholestérol (méthode de CHOD-POD. Enzymatique Colorimétrique) (Bio-Mérieux,1983)

Principe de la méthode

Le dosage du cholestérol total se fait après dissociation des lipoprotéines par des méthodes entièrement enzymatiques qui se reposent sur l'action de deux enzymes la cholestérol estérase et la cholestérol oxydase.

Dans un premier temps, la cholestérol estérase hydrolyse la liaison ester qui lie le cholestérol et l'acide gras dans les molécules de cholestérol estérifié. Ensuite la cholestérol oxydase oxyde le cholestérol devenu libre et le cholestérol non estérifié. Cette réaction aboutit à la libération de molécules de peroxyde d'hydrogène (H₂O₂), selon les réactions suivantes :



La fin de la réaction (appelée de Trinder) assure la quantification de H₂O₂ par une peroxydase et un chromogène phénolique dont l'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de cholestérol présent dans l'échantillon testé.



- ▶ La lecture de l'absorbance se fait à 505 nm

4.2.4. Les protéines totales (méthode deBiuret. Colorimétrique) (Bio-Mérieux,1983)

Principe de la méthode

Il s'agit d'un dosage colorimétrique par la méthode de biuret, pour réaliser ce dosage, on utilise le réactif de Gornall.

Les protéines sériques forment un complexe coloré en présence des sels de cuivre (Cu²⁺) en milieu alcalin. L'intensité de la coloration obtenue est proportionnelle à la concentration en protéines.



- ▶ La lecture de l'absorbance se fait à 550 nm

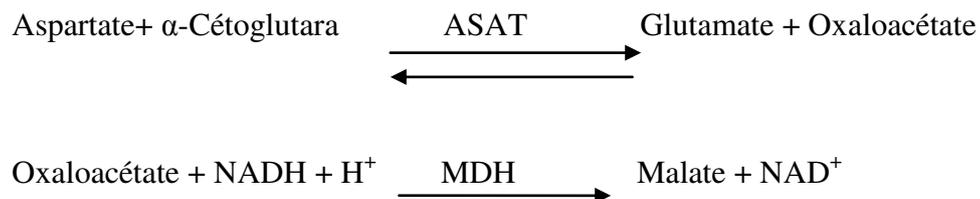
4.2.5. Les transaminases (ASAT et ALAT) (Bio-Mérieux,1983)

Les transaminases sont présentes dans tous les tissus, mais leur présence dans le sang à une concentration élevée est souvent liée avec des maladies du cœur ou du foie. Lors de ces atteintes les enzymes arrivent à la circulation sanguine et leurs niveaux sériques sont augmentés.

4.2.5.1. Aspartate amino-transférase ASAT (TGO)(méthode de NADH. Cinétique UV. IFCC rec) (Bio-Mérieux,1983)

Principe de la méthode

L'aspartate amino-transférase (ASAT), initialement appelée transaminase glutamate oxaloacétique (TGO) catalyse le transfert réversible d'un groupe amine de l'aspartate et l'alpha-cétoglutarate vers la formation de glutamate et d'oxaloacétate. L'oxaloacétate produit est réduit en malate en présence en présence d'une quantité connue de coenzyme NADH+H⁺ et du malate déshydrogénase (MDH).



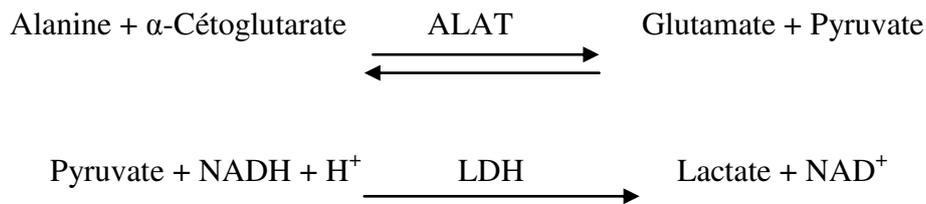
La diminution de l'absorbance due à la conversion du NADH en NAD⁺, et proportionnelle à l'activité ASAT dans l'échantillon.

- ▶ La lecture de l'absorbance se fait à 340 nm

4.2.5.2. Alanine amino-transférase ALAT (TGP) (méthode de NADH. Cinétique UV. IFCC rec) (Bio-Mérieux,1983)

Principe de la méthode

L'alanine amino transférase (ALAT) initialement appelée transaminase glutamique pyruvique (GPT) catalyse le transfert réversible d'un groupe amine d'alanine et l'alpha-cétoglutarate vers la formation de glutamate et de pyruvate. Le pyruvate produit est réduit en lactate en présence de lactate déshydrogéné (LDH) et NADH selon les réactions suivantes :



La diminution de l'absorbance due à la conversion du NADH en NAD⁺, et proportionnelle à l'activité ALAT dans l'échantillon.

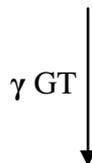
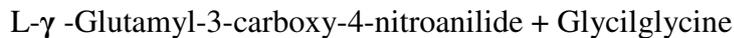
- ▶ La lecture de l'absorbance se fait à 340 nm

4.2.6. Gamma glutamyl-transpeptidase (γ -GT) ou γ -glutamyl-transférase

(méthode de Substrat carboxylé. Cinétique) (Bio-Mérieux,1983)

Principe de la méthode

Dans cette méthode la gamma glutamyl-transférase (γ -GT) catalyse le transfert du groupe γ -glutamyl de la γ -glutamyl-p-nitroanilide au dipeptide accepteur glycylglycine, d'après la réaction suivante :



La vitesse de formation de l'acide 5-aminé-2-nitrobenzoïque déterminé par photométrie est proportionnelle à la concentration catalytique de γ -GT dans l'échantillon testé.

- ▶ La lecture de l'absorbance se fait à 405 nm

4.3. Analyses des paramètres hématologiques

les analyses des différents paramètres hématologiques ont été réalisées au laboratoire de Biochimie du CHU de Batna par un analyseur hématologique automatisé « Medonic M-series analyseur ». Le système Medonic M-series est utilisé pour le comptage de globules

blancs (WBC) ; de globules rouges (RBC) ; d'hémoglobine (HGB) ; de volume globulaire moyen des globules rouges (MCV) ; d'hématocrite (HCT) ; d'hémoglobine globulaire moyenne (MCH) ; de concentration moyenne des cellules en hémoglobine (MCHC) dans des échantillons de sang total traité à l'anticoagulant EDTA.

Tableau n°5 : Méthodes analytiques hématologiques

Paramètres	Références
WBC	
RBC	✓ Medonic M-series Diluent
HGB	Lot 1605-575 Cont 20L REF 1504122 IVD
MCV	
HCT	✓ Medonic M-series Lyse
MCH	Lot 1604-571 Cont 5L REF 1504123 IVD
MCHC	

4.4. Examen histopathologique du foie et du rumen

La réalisation de l'examen histopathologique du foie et du rumen pour une observation sous microscope optique a été réalisée selon la méthode classique qui requiert plusieurs étapes successives : fixation, inclusion, coupe, coloration et montage.

► La fixation

La fixation a pour but de conserver des structures et le durcissement des pièces, elle se fait immédiatement après le prélèvement, le fixateur le plus commun en microscopie optique et le plus utilisé est le formaldéhyde à 10%.

► L'inclusion

Pour la réalisation des coupes fines et régulières. On fait une inclusion dans la paraffine, le prélèvement doit d'abord subir une déshydratation (par immersion dans des bains d'alcool de degré croissant puis dans des bains de toluène) avant d'être coulé dans un moule contenant de

la paraffine fondue par chauffage et devenue liquide. Après refroidissement, on obtient un bloc de paraffine dur, à l'intérieur duquel la pièce prélevée est incluse.

▶ **Les coupes**

A partir du bloc de paraffine sont faites avec un microtome des tranches de section (coupes) de 2 à 5 μm d'épaisseur. Les coupes sont recueillies sur des lames de verre, puis on réalise un étalement et collage des coupes, ce dernier se fait sur des lames de verre après avoir chauffé la paraffine sur une plaque chauffante ce qui entraîne la paraffine à se coller à la lame.

▶ **La coloration**

Afin d'accentuer les contrastes et mieux reconnaître les différentes structures cellulaires et tissulaires de la préparation. Les coupes doivent subir une coloration avec l'Hématoxyline-Eosine (H.E.) associée à l'hématéine qui colore les noyaux en violet et l'éosine les cytoplasmes en rose (Ulrich, 2002).

▶ **Le montage**

Pour disposer d'une préparation microscopique ou lame prête à être observée au microscope optique. Les coupes colorées sont ensuite montées entre lame et lamelle avec une résine synthétique dont l'indice de réfraction est voisin de celui du verre.

4.5. Analyses statistiques

La saisie et l'analyse statistique des données obtenues ont été réalisées :

- ✓ à l'aide du logiciel MYSTAT 12 a student version of SYSTAT 12 software 2007, l'analyse a été réalisée pour la comparaison de deux échantillons indépendants par le test-t de Student.
- ✓ XLSTAT version 2015 a été aussi utilisé pour réaliser le calcul de la moyenne et l'écart-type.

Les différences observées sont considérées comme statistiquement significatives pour toute valeur de $P < 0,01$ et $P < 0,05$.

Résultats & Discussion

I. Investigations au niveau de l'abattoir

I.1. Évaluation de la prévalence des corps étrangers biodégradables et non-biodégradables

Lors de notre enquête au niveau de l'abattoir municipale de Batna on a constaté que les animaux destinés à l'abattage sont principalement des bovins mâles ; des jeunes taurillons et veaux, leurs âges varient de 2 mois à 8 ans, alors que les femelles admises à l'abattoir sont des vaches âgées de plus de 8 mois à 10 ans dont la plupart sont des laitières de réforme. Le nombre global des bovins abattus était de l'ordre 212, dont 175 mâles ; soit 82,55 % et 37 femelles ; soit 17,45%.

La vérification et l'extraction des corps étrangers du contenu du rumen des animaux abattus ont révélé la présence des corps étrangers chez 60 bovins parmi les 212, soit une prévalence de 28,30 %. Parmi ce lot, il y'a 44 mâles ; soit une prévalence de 73,34 % et 16 femelles ; soit une prévalence de 26,66%, comme le montre le Tableau n°6.

Tableau n°6 : Prévalence du corps étranger chez les animaux abattus

Animaux	Animaux examinés	Prévalence	Animaux avec CE dans le rumen	Prévalence
Males	175	82,55%	44	73,34%
Femelles	37	17,45%	16	26,66%
Total	212	100%	60	28,30%

L'ingestion des corps étrangers est fréquente chez les ruminants, en particulier chez les bovins, à cause du particularisme de leur comportement alimentaire et digestif. Cependant les bovins adultes ont un mode de préhension alimentaire non sélectif et non discriminatoire et une mastication initiale sommaire et rapide pouvant conduire à l'ingestion de corps étranger de nature très variée, principalement les corps étrangers non alimentaire et qui sont le plus souvent des objets non biodégradables comme les sachets en plastique. Ceci est considéré

comme l'une des causes les plus fréquentes des troubles digestifs chez les ruminants (Radostatis et al., 1994). Le rumen devient surchargé en raison de la présence des grandes quantités de sac en plastique qui s'accumule pendant une longue période. Ceci rend difficile le passage du contenu du rumen dans le reste du tractus digestif ; provoquant ainsi une affection digestive se traduisant par une surcharge ou impaction (Bhupendra et al., 2005).

Les corps étrangers non biodégradables qui sont ingérés par les bovins se logent le plus souvent dans le rumen, empiétant ainsi sur l'espace ruminal et interférant avec les fonctions physiologiques normales de l'animal (Kumar et Dhar, 2013). La surcharge ou l'impaction du rumen par les corps étrangers non biodégradables (plastique) est intimement liée à la pollution environnementale et qui devient actuellement un problème universel majeur. Cette affection touche les plupart des bovins des régions polluées par le plastique et constitue l'une des indigestions les plus répandus des ruminants (Aref et al., 2013).

L'impaction par le corps étranger en plastique a été signalée dans plusieurs pays comme la Jordanie (Hailat et al., 1996), le Pakistan (Jan-Mohammed et al., 1999 ; Khurshaid , 2013), le Nigeria (Igbokwe et al., 2003 ; Remi-Adewunmi et al., 2004), le Soudan (Mohammed et al., 2006 ; Ghurashi et al., 2009) , l'Inde (Vanitha et al., 2010 ; Hussain et Uppal, 2012), l'Égypte (Semieka, 2010), l'Allemagne (Bhatt et al., 2011), le Rwanda (Mushonga et al., 2015) ,le Congo (Mituga et al., 2015), l'Iraq (Abu-Seida et al., 2016) et l'Éthiopie (Mekuanint et al., 2017 ; Kassahu et Tesfaye, 2017).

La prévalence de l'impaction du rumen (28,30%) de la population bovine dans la présente étude peut être considérée comme élevée. Ces résultats sont supérieurs à ceux rapportés par Dawit et al.(2012) en Éthiopie, par Ngoshe (2012) en Nigéria et par Mushonga et al. (2015) au Rwanda qui étaient respectivement de 23,9 %, 12%, 17,4%.

Ces prévalences sont par contre moins que celles rapportés par Khurshaid et al.(2013) au Pakistan, Sheferaw et al. (2014) en Éthiopie, Negash et al. (2015) au Nigeria et Akinbobola et al. (2016) au Rwanda ; qui étaient respectivement de 59,14 %, 43,4 %, 41,8 % et 38,6 %.

L'impaction avec des corps étrangers indigestes peut être liés à une carence minérale, à une mauvaise nutrition, à l'anémie et à d'autres causes inconnues (Radostits et al., 1994 ; Sanni et al., 1998). Elle peut être due aussi à un accès facile aux sacs des déchets végétaux mélangés aux sachets en plastiques (Spaéis, 1975 ; Radostits et al., 2007). Cette affection est très courante dans les pays en développement, à cause de la mauvaise organisation et gestion de l'alimentation animale dans les petites unités agricoles, surtout quand les propriétaires ne fournissent pas une alimentation de qualité et en quantités suffisantes à leur animaux (Khose et al., 2010).

Selon Misk et al.(1984); la position des déchets en plastique qui provoquent l'impaction du rumen est plus importante que la taille et le poids. Cependant, de nombreux corps étrangers lourds et d'un poids important se trouvant dans le rumen peuvent provoquer des impactions, surtout lorsque l'orifice rumino-réticulaire est complètement obstrué par ces objets et aussi à cause de la pression exercée sur la paroi du rumen qui peut engendrer le blocage de ses contractions.

Cliniquement, l'impaction du rumen est caractérisée par une émaciation, une inappétence et une perte de poids, une salivation mousseuse, une distension et une asymétrie abdominale, une absence d'excréments dans le rectum et l'animal tend à se coucher.

Lors de la nécropsie, les corps étrangers sont généralement emmêlés ensemble et impactés avec l'ingesta du rumen (Meyer et al., 1992 ;Vanitha et al., 2010).

Nos résultats révèlent aussi que la prévalence est plus élevée chez les mâles (73,34%) que chez les femelles (26,66%), constitués en grande partie par des laitières réformées, car l'abattage des génisses et des velles est interdit par la législation Algérienne. Ces résultats concordent avec ceux de Mekuanint et al. (2017). En opposition à nos résultats, une prévalence plus élevée chez les femelles que chez les mâles a été observée par Akinbobola, et al. (2016) et Roman et Hiwot (2010) et qui étaient respectivement de 18,42 % et 20,0 % chez femelles et de 8,06 % et 15,7 % chez les mâles. Ceci peut être expliqué par le fait que le temps d'exposition des femelles à la pollution de l'environnement est plus long car leur durée de vie est tout simplement plus longue. En effet, les femelles sont gardées plus longtemps en vie pour un maximum de rentabilité contrairement aux mâles qui sont abattus précocement. Il est aussi possible que le comportement alimentaire chez les femelles est différent que celui des mâles car leurs appétits est plus grandes. En effet les femelles doivent ingérer des quantités alimentaires plus grandes pour répondre aux exigences nutritionnelles élevées pendant les périodes de gestation et de la lactation (Remi-Adewunmi et al., 2004 ; Khurshaid et al., 2013).

I.2. Inventaire et fréquence des différents types de corps étrangers ingérés par les animaux

Les différents types de corps étrangers trouvés dans la pansa des bovins lors de cette étude sont très variés et sont constitués le plus souvent par d'objets ménagers et d'emballage comme les morceaux de tissu et cuir, les cordes, les trichobezoard, les pierres, les clous et les fils de fer de différentes longueurs mais plus souvent c'était les sachets en plastiques qui dominant comme le montre les photos de 2 à 20.

Ces corps étrangers ingérés par les bovins ont été répertoriés en deux catégories principales, les corps étrangers non-biodégradables (CENB) et les corps étrangers biodégradables (CEB). La prévalence des premiers (CENB) a été de 21,66 % alors que la seconde (CEB) a été plus de 78.33 % comme le montre le Tableau 7.

Tableau n°7: La fréquence des différents types de corps étrangers ingérés par les bovins abattus

Animaux abattus	Animaux avec CE	Animaux avec CENB	Animaux avec CEB
212	60	13	47
Prévalence		21,66 %	78,33 %

Ces résultats corroborent avec ceux de Misk et al. (2001), Igbokwe et al. (2003), Roman et Hiwot (2010), Tesfaye et al. (2012), Fasil (2016) et Mekuanint et al.(2017). Cette similitude peut être expliquée par le fait que les déchets qui polluent l'environnement sont de même nature. Les résultats de cette étude montrent aussi que les déchets en plastiques constituent la plus grande partie des corps étrangers non-biodégradables couramment trouvés dans le rumen. Ce constat est en accord avec Kahn et al. (1999) qui a signalé que la majeure partie des corps étrangers non-biodégradables trouvés dans la pansa des buffles sont constitués par des déchets en plastique. Bhupendra (2005) a noté que 95% des bovins urbains errants en Inde souffrent de diverses affections dues à des matières dangereuses dans leur abdomen, dont 90% sont des sacs en plastique. Il impute ceci aux matériaux utilisés pour le stockage des déchets, aux sacs

à provisions et des produits alimentaires qui sont ingérés par les animaux en pâturage libre en particulier dans les villes et villages. Bakhiet (2008) a également signalé que les corps étrangers les plus répandus chez les ruminants au Soudan sont constitués de sacs en plastique et qu'un nettoyage de l'environnement réduira de façon substantielle le syndrome du corps étranger. De leur part ; Roman et Hiwot (2010) sont aussi arrivés aussi à la même conclusion.

Saulawa (2012) a montré que les différents types de substances non digestibles trouvés lors de son étude sont les objets en nylon, les boules de poils, les sacs en polyéthylène et les métaux. Ces trouvailles sont également similaires aux résultats d'Abebe et Nuru (2011) qui montrent que les sacs en plastique sont le plus fréquemment incriminés que les autres substances et qu'ils sont la cause la plus importante des cas de l'impaction du rumen.

Radostits et al. (2007) ont montré que les incidences de l'ingestion des corps étrangers étaient aussi importantes chez les ovins et les caprins, malgré le mode de préhension alimentaire discriminatoire des petits ruminants qui sélectionnent les objets qui devraient être avalés par la langue. Ces résultats sont confirmés par les travaux de Suhair-Sayed (2012) ; Arashet al., (2012) ; Negash et al. (2015) et Fasil (2016). Les objets les plus souvent rencontrés sont les objets en plastique suivies de cordes, des tissus, des graines sèches, des objets métalliques, papier et trichobezoard.

L'analyse des résultats montre que les pays qui autorisent les emballages en plastiques sont les plus exposés à la pollution et à l'impaction du rumen car il est difficile de soustraire les animaux au contact de ces déchets. Les animaux maintenus sans aliments lors de transit et quarantaine dans les frontières manifestent souvent le pica et sont en contraintes de brouter et d'ingérer différents déchets notamment les étoffes et le plastique qui est disponible en grande quantité vu la nature de ces lieux où on utilise beaucoup les sachets en matière plastique. Cependant, le pica peut parfois être associé à une carence en phosphore, à l'anémie, les carences en fer et en cobalt et autres causes inconnues (Fraser et Broom, 1990; Radostits et al., 1994).

Les pâturages souillés ainsi que les parcours jonchés des déchets non-biodégradables constituent un risque inévitable de l'impaction du rumen des grands animaux comme des petits (Mituga et al., 2015).



Photos 2,3,4,5 : Des morceaux de cuir retirés du rumen-réseau des bovins



Photos 6,7 : Des sachets en plastique et des morceaux de tissu retirés du rumen d'un bovin



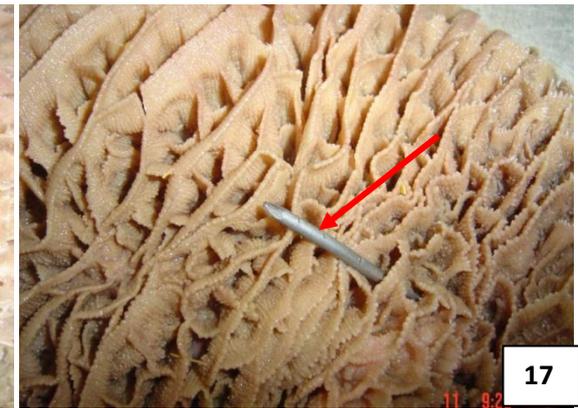
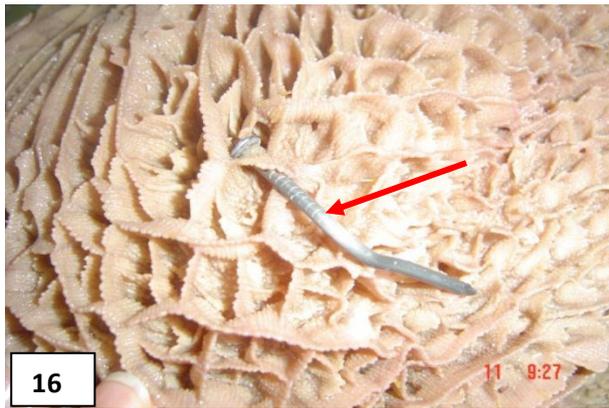
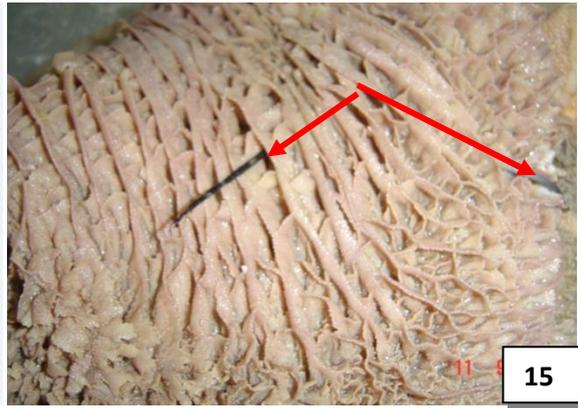
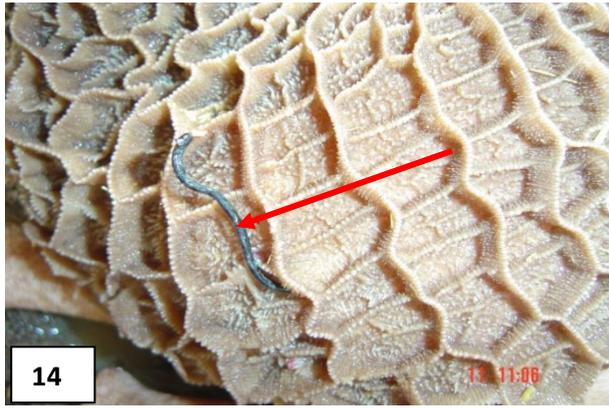
Photos 8, 9 : Morceau de tissu et des cordes retirés du rumen-réseau d'un bovin



Photos 10,11 : Tissus, cordes, sachets en plastique retirés du rumen-réseau



Photos 12,13 : Sachets en plastique et trichobezoard trouvés dans les pré-estomacs d'un jeune bovin



Photos 14,15,16,17 : Des clous , fils de fer plantés dans le reseau



Photo 18 : Des clous retirés du rumen

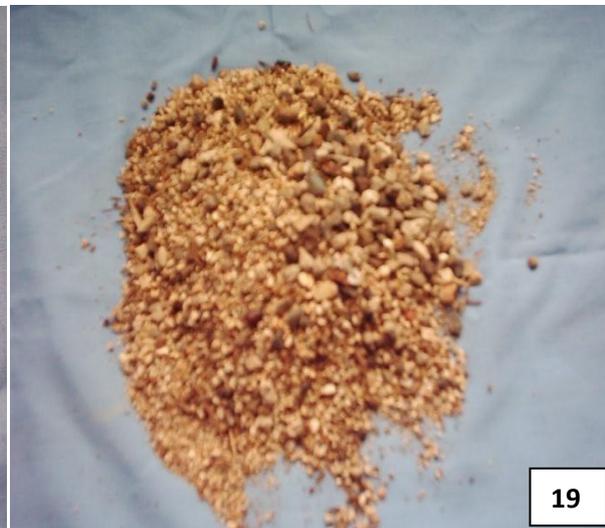


Photo 19 : Du gros sable trouvé dans le rumen d'un bovin



Photo 20 : Des différents calibres de trichobezoards retirés du rumen de plusieurs bovins

I.3. La prévalence des corps étrangers selon des différents groupes d'âges

Comme il est illustré dans le Tableau 8, la prévalence des corps étrangers ingérés par les animaux abattus âgés de moins de 2 ans a été de 27,28 %. Cependant, 15 animaux parmi les 55 présentaient des corps étrangers dans leur rumen. Pour les animaux âgés de 2 à 3 ans, 27 cas étaient recensés sur un nombre global de 27 bovins avec une prévalence de 24,11%. En outre, sur un total de 45 bovins adultes âgés de plus de 3 ans, on a enregistré 18 cas qui avaient un corps étranger dans leurs rumens ce qui représente une prévalence de 40%.

Tableau n°8: Prévalence des corps étrangers ingérés selon des différents groupes d'âges

Age des animaux (an)	Nombre d'animaux examinés	Nombre d'animaux avec CE	Prévalence
< 2	55	15	27,28 %
2-3	112	27	24,11 %
> 3	45	18	40 %

L'analyse des résultats montre que le groupe d'âges de bovins âgés de plus de trois ans présente la prévalence la plus élevée suivi par les plus jeunes âgés de moins de 2 ans et enfin par ceux âgés ente 2 à 3 ans. Ceci est en accord avec les résultats rapportés par Abebe et Nuru (2011) en Éthiopie et de Bwatota et al. (2018) en Tanzanie qui ont signalé une prévalence plus élevée de corps étrangers chez les ruminants plus âgés. De même Igbokwe et al. (2003), Roman et Hiwot (2010), Saulawa et al. (2012) montrent que les animaux plus âgés sont plus fréquemment affectés avec les objets non-biodégradables que les plus jeunes. Ceci peut être expliqué par la durée d'exposition des animaux âgés aux aléas de l'environnement.

I.4. Résultat des recherches des lésions macroscopiques

L'inspection des estomacs durant notre enquête à l'abattoir de Batna, a montré la présence de lésions macroscopiques de la paroi du rumen-réseau chez un certain nombre d'animaux avec des corps étrangers non biodégradables.

Des lésions macroscopiques multiples et variées comme les congestions, les hémorragies, les rabougrissements, les fléchissements, les atrophies et les amincissements des papilles (comme le montrent les photos de 21 à 31) ont été constatées. Des zones d'érosion et d'ulcération ont également été observées dans le rumen-réseau de tous les bovins hébergeant une grande quantité de sacs en plastique (photos 1, 2, 3, 8, 9). Des cicatrices et des lésions nodulaires étaient également présentes (photo 10). Le mur du rumen-réseau était plus mince que la normale et présente une paroi légère et d'apparence marbrée ainsi que des papilles comprimés (photos de 4 à 7).

Hailat et al. (1997) après la réalisation d'un examen macroscopique du rumen avec du plastique a révélé qu'il avait des zones de congestion, des rabougrissements des papilles, des épaissements de la paroi, des érosions, des ulcérations et la formation de cicatrices. Dans les papilles clairsemées, il y avait des raccourcissements avec une distribution irrégulière. Dans d'autres régions, la perte complète de plaques de papilles était évidente. La desquamation de la muqueuse avec des zones érodées, ainsi que des zones d'épaississement de la paroi de type nodulaire ou de forme irrégulière (zones prolifératives étendues) ont également été observées aussi.

Bakhiet (2008) a montré que les animaux exposés aux corps étrangers non-biodégradables souffrent d'affections qui entraînent une inflammation de la paroi ruminale. Ceci est dû à l'irritation induite par le corps étranger ou à des substances chimiques produites et libérées

par les sacs en plastique. Elle conclut aussi que les corps étrangers ingérés (les plastiques en particulier) peuvent jouer un rôle important dans la pathogenèse de la ruménite et représentent un type distinct de cette dernière. L'hyperplasie ruminale qui peut apparaître peut constituer un sol fertile pour la prolifération cancéreuse qui peut éventuellement survenir.

Bhatt et al. (2011) lors d'un examen macroscopique du rumen avec corps étranger non-biodégradable (plastique) a révélé de son côté des zones de desquamations, d'hémorragies, de congestions et un retard de la croissance des papilles ruminales.

Bhaskara-Reddy et Sasikala (2012) rapportent aussi que le rumen se rétrécit, et que la paroi de ce dernier présente souvent des signes de rumenites, avec des piliers ruminiaux qui présentent des congestions et des ulcérations de leurs muqueuses

Nos résultats vont dans le même sens que ceux évoqués par Kumar et Dhar (2013) et Abdelaal et EL-Maghawry (2014). Ils rapportent que l'accumulation des sacs en plastique et d'autres matériaux indigestibles pesant de 1,5 à 4,5 kg mélangés à l'ingesta de la vache entraînent des occlusions partielles du rumen. L'examen macroscopique a montré que l'effet physique d'un poids assez important des corps étrangers conduit au rabougrissement et au dépouillement des papilles ruminales.

Ces lésions seraient dues à l'irritation constante de la paroi du rumen-réseau par la pression exercée par les mouvements continus des sacs en plastique du fait de l'encombrement de leurs volumes et poids. Ils entraîneraient le plus souvent des actions compressives, obstructives ou carrément abrasives. Il s'ensuit par l'apparition d'érosion des papilles de la muqueuse du rumen ainsi que des inflammations et hyperplasies de la muqueuse épithéliale au niveau des piliers du rumen. Il serait également possible que certaines lésions puissent résulter des substances toxiques libérées par les sacs en plastique comme rapportée par Otsyina et al. (2017).



Photo 21: Ulcération du rumen causée par un CENB

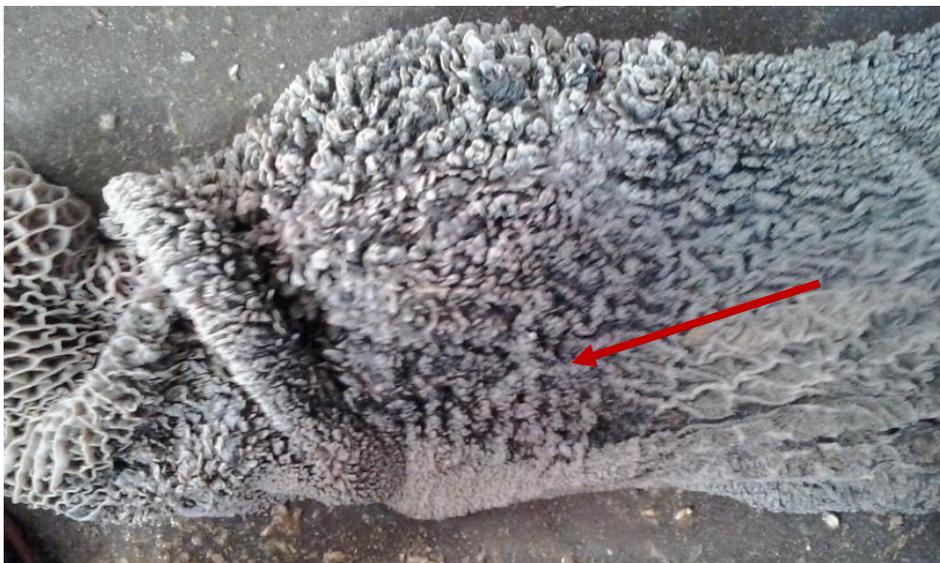


Photo 22 : Congestion et destruction des papilles causées par un CENB



Photo 23 : Zone d'hémorragie du rumen causée par un CENB



Photo 24 : Nécrose du rumen causée par un CENB



Photo 25 : Ulcération du rumen causée par un CENB

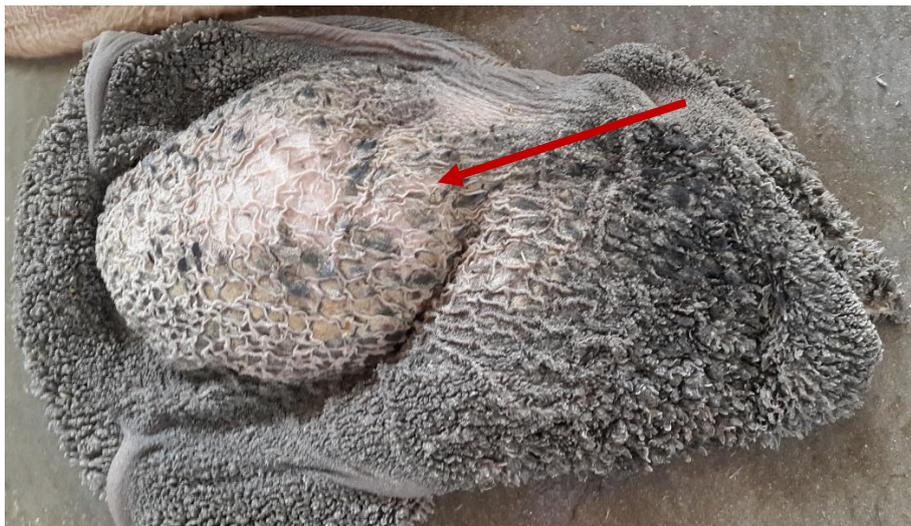


Photo 26 : Desquamation des papilles ruminales et des zones nécrosées



Photo 27 : Des zones nécrosées



Photo 28 : Rabougrissement, la flexion des papilles



Photo 29 : Irritation des papilles du rumen



Photo 30 : Ulcération et des lésions nodulaires dans le rumen



Photo 31 : Une destruction, dégénérescence et une hyperplasie des papilles

II. Résultats des examens histologiques du rumen

L'examen histologique de la paroi ruminale des échantillons réalisés sur des sujets sains montre que la structure de la paroi du rumen est constituée de quatre couches : la muqueuse, la sous-muqueuse, la musculuse et la séreuse. La muqueuse porte des papilles soutenues par un axe conjonctif (photo 32 à 34)

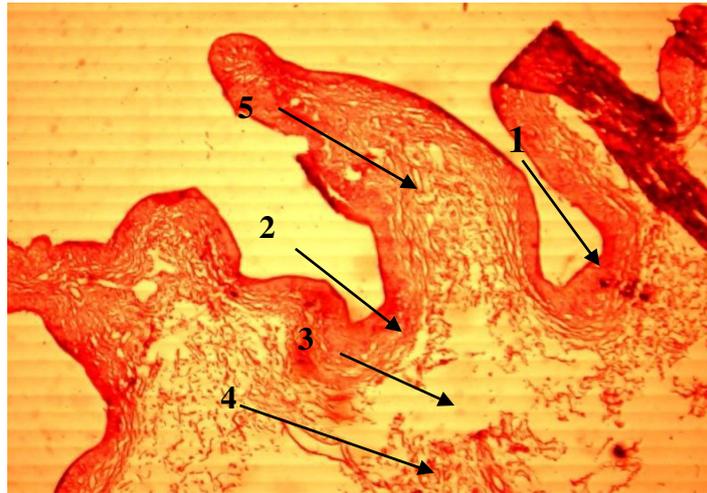


Photo 32 : La muqueuse (1), la sous-muqueuse (2), la musculuse (3) et la séreuse (4), (5) la muqueuse porte des papilles soutenues par un axe conjonctif (grossissement x40)

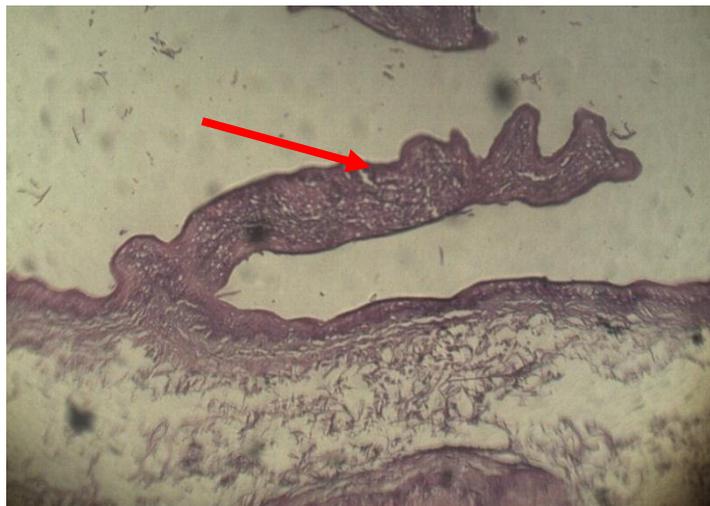


Photo 33 : Une papille ruminale normale. (grossissement x40)



Photo 34 : Papilles bien développées et allongées.
(grossissement x40)

La muqueuse apparaît composée de franges bordées par un épithélium malpighien pluristratifié. C'est un épithélium pavimenteux kératinisé reposant sur un chorion dense dans lequel sont présents des vaisseaux sanguins. La sous-muqueuse, de nature conjonctive, est également riche en vaisseaux. La musculature présente une couche interne (cellules musculaires lisses circulaires) et une couche externe (cellules musculaires lisses à disposition longitudinale). Les vaisseaux sont moins nombreux à ce niveau. La séreuse est de nature conjonctive (Seck et al., 2007).

Selon Otsyina et al. (2017) chez les animaux sans corps étranger non-biodégradable, toutes les papilles étaient présentes, bien développées et allongées, sous les formes longues, intermédiaires et courtes. L'épithélium stratifié des papilles était mince et continu sans interruption. La muqueuse était intacte sans projection dans la sous-muqueuse sous-jacente. La sous-muqueuse a un bon tissu conjonctif avec peu de canaux lymphatiques. La couche musculaire et la séreuse n'avait pas de lésion.

Les coupes histologiques des échantillons prélevés du rumen-réseau contenant des sacs en plastique (photo de 35 à 39) ont montré une grande diversité de lésions. On a observé surtout des lésions de ruptures fragmentaires ou segmentaires, de destructions, des nécroses, des dégénérescences et des hyperplasies focales (voire métaplasie) de l'épithélium kératinisé. Les papilles sont raccourcies, élargies, atrophiées, pliées et comprimées. La longueur des papilles était réduite. Ces changements histopathologiques observés peuvent être attribués à l'irritation mécanique induite par les sacs en plastique ou les substances chimiques libérées par ces corps étrangers non-biodégradables (Bakhiet, 2008 ; Raoofia et al., 2013).

La muqueuse du rumen-réseau (photo 36) était épaisse et certaines zones étaient perturbées, dégénérées et hyperplasiques. Les cellules de la muqueuse présentent une dégénérescence hydrophile et une vacuolisation œdémateuse. La sous-muqueuse est élargie avec des vaisseaux lymphatiques dilatés et œdédiés. Le tissu conjonctif avait des zones de dégénérescences et de nécrose et une certaine fibrose avec une augmentation de l'infiltration des cellules mononucléaires. La musculature était hypertrophique et œdémateuse avec la séparation des muscles des fibres. L'œdème de la muqueuse et de la sous-muqueuse pourrait être dû à un écoulement de liquides à travers la paroi ruminale à la suite des dommages physiques causés par la présence des sacs en plastique. L'œdème cellulaire pourrait être aussi le résultat des dommages épithéiaux résultant de l'hydrophilie de la dégénérescence cellulaire (Bakhiet, 2008).

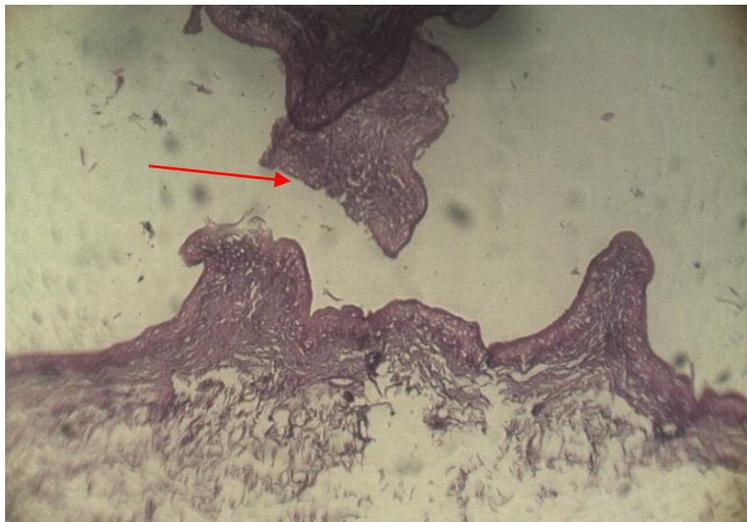


Photo 35 : Des papilles atrophiées et détruites
(grossissement x40)

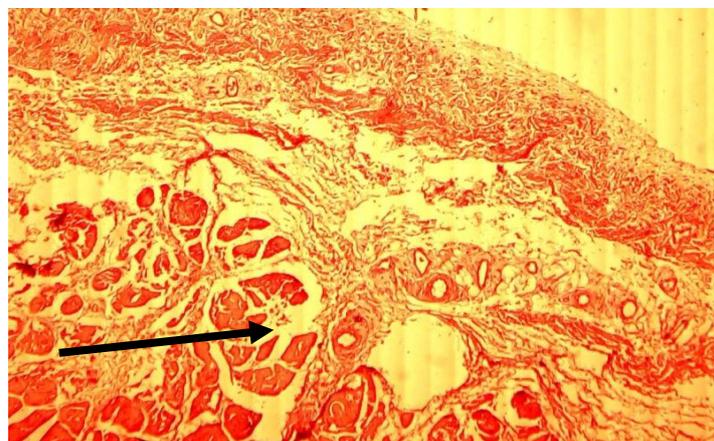


Photo 36 : Une muqueuse épaisse, une séparation de la couche musculaire due à l'œdème
(grossissement x40)



Photo 37 : Des papilles atrophiées, pliées et comprimées (grossissement x40)



Photo 38 : Atrophie d'une papille ruminale (grossissement x40)



Photo 39 : Rupture d'une papille ruminale (grossissement x40)

Dans une étude réalisée par Balabawi (1996), il mentionne que l'histologie des coupes de la muqueuse ruminale des animaux ayant ingéré du plastique montre différents niveaux lésionnels. A cet effet, il cite des lésions caractérisées par une hyperplasie modérée de l'épithélium avec une infiltration cellulaire inflammatoire du chorion des papilles ruminales. L'épithélium est le siège d'une hyperkératose, des lésions sévères de rumenites chroniques avec des ulcérations. Ces dernières ont un socle fibreux. L'épithélium est aussi hyperplasique avec une hyperkératose, parakératosique à orthokératosique. Enfin les papilles sont atrophiées ou ont partiellement ou totalement disparu.

Par ailleurs Hailatet al. (1996 - 1998), Bhanudas-Patil (2004) et Otsyina.et al. (2017) ont trouvé que l'examen histopathologique du rumen surchargé par du plastique, révèle des lésions nécrotiques coagulantes extensives ou superficielles affectant la muqueuse et la sous-muqueuse, parfois des lésions de type érosives et occasionnellement de type ulcératif. Une hyperémie marquée et inflammatoire avec infiltration cellulaire principalement de granulocytes neutrophiles dans la muqueuse et parfois s'étendant dans la sous-muqueuse. L'hyperplasie épithéliale focale qui touche la muqueuse dans différentes régions était également proéminente. Des projections en forme de doigt de longueur variable, se développant vers la lamina propria et la sous-muqueuse sous-jacente et dans certains cas, atteignant la musculature. Il y a aussi plusieurs figures mitotiques et des cellules avec plus d'un nucléole observées dans les foyers hyperplasiques.

La plupart des lésions décrites par ces différents auteurs sont très proches de celles qu'on a trouvés dans la présente étude.

III. Résultats de mesure du pH du jus de rumen

Tableau n°9: pH du jus de rumen examine chez les animaux avec et sans CENB

Paramètre	Animaux avec CENB n=60	Animaux sans CENB n=152	Valeur de P	Valeurs de références
pH	6.689±0.623	6,627±0.536	0,476 NS	6.5-7.2 Jean-Blain (2002) 6.5-8 Philip et al.(2011) 6-7 Garry & McConnel (2015) 6.2-7.2 Constable et al.(2017)

Les valeurs sont représenté par la moyenne ± écarte type.

NS : Indique une différence non significative par rapport au groupe sans CEB à P <0,05

L'examen du liquide ruminal est souvent essentiel pour aider à déterminer l'état du rumen-réseau, et l'environnement de l'animal. Il a aussi une valeur incontestable dans le diagnostic des maladies liées au tube digestif, en particulier celles des compartiments pré-gastriques, car la microflore ruminale est très sensible aux changements externes et internes auxquels les animaux sont régulièrement soumis. Le jus ruminal peut être examiné pour les aspects physiques ainsi que les caractéristiques chimiques telles que le pH (Garry & McConnel, 2015).

Dans les conditions normales, un rumen sain et en bon fonctionnement, est caractérisé par un pH légèrement acide. Le pH du milieu ruminal est la résultante des productions acides, des tampons salivaires et tampons propre de la ration. Les mesures du pH faites dans les conditions de terrain, conduisent souvent à des gammes beaucoup plus larges allant des valeurs parfois inférieures à 5 (état d'acidose ruminale) à des valeurs supérieures à 7.5 (état d'alcalose). De telles déviations du pH qui sortent des zones dites de normalité, sont la conséquence de déviation fermentaire générée elle-même par des déséquilibres alimentaires (Constable, 2017).

Dans la présente étude, les valeurs du pH ruminal obtenues sont dans l'intervalle des normes citées par Jean-Blain (2002) ; Philip et al.(2011) ; Garry & McConnel (2015) et Constable et al. (2017). L'étude statistique et la comparaison des moyennes ont révélé des différences non significatives entre les différents groupes d'animaux.

Cependant on note une valeur de (6.68 ± 0.62) chez les animaux souffrant d'impaction dans leur rumen et ($6,62 \pm 0.53$) chez les animaux sains, ces valeurs sont presque similaires comme le montre le Tableau 9.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Turkar et Uppal (2007) qui ont trouvé une valeur de (7.00 ± 0.10) , de même pour Vijaya Bhaskara (2012) et Ravindra et al.(2014) qui ont rapporté que l'examen du liquide ruminal révèle un pH de 7 chez les animaux avec du plastique dans leur rumen. Toutefois, selon Rammehar et al. (2015) le pH chez les animaux atteints était marginalement inférieur à celui du groupe témoin, mais pas de différence significative entre les deux groupes d'animaux et rapportent une valeur presque identique à nos résultats (6.80 ± 0.40).

De leur part Akraiem et Abd Al-Galil (2016) ont démontré une augmentation significative du taux du pH ruminal avec une valeur de (8.0 ± 0.28) à $P < 0,01$. Ce pH alcalin est en fait dû à la présence du plastique impacté dans le rumen et qui peut provoquer un blocage partiel ou complet des orifices rumino-réticulaire. Car le plastique ingéré entrave le processus de fermentation du mélange ruminal et entraîne des indigestions.

Approximativement semblables à ces résultats, Bhanudas-Patil (2004) dans son étude a rapporté une valeur de (7.49 ± 1.73) à $P < 0.01$ et explique que l'augmentation du pH du jus ruminal peut être due à la réduction totale de la concentration en acides gras volatils engendrée par la perturbation de l'activité microbienne et à la réduction du nombre total des protozoaires. Il ajoute aussi que l'augmentation du pH du rumen suite à l'impaction et l'indigestion causée par la présence de corps étrangers se caractérise par une prédominance des bacilles gram négatif, qui sont responsables de l'inversion du pH de la gamme normale à la gamme alcaline. Le changement du pH du jus de rumen peut être aussi dû à la faible capacité du pouvoir tampon du fluide ruminal contre la production d'une grande quantité d'ammoniac.

Par ailleurs des études réalisées sur les caprins, Gulabrao (2009) rapporte qu'il y a une augmentation significative du pH à $P < 0,01$ avec une valeur de ($8,14 \pm 0,22$), contrairement à Abdelaal et El-Maghawry (2014) qui ont révélé une diminution significative du pH à $P \leq 0.05$ avec une valeur de (5.08 ± 0.09). Ceci peut être attribué à la présence des corps étrangers à l'intérieur du rumen qui donne une acidose ruminale subaiguë conduisant à la réduction du pH.

VI. Résultats du dénombrement des protozoaires

Tableau n°10: Le nombre des protozoaires du jus de rumen chez les animaux avec et sans CENB

Paramètre	chez les Animaux avec CENB n=60	chez les Animaux sans CENB n=152	Valeur de P	Valeurs de références
Concentration des protozoaires x 10 ⁴ cellules/ml	18.29±20.82	81.684±12.27	0,027**	10 ⁴ -10 ⁶ /ml Fonty et al.(1995) ; Anil Kumar et al.(2015) ; Dehority (2005)

** Indique une différence très significative par rapport au groupe sans CEB à P <0,05

Les valeurs sont représentées par la moyenne ± écarte type

D'après l'analyse des résultats obtenus dans le Tableau 10 , on peut constater que le nombre total des protozoaires chez les animaux avec impaction est de $18.29 \pm 20.82 \times 10^4$ cellules /ml, alors que le nombre total des protozoaires chez les animaux sains est de $81.684 \pm 12.27 \times 10^4$ cellules / ml. Ces résultats sont dans l'ordre des valeurs décrites par Fonty et al.(1995) , Dehority (2005) , Anil Kumar et al.(2015). Par ailleurs, on observe que les animaux avec un corps étranger dans leur rumen ont montré des valeurs relativement inférieures par rapport aux animaux sans corps étranger. L'étude statistique et la comparaison des moyennes ont révélé une différence très significative à P < 0,05 entre les deux groupes d'animaux.

D'après Kiro (2017) la présence, la diversité et l'activité des protozoaires du rumen sont des indicateurs indirects de la santé ruminale. Les protozoaires du rumen sont très réactifs aux changements de leur environnement. Ils peuvent bien fournir une mesure très sensible de la santé et le fonctionnement du rumen. Le jus de rumen normal doit contenir une variété de protozoaire de taille (petite, moyenne et grand) et de forme (plus de 40 protozoaires par champ microscopique visuel). Ces protozoaires doivent aussi être actifs (10 protozoaires par champ microscopique sur une période de 30 secondes).Un nombre faible des protozoaires, des protozoaires inactifs, perte de diversité sont des indicatifs d'un environnement ruminal atteint par un trouble digestif.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Nambi (1993) qui a rapporté une diminution significative dans le nombre total des protozoaires chez les animaux souffrant de plastique dans le rumen-réseau avec une valeur de $24,6 \pm 0,95 \times 10^4$ cellules /ml comparativement aux bovins en bonne santé avec une valeur de $44,3 \pm 12,80 \times 10^4$ cellules /ml , aussi avec ceux de Wawre (2002) qui a décrit une diminution significative dans le nombre des protozoaires chez les bovins avec le syndrome du corps étranger non-pénétrant.

Par ailleurs, Fonty et al. (1995) ont rapporté que la composition du mélange de protozoaire et leur nombre dépendent de facteurs qui font intervenir simultanément l'animal, l'aliment et la région géographique où vit l'animal hôte. Parmi ces facteurs, l'aliment est considéré comme le plus important. Il conditionne la fourniture de nutriments et agit sur les paramètres physico-chimiques du milieu (pH, concentration des métabolites, renouvellement des phases liquide et solide, taille et densité des particules solides, etc...) qui interviennent également dans la régulation de la population des protozoaires.

Cependant, Bhanudas Patil (2004) a démontré qu'une différence significative à $P < 0,01$ a été observée lors de dénombrement des protozoaires, la réduction du nombre total des protozoaires due à la putréfaction de l'ingesta ruminal causée par la présence des corps étrangers, provoque par la suite une alcalose, une perte de la motricité neuro-musculaire du rumen-réseau et finalement une stase. Il a signalé aussi qu'une augmentation proche de la normale dans le nombre des protozoaires après le retrait du corps étranger et l'élimination des toxines putréfiantes diffusées dans le rumen, tandis que Gulabro (2009) a rapporté qu'un nombre réduit de protozoaire trouvé chez les animaux avec un corps étranger, immédiatement après la correction opératoire leur nombre dans le rumen augmente progressivement avec un changement du pH.

De leur côté Rammehar et al.(2015) ont observé une diminution significative à $P < 0,05$ avec une valeur de $(33 \pm 3,69 \times 10^4$ cellules /ml), par rapport au groupe témoin, cela peut être attribué à l'altération de l'environnement rumeno-réticulaire due à la perturbation de l'ingesta et à la baisse du pouvoir tampon qui rend le milieu défavorable à la survie des protozoaires. Cette diminution est également soutenue par l'atonie des pré-estomacs et le non-mélange du contenu ruminal.

V. Résultats des paramètres biochimiques

1- Le glucose

Les résultats obtenus à partir des analyses biochimiques du glucose sanguin Tableau 11, ont montré que les animaux atteints (animaux avec CENB) ont une glycémie élevée de ($92,3 \pm 27,2$ mg / dl) par rapport au groupe témoin (animaux sans CENB) ($75,2 \pm 20,5$ mg / dl) , et sont relativement supérieurs aux normes citées par Brugère-Picoux (2002) et Bellier (2010). L'étude statistique a révélé une différence significative à $P < 0,01$.

Tableau n°11: Valeur biochimique sérique de la glycémie chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Paramètre	Animaux avec CENB	Animaux sans CENB	Valeur de P	Valeurs de références
Glycémie (mg/dl)	92.3 ± 27.2	75.2 ± 20.5	0.003**	40-70mg/dl Brugère-Picoux (2002) 50-70mg/dl Bellier (2010)

** Indique une différence très significative par rapport au groupe sans CEB à $P < 0,01$

Les valeurs sont représentées par la moyenne \pm écart type.

Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Tripathi et al. (2016) (120.20 ± 18.80 mg/dl) , Rammehar et al. (2015) (102.30 ± 11.39 mg / dl) , Hussain et al. (2010) ($85,91 \pm 12,42$ mg / dl), Turkar et al. (2007) ($125,40 \pm 20,12$ mg / dl) et ne sont pas en accord avec El-Attar et al. (2007) ($42,0 \pm 13,0$ mg / dl), Vanitha et al. (2010) ($42,78 \pm 2,02$ mg / dl), Akinrinmade et al. (2012) ($31,08 \pm 1,25$ mg / dl) qui rapportent une diminution de la glycémie chez les animaux souffrant d'une impaction ruminale par les corps étrangers non digestibles.

Cette augmentation du glucose peut être due à un stress d'impaction du rumen conduisant à une libération d'adrénocorticoïde, qui a un effet glycolytique, aboutissant à une hyperglycémie. La sécrétion d'insuline chez les ruminants est induite par le butyrate et le propionate (Mann et Boda, 1966), ce qui peut entraîner une suppression de la gluconéogenèse et une augmentation de la lipogenèse. Après l'impaction du rumen, les acides gras volatils ne sont pas synthétisés en quantité suffisante pour répondre à la demande énergétique de

l'animal. L'animal doit donc dépendre de l'oxydation du glucose plutôt que de l'acide gras volatil pour le métabolisme (Kaneko et al., 2008).

Contrairement à ces résultats et de leur côté Valdez et al. (1977) et Opara et al.(2010), ont expliqué qu'un faible taux de glucose chez les petits ruminants pourrait être attribué à des niveaux élevés d'acides gras libres et de cholestérol associés à une réduction de l'apport énergétique et à une diminution de la disponibilité chez les animaux présentant une impaction du rumen par un le corps étranger. Cela pourrait aussi être un facteur contribuant à l'inhibition de la synthèse du glucose, ou pourrait être responsable d'une meilleure absorption par les cellules.

Selon Chorfi et Girard (2005) dans les conditions normales, l'apport énergétique est de loin le facteur alimentaire le plus critique ayant un impact sur la santé, la lactation et la reproduction des animaux. La valeur du glucose sérique peut renseigner sur l'apport énergétique de la ration, principalement sur la quantité de précurseur du glucose produit par la biomasse ruminale. Une valeur basse du glucose implique un bilan énergétique négatif, par contre, une valeur élevée du glucose est un indicateur d'une acidose du rumen.

2-L'urée

La valeur de l'urée obtenue au cours de cette étude a révélée une augmentation significative à $P < 0,05$. L'urée chez les animaux avec CENB est représentée par une valeur de $(5.24 \pm 1.25$ mml/l). Alors que, chez les animaux sans CENB il est de $(4.51 \pm 1.44$ mml/l), selon les résultats mentionnés dans le Tableau12.

Tableau n°12: Valeur biochimique sérique de l'urée chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Paramètre	Animaux avec CENB	Animaux sans CENB	Valeur de P	Valeurs de références
Urée (mml/l)	5.24±1.25	4.51±1.44	0.029*	3.3-5 mml Brugère-Picoux (2002) 3-8 mml Bellier (2010)

* Indique une différence significative par rapport au groupe sans CENB à $P < 0,05$

Les valeurs sont représentées par la moyenne \pm écarte type.

Les résultats obtenus vont dans le même sens que ceux rapportés par El-Attar et al. (2007), Syed Aashiq et al. (2013), Dodia et al. (2014), Tripathi et al. (2016). L'augmentation du taux de l'urée pourrait être corrélée avec l'anorexie, la famine, la diminution de l'activité rumino-réticulaire et la déshydratation, car ces conditions entraînent une insuffisance rénale (Turkar et Uppal, 2007, El-Attar et al., 2007). L'augmentation de l'urée peut être attribuée aussi à la diminution du débit sanguin rénal en tant que partie importante du mécanisme compensatoire pour maintenir la circulation dans l'hypovolémie associée à la déshydratation (Kaneko et al., 2008). De plus, pendant les troubles ruminiaux, il y a l'échec du cycle de l'urée et cette dernière n'est pas utilisée par la microflore ce qui provoque son augmentation au niveau sanguin (Singh et al., 2001). Aussi pendant l'impaction rumenale, l'ingesta putréfié libère alors des amines toxiques comme l'histamine dans le rumen, après son absorption dans la circulation sanguine, la concentration de l'urée augmente (Hussain & Uppal, 2012).

Nos résultats ne sont pas en accord avec ceux de Akinrinmade et al. (2012) (1.42 ± 2.01 mmol/l) qui trouve une différence significative faible de l'urée chez les animaux ayant une impaction du rumen avec un corps étrangers non-biodégradable. Il explique que cela peut être dû à une mauvaise alimentation et malnutrition (Mayer et al., 1992), aussi à l'absence des médicaments antihelminthiques prophylactiques contre les parasites hématophages (Otesile et Akpokodje, 1991), ainsi qu'à la fermentation ruminale et à la réduction de l'activité microbienne associée aux corps étrangers (Hobson, 1988 ; Mersha & Tesfaye, 2012).

3. Le cholestérol

Tableau n°13: Valeur biochimique sérique du cholestérol chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Paramètre	Animaux avec CENB	Animaux sans CENB	Valeur de P	Valeurs de références
Cholestérol (mg/dl)	84.5±2.17	78.4±1.84	0.209 NS	110 (80-130) mg/dl Brugère-Picoux (2002) 0.8-1.2 g/l Bellier (2010)

NS : différence non significative ($P < 0.05$)

Les valeurs sont représentées par la moyenne \pm écart type.

Les résultats du Tableau 13 indiquent que la cholestérolémie des animaux des deux groupes est située dans les limites physiologiques ; les valeurs les plus basses sont celles observées chez les bovins sans corps étranger avec (78.4 ± 1.84 mg/dl). Alors que les animaux avec corps étranger on observe une valeur de (84.5 ± 2.17 mg/dl).

L'analyse statistique par le test t-Student révèle qu'il n'y a pas de différence significative dans le taux de cholestérol à $P < 0,05$ entre les deux groupes d'animaux.

Vanitha et al., (2010), Hussain et Uppal (2012), Syed Aashiq et al. (2013) et Rammehar et al. (2015) n'ont pas trouvé une variation significative de ce métabolite chez les ruminants souffrant du syndrome du corps étranger.

4. Les protéines totales

L'analyse du Tableau 14, illustre que le taux des protéines totales chez les animaux avec CENB ($7,8,89 \pm 1,437$ g / dl) montre une augmentation significative à $P < 0,05$ par rapport au groupe d'animaux sans CENB ($7,197 \pm 1,503$ g / dl).

Tableau n°14: Valeur biochimique sérique des protéines totales chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Paramètre	Animaux avec CENB	Animaux sans CENB	Valeur de P	Valeurs de références
Protéines totales (mg/dl)	7.889±1.437	7.127±1.503	0.036*	6.5-7.5 mg/dl Brugère-Picoux (2002) 6.7-7.5 mg/dl Bellier (2010)

* Indique une différence significative par rapport au groupe sans CENB à $P < 0,05$.

Les valeurs sont représentées par la moyenne \pm écart type.

Le taux des protéines totales chez les animaux hébergeant du plastique dans leur rumen (7.889 ± 1.437 g / dl) sont légèrement plus élevées par rapport au groupe témoin (7.127 ± 1.503 g / dl). Ces valeurs sont très proches de celles relevées par Athar et al. (2011) ($7,6 \pm 0,31$ g / dl) , Hussain et al. (2010) ($7,03 \pm 0,21$ g/dl). Elles sont supérieures à celles obtenues par Vanitha et al. (2010) (6.23 ± 0.14 mg/dl), Hussain et Uppal (2012) (6.91 ± 0.32 md/dl) et Akinrinmade et Akinrinde, 2012 (5.74 ± 1.350 mg/dl) et sont inférieures à celles rapportées par Tripathi et al., (2016) avec une valeur de (8.35 ± 0.45 mg/dl).

L'augmentation de la valeur des protéines totales peut être due à l'inflammation provoquée par les corps étrangers au niveau du rumen (Dodia et al., 2014). Cependant, Mulat et al. (2014), de leur côté expliquent qu'une augmentation supplémentaire des protéines totales du sang chez les bovins souffrant d'une impaction du rumen est due à la déshydratation et à l'augmentation du volume sanguin.

Selon, Aref et Abdel-Hakim (2013), El-Ashker et al.(2018); la hausse des protéines totales est due à la libération de certaines protéines après la destruction cellulaire suite à la phase aiguë et à l'augmentation de la concentration des globulines en réponse à l'inflammation causée par les corps étrangers, et au stress ou à la déshydratation.

Syed Aashiq et al. (2013) a déclaré que les bovins avec impaction du rumen montrent une concentration des protéines totales sériques normale comparée aux animaux cliniquement sains. Cette concentration est souvent accompagnée par une hypoalbuminémie et hyperfibrinogénémie. Ces résultats ont été attribués à la famine chronique ou à l'échec du foie pour synthétiser les quantités adéquates de protéines.

Au contraire d'autres chercheurs comme El-Attar, (2007) ; Hussain et Uppal, (2012) et Tripathi et al. (2016) ont déclaré que les bovins souffrant d'une impaction du rumen ne montrent aucun changement significatif dans le taux des protéines totales sérique.

5. Les transaminases (ASAT et ALAT)

Tableau n°15: Valeur biochimique sérique des transaminases chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Paramètre	Animaux avec CENB	Animaux sans CENB	Valeur de P	Valeurs de références
ASAT (UI/l)	109.38±34.94	93.76±25.44	0.034*	47 UI/l (36-59) Brugère-Picoux (2002) 78-132UI/l Bellier (2010)
ALAT (UI/l)	28.03±6.21	25.23±5.40	0.048*	26 UI/l (10-43) Brugère-Picoux (2002) 11-40 UI/l Bellier (2010)

* Indique une différence significative par rapport au groupe sans CENB à P <0,05

Les valeurs sont représentées par la moyenne ± écart type.

Les résultats obtenus en ce qui concerne le taux des transaminases est comme suit ; pour l'ASAT ($109,38 \pm 34,94$ U / l) et ALAT ($28,03 \pm 6,21$ U / l). Ces résultats présentent une augmentation significative à ($P < 0,05$) chez animaux avec CENB dans le rumen par rapport aux animaux témoins sans CENB ($93,76 \pm 25,44$ U / l) et ($25,23 \pm 5,40$ U / l) pour l'ASAT et ALAT respectivement , comme l'indique le Tableau 15.

En se qui concerne le taux d'ASAT ($109,38 \pm 34,94$ U / l), une augmentation significativement à ($P < 0,05$) chez les bovins souffrant d'une impaction ruminale comparativement aux animaux témoins ($93,76 \pm 25,44$ U / l), plusieurs travaux similaires ont été rapportés par ; Turkaret Uppal (2007), Hussain et Uppal (2012) ,Syed Aashiq et al. (2013) Tripathi et al. (2016), El-Ashker et al. (2018).

Ces chercheurs ont montré que le taux élevé d'ASAT chez les bovins malades est considéré comme un guide précieux dans les dommages hépatiques. L'absorption des produits toxiques par rumen ou par les voies digestives, la famine et la constipation conduisant tous à des troubles cellulaires du parenchyme hépatique qui aboutit à une augmentation du taux plasmatique d'ASAT. D'un autre coté le stress et les troubles digestifs entraînent l'augmentation d'ASAT suite à une hyperglycémie due à la glycogénolyse sous l'effet des adrénocorticoïdes libérés. Le schéma métabolique de l'animal devient perturbé en raison d'une très grande augmentation du glucose sanguin, d'où l'utilisation du glucose plutôt que les acides gras volatils (Kaneko et al., 1997).

D'après Garry (2002), l'augmentation du taux d'ASAT peut être aussi due à une nécrose hépatique qui résulte suite à une toxémie de la muqueuse ruminale endommagée.

Syed Aashiq et al. (2013) explique que l'ASAT est un bon marqueur de l'activité hépatique, l'augmentation de cette enzyme au niveau sanguin indique une insuffisance ou un dommage hépatique. De tels dommages peuvent être dus à l'anorexie et la constipation qui conduisent à l'absorption des substances toxiques. Cette dernière libérée par une substance putride due à la rétention et l'altération des corps étrangers non-biodégradables dans le rumen et du tube digestif.

Les taux d'ALAT ($28,03 \pm 6,21$ U / l) présente une augmentation significative à ($P < 0,05$) chez les bovins avec l'impaction du rumen comparativement aux animaux témoins ($25,23 \pm 5,40$ U / l). Ces résultats sont similaires à ceux enregistrés par El-Attar et al.(2007) avec une valeur de (28.5 ± 1.3 UI/l), Mulat et al. (2014) avec (23.0 ± 6.7 UI/l) , alors que Aref et Abdel-Hakiem (2013) ont trouvé (37.89 ± 1.28 UI/l). Rammehar et al. (2015) dans leur étude « studies on hematobiochemical, rumen and peritoneal fluid profile in buffaloes suffering from foreign body syndrome » a trouvé qu'il n y a pas de variation significative observer dans

le taux d'ALAT chez les animaux malades comparés à un groupe d'animaux sains. Abdelaal et EL-Maghawry (2014) aussi n'ont trouvé aucun changement chez les caprins .

l'augmentation de l'activité d'ALAT suggère que le syndrome du corps étranger est associé à une insuffisance de la fonction hépatique qui pourrait être causée par des lésions hépatiques secondaires ; qui font suite au désordre ruminal (Kaneko et al., 2008).

6. Gamma-glutamyltranspeptidase (γ -GT)

Tableau n°16: Valeur biochimique sérique de la GGT chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Paramètre	Animaux avec CENB	Animaux sans CENB	Valeur de P	Valeurs de références
GGT (UI/l)	25.29±5.58	22.51±5.41	0.024*	17(4-25)U/l Brugère-Picoux (2002) 6-18 U/l Bellier (2010)

* Indique une différence significative par rapport au groupe sans CENB à P <0,01
Les valeurs sont représentées par la moyenne \pm écart type.

D'après l'analyse des résultats on peut constater que la valeur biochimique sérique de la GGT chez les animaux avec CENB (25.29 \pm 5.58 UI/l) montre une augmentation par rapport aux animaux sans CENB (22.51 \pm 5.41 UI/l). Cette augmentation est située dans l'intervalle des normes citées par les différents auteurs comme l'indique le Tableau 16.

La comparaison des moyennes entre les différents groupes montre une différence significative à P <0,01. Les résultats indiqués sont en accord avec les observations rapportées par Syed Aashiq et al. (2013), et ne s'accordent pas avec ceux de Rammehar et al. (2015) qui ne trouvent pas de changement significatif dans le taux de la GGT chez les animaux souffrant du syndrome de corps étranger avec une valeur de (18.05 \pm 2.30 UI/l).

Kaneko et al.(2008) rapporte que la GGT est une enzyme assez sensible et spécifique utilisée pour le diagnostic des maladies du foie. C'est un bon marqueur d'hépatite chronique. Elle est relativement élevée lors des dommages hépatiques chez les bovins, ovins et caprins. Alors que Syed Aashiq et al. (2013) ont souligné que l'augmentation de la GGT peut être due à des produits toxiques métaboliques produits par des matières putrides libérées par la rétention ruminale des corps étrangers non pénétrants.

VI. Résultats des paramètres hématologiques

1- Résultats de GR, Hb, VGM, CCMH et TCMH

Tableau n°17 : Valeur des paramètres hématologiques (GR, Hb, VGM, MCHC, TCMH) chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Paramètre	Animaux avec CENB	Animaux sans CENB	Valeur de P	Valeurs de références
GR (x10⁶/µl)	8,131 ±2,093	8,984 ±1,749	0,067 NS	5-10 (x10 ⁶ /µl) Bellier (2010) 5.1–7.6 (x10 ⁶ /µl) Constable (2017)
Hb g/dl	13.113 ± 2.009	13.847± 1.735	0,105 NS	8-15 (g/dl) Bellier (2010) 8.5–12.2(g/dl) Constable (2017)
VGM fl	40,60± 7,357	40,263 ± 4,988	0,821 NS	4- 60 (fl) Bellier (2010) 38–50 (fl) Constable (2017)
CCMH g/dl	40,334 ± 5,820	39,158± 6,510	0,432 NS	30-36 (g/dl) Bellier (2010) 36–39(g/dl) Constable (2017)
TCMH pg	16,719 ± 3,089	15,592 ± 3,312	0,148 NS	11-17 (pg) Bellier (2010) 14–18 (pg) Constable (2017)

Les valeurs sont représentées par la moyenne ± écarte type.

NS: Différence non significative (P>0.05)

L'observation du profil hématologique Tableau 17 a montré des différences non significatives dans les valeurs des globules rouges (GR) chez les animaux avec CENB (8,131 ± 2,093x 10⁶/µl) et chez les animaux sans CEB (8,984 ± 1,749 x10⁶/µl). Cependant, ces données restent dans la fourchette des normes citées par Bellier (2010) et Constable (2017).

Nos résultats vont de même avec ceux trouvés par El-Attar et al.(2007), Raghbir et al. (2008) et Rammehar et al. (2015), mais avec des valeurs légèrement supérieurs. Ces valeurs sont respectivement de $7.30 \pm 0.6 \times 10^6/\mu\text{l}$, $6.72 \pm 0.17 \times 10^6/\mu\text{l}$ et de $6.94 \pm 0.72 \times 10^6/\mu\text{l}$.

Pour l'hémoglobine (Hb) on note une valeur de 13.113 ± 2.009 g/dl pour les animaux positifs et 13.847 ± 1.735 g/dl pour les animaux témoins. Ces valeurs sont dans les normes physiologiques (Tableau17). On constate alors que la présence du plastique dans les pré-estomacs des ruminants n'a pas d'influence sur le taux d'hémoglobine.

Ces résultats sont en accord avec Raghbir et al. (2008), (9.55 ± 0.21 g/dl), Vanitha et al. (2010) (7.44 ± 0.19 g/dl) et Akinrinmade & Akinrinde (2012) (7.04 ± 2.630 g/dl), Hussain & Uppal (1.90 ± 0.58 g/dl), Aref & Abdel-Hakim (2013) (12.74 ± 0.52 g/dl), Rammehar et al. (2015) (11.05 ± 1.23 g/dl) et Tripathi et al. (2016) (8.74 ± 0.76 g/dl). Cependant, Ils trouvent que la concentration de Hb était significativement plus faible chez les bovins souffrant de syndrome de corps étranger par rapport aux bovins en bonne santé.

Le volume globulaire moyen des globules rouges (VGM) , a été de $40,60 \pm 7,357$ fl chez les animaux atteints et de $40,263 \pm 4,988$ fl chez les animaux sains. Ces valeurs ne présentent pas de différences significatives par rapport aux valeurs des animaux sains et celles de la référence (Tableau 17). Ceci est en accord avec Raghbir et al. (2008) (44.59 ± 0.78 fl), Akinrinmade & Akinrinde (2012) (64.29 ± 11.20 fl) et Rammehar et al. (2015) (51.12 ± 2.90 fl).

Comme le montre le Tableau 17, la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) a montré une différence non significative avec un taux de $40,334 \pm 5,820$ g/dl chez le groupe d'animaux avec CENB et de $39,158 \pm 6,510$ g/dl chez le groupe d'animaux sans CENB.

Raghbir et al. (2008) (32.11 ± 0.36 g/dl), Vanitha et al.(2010) (34.94 ± 1.0 g/dl), Akinrinmade & Akinrinde (2012) (29.01 ± 4.85 g/dl) ont rapporté des résultats similaires.

Rammehar et al. (2015) dans leurs études ont trouvé une augmentation significative dans le taux de la CCMH ($31,21 \pm 0,66$ g/dl). Ils ont attribué cela à la malnutrition résultant de la diminution de l'appétit et l'anorexie prolongée .

La teneur globulaire moyenne en hémoglobine « TGMH » (ou teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine « TCMH ») chez les bovins avec une impaction du rumen causée par un CENB a été de $16,719 \pm 3,089$ pg par rapport au groupe d' animaux sans CENB ($15,592 \pm 3,312$ pg). Ces taux sont situés dans les limites des normes physiologiques cités par Bellier

(2010) et Constable (2017). Notons toute fois qu'il y a une légère augmentation chez le groupe atteint mais elle reste toujours dans les limites des valeurs rapportées par ces auteurs. L'étude statistique n'a pas révélé de différences significatives entre les différents groupes.

Nos résultats sont en concordance avec ceux de Raghubir et al. (2008) (14.32 ± 0.30 pg), Akinrinmade et Akinrinde (2012) (18.12 ± 7.06 pg), Rammehar et al. (2015) (15.92 ± 0.93 pg).

Par contre Bakhiet (2008) et Ravindra et al.(2014) ont rapporté une augmentation du taux du TCMH, cette augmentation pourrait être expliquée selon eux par une anémie microcytaire hypochrome.

2- L'hématocrite (Ht)

Tableau n°18 : Valeur de l'hématocrite chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Paramètre	Animaux avec CENB	Animaux sans CENB	Valeur de P	Valeurs de références
Hématocrite % (Ht)	$32,656 \pm 6,008$	$36,637 \pm 6,921$	0,013*	24-26 % Bellier (2010) 22-33% Constable (2017)

Les valeurs sont représentées par la moyenne \pm écarte type.

* Indique une différence significative par rapport au groupe sans CENB a $P < 0.05$

Le Tableau 18, regroupe les valeurs moyennes en hématocrite qui varient de $32,656 \pm 6,01$ % chez les animaux avec CENB et de $36,637 \pm 6,93$ % chez les animaux sans CENB. Ces valeurs sont clairement supérieures aux valeurs décrites par Bellier (2010) mais légèrement supérieures à celles décrites par Constable (2017). On note aussi que le groupe atteint présente une valeur inférieure par rapport au groupe sain. L'étude statistique a révélé une diminution significative à $P < 0,05$. Ceci pourrait être expliqué par un apport alimentaire inadéquat ou une accumulation de nourriture liée de la présence des corps étrangers (plastique) dans le rumen (Meyer et al., 1992 ; Meshram, 2015).

La baisse significative en hématocrite a été signalée aussi par Raghubir et al.(2008), Vanitha et al. (2010) , Akinrinmade et Akinrinde (2012) avec une valeur de (29.68 ± 0.39), (21.91 ± 1.20) et (24.81 ± 1.80) respectivement. Ils expliquent cette baisse par une alimentation inadéquate ou déficitaire et/ou par la pression exercée par les corps étrangers sur la paroi du

rumen qui provoquerait des retards de croissance des papilles ruminales, des érosions, des hyperplasies et des inflammations. Ceci aboutirait à une baisse de l'absorption rumenale Bakhiet (2008) et Abdelaal et EL-Maghawry (2014) ont signalé une diminution significative dans le taux de l'hématocrite chez les ovins et les caprins atteints de corps étrangers d'où l'apparition d'une anémie microcytaire hypochrome. Cependant, (Rammehar et al., 2015 ; Tripathi et al., 2016) rapportent qu'il n'y a aucune variation dans la valeur de l'hématocrite chez les bovins avec un corps étranger dans leur rumen. Par ailleurs Hussain et Uppal (2012) ont noté aussi que l'hématocrite est dans les limites mais cette valeur peut augmenter ou diminuer selon les cas. Les mêmes résultats ont été trouvés par Hailat et al. (1996) et Raofi et al. (2012) chez les caprins.

Athar et al. (2010) ; Akraiem et Abd Al-Galil (2016) ont rapporté une augmentation significative de l'hématocrite chez les vaches atteintes d'une impaction du rumen par rapport aux vaches saines et expliquent que de telles valeurs indiquent un léger degré de déshydratation et une contraction de la rate faisant suite à une augmentation des taux de catécholamines circulantes causées par le stress.

3- Globules blancs (GB)

Tableau n°19 : Valeur des globules blancs chez les animaux avec et sans impaction du rumen

Paramètre	Animaux avec CENB	Animaux sans CENB	Valeur de P	Valeurs de références
GB (x10 ³ / mm ³)	21,597 ± 15,689	15,068 ± 7,101	0,024*	4.9-12 (x10 ³ / mm ³) Smith (2015); Radostits (2006) ; Bellier & Cordonnier (2010)

Les valeurs sont représentées par la moyenne ± écarte type.

* Indique une différence non significative par rapport au groupe sans CENB à P < 0,05

Les valeurs obtenues pour les globules blancs (GB) sont supérieures par rapport aux normes rapportées par Radostits (2006) ; Bellier & Cordonnier (2010) et Smith (2015) (Tableau 19). Par ailleurs on note des valeurs supérieures chez les animaux avec corps étranger (21,60 ± 15,69 x10³/ mm³) comparativement aux animaux sains (15,07 ± 7,10 x10³/ mm³). L'étude statistique a révélé une différence significative à P < 0,05.

Nos résultats sont en concordance avec ceux de l'El-Attar et al.(2007) ($12.4 \pm 0.5 \times 10^3 / \text{mm}^3$) qui ont rapporté une augmentation significative des leucocytes à ($P < 0,05$) chez les vaches avec une impaction du rumen par rapport aux vaches témoins. Raghubir et al. (2008) ont signalé aussi la même chose avec un taux de ($12.55 \pm 0.34 \times 10^3 / \text{mm}^3$) et attribueraient cette augmentation marquée des globules blancs chez les bovins malades à une lésion tissulaire du rumen qui conduirait à une inflammation et une exsudation purulente.

Akinrinmade et Akinrinde (2012) ont décrit qu'une augmentation leucocytaires de ($20.41 \pm 0.88 \times 10^3 / \text{mm}^3$) peut suggérer une infection causée par les corps étrangers chez les animaux ayant une impaction ruminale. Ils signalent aussi que la distribution des cellules leucocytaires dépend de la race, la température, l'environnement ainsi que l'état de santé des animaux.

Syed Aashiq et al. (2013) trouvent qu'il y a une augmentation significative dans le nombre des leucocytes à ($P \leq 0,01$), cette augmentation reflète un processus inflammatoire qu'on peut attribuer à des complications inflammatoires causées par les corps étrangers contaminés dans le rumen. Par ailleurs Dodia et al. (2014) et Mulat et ses collaborateurs (2014) ont constaté qu'une leucocytose significative, peut être due à une infection localisée ou généralisée.

Akraiem & Abd Al-Galil (2016) ont signalé que l'augmentation des globules blancs dans certains cas peut être due à une réaction de stress.

Tripathi et al.(2016) ont confirmé que l'augmentation significative dans le taux des leucocytes chez les bovins souffrant de la présence du plastique dans leur prés-estomacs peut être le résultat d'une irritation chronique provoquée par les corps étrangers contaminés, laissant ainsi la paroi ruminale exposée à des infections , ce qui entraîne une inflammation.

Athar et al.(2010), Hussain et Uppal (2012), Rammehar et al.(2015) et El-Ashker et al.(2018) ont rapporté un résultat contradictoire à celui obtenu dans notre étude, où ils ont décrit qu'il n'y a aucun changement significatif dans le nombre des leucocytes chez les bovins souffrant du syndrome de corps étranger.

D'un autre coté on note que Bukhiet (2008) a trouvé qu'il y a une augmentation significative chez les ovins souffrant de corps étrangers, alors que Raoofi et al.(2012) et Abdelaal et EL-Maghawry (2014) rapportent qu'il n'y a aucun changement significatif chez les caprins.

VII. Résultats de l'examen histopathologique du foie

Le foie joue un rôle fondamental dans la régulation métabolique. Il est le lieu de synthèse, de transformation, de stockage et de redistribution de nombreux métabolites. Son architecture et son organisation tissulaire vont de pair avec cette énorme capacité métabolique, le parenchyme hépatique étant au carrefour des vascularisations sanguine et biliaire. Une atteinte du tissu hépatique peut être due à des agents pathogènes (virus, bactéries et parasites) externes, mais aussi à des toxiques exogènes ou endogènes issus des différentes voies métaboliques de l'organisme. Les troubles générés vont pouvoir s'exprimer de façons très diverses selon les voies métaboliques défailantes. Dans tous les cas, ces atteintes vont générer rapidement des dysfonctionnements métaboliques, avec des conséquences parfois dramatiques sur la santé des ruminants (Magnien,2016).

Du fait de cette complexité et la concordance entre les résultats déjà obtenus lors du diagnostic biochimique de l'exploration hépatique. On a jugé l'importance de la réalisation d'un examen histopathologie du foie des bovins présentant ou non un corps étranger non-biodégradable (plastique) dans leur rumen-réseau.

Les résultats obtenus des échantillons réalisés sur des sujets sains ont montré une organisation histologique d'un foie normal, les hépatocytes sont disposés en travées centrées autour des veines centro-Iobulaires, présentant une répartition habituelle avec des formes normales comme l'indique les photos (40 à 43).

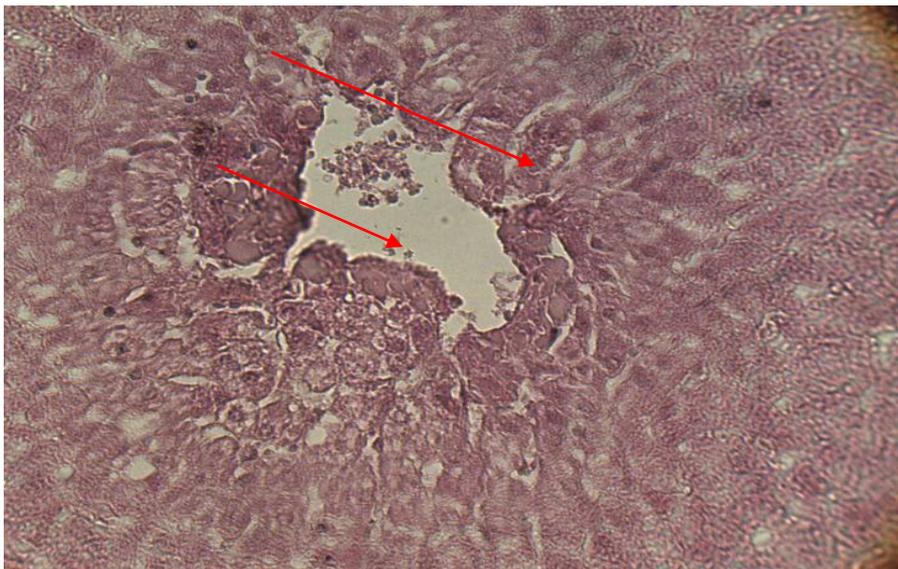


Photo 40 : Les travées hépatiques autour d'une veine centro-Iobulaire chez un bovin sans CE (grossissement x40)

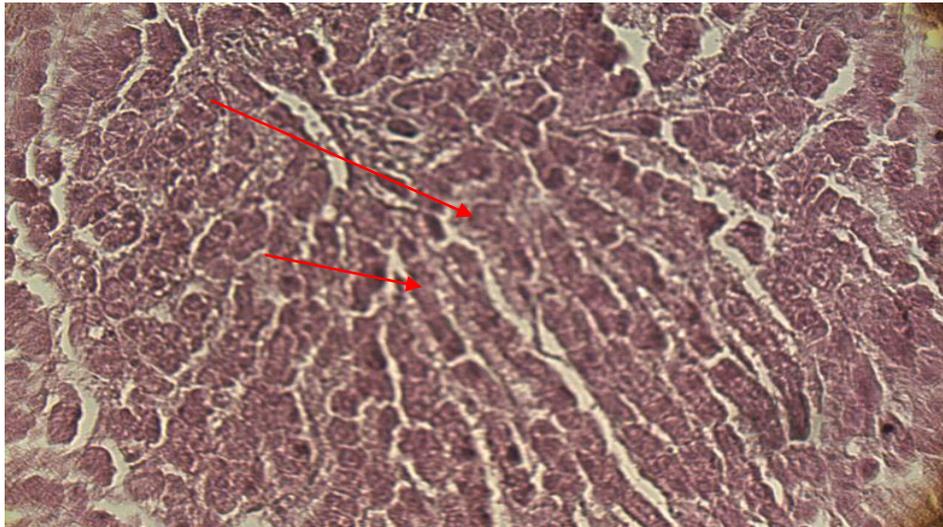


Photo 41 : Les travées hépatiques chez un bovin sans CE (grossissement x40)

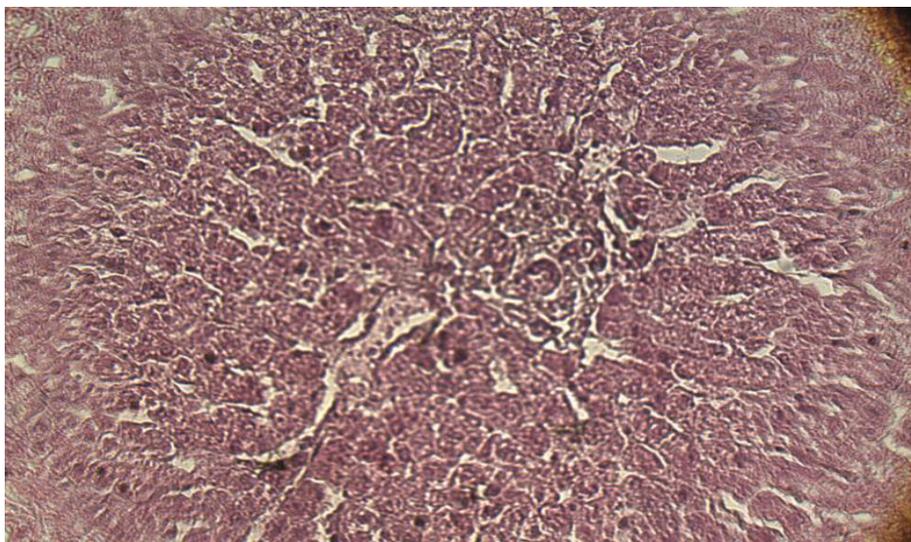


Photo 42 : Le parenchyme hépatique d'un bovin sain (grossissement x40)

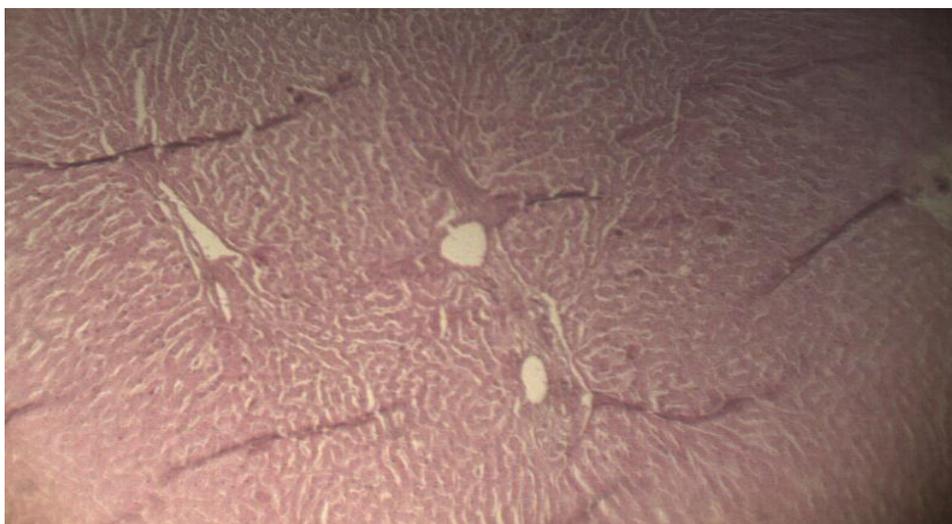


Photo 43 : Le parenchyme hépatique d'un bovin sain (grossissement x10)

Les coupes histologiques du foie des bovins avec un corps étranger dans le rumen-réseau montre aussi une architecture normale du parenchyme hépatique et ne révèlent aucune lésion microscopique comme le montre les photographies (44, 45, 46,47et 48). Contrairement à nos résultats Abu-Seida et Oday, (2016) ont rapporté la présence d'un centre nécrotique infiltré par des cellules plasmatiques, ainsi que la présence des cellules épithéloïdes et des macrophages. Par ailleurs, Costa de Sousa et al. (2017) ont indiqué dans leur étude que l'examen l'histopathologie du foie a révélé que 85% du parenchyme hépatique était affecté. Les lésions étaient caractérisées par une inflammation diffuse des hépatocytes, avec la présence de quelques vacuoles discrètes et claires des cotés du noyau (dégénérescence lipidique).

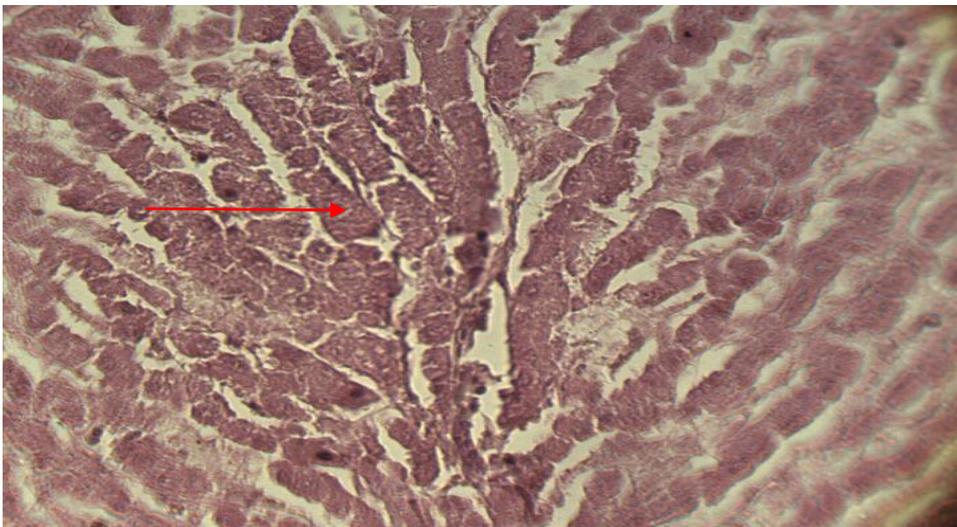


Photo 44 : Les travées hépatiques chez un bovin avec CE (grossissement x40)

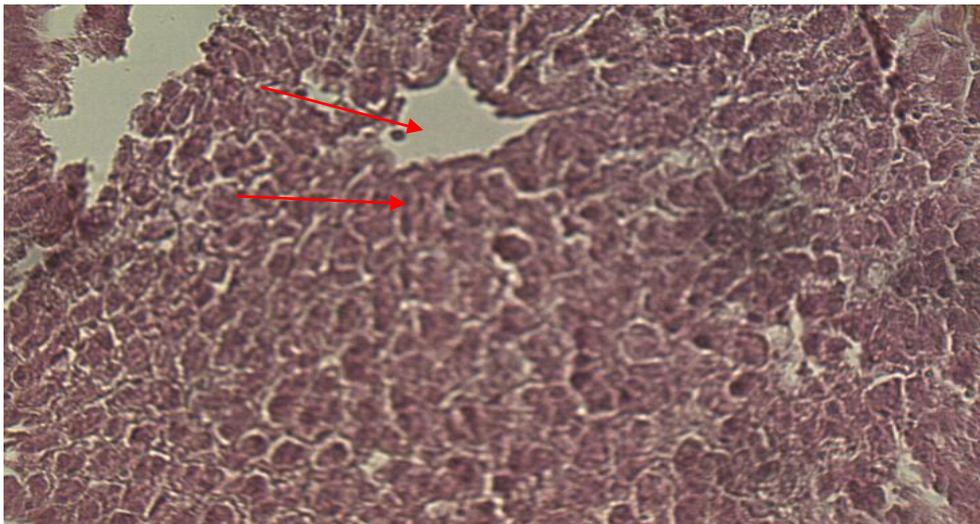


Photo 45 :Veine centro-Iobulaire entourée des travées hépatiques chez un bovin avec CE (grossissement x40)

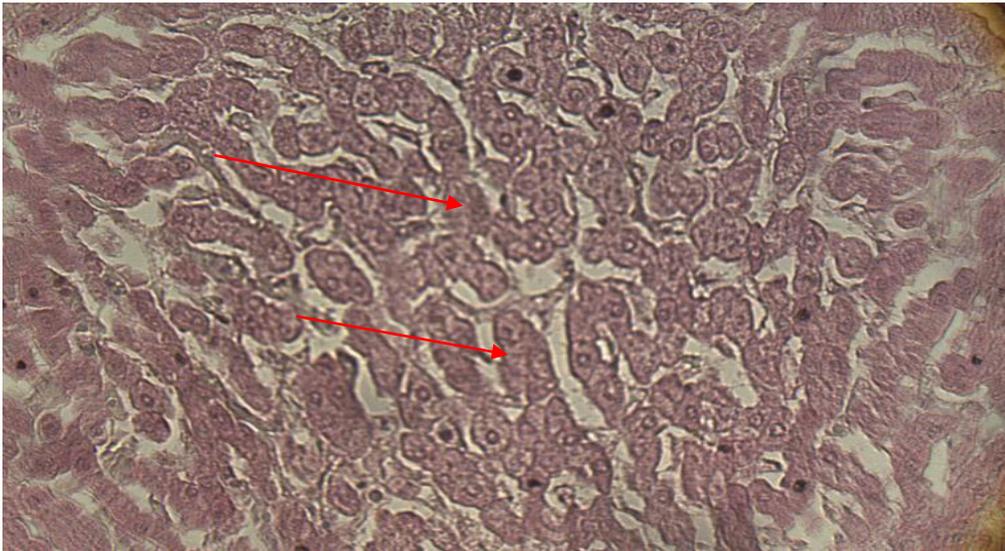


Photo 46 : Les travées hépatique chez un bovin avec CE (grossissement x40)

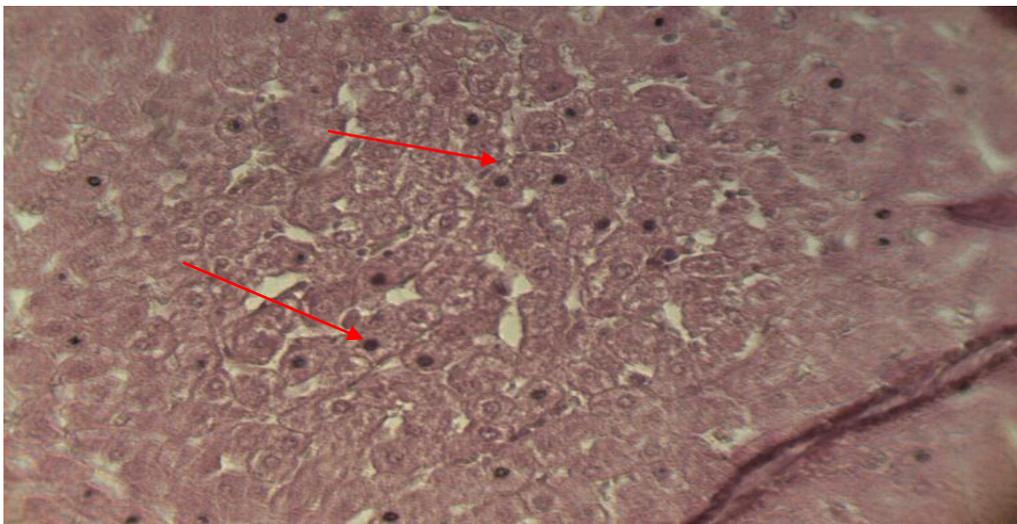


Photo 47 :Hépatocytes mononuclées chez un bovin avec CE (grossissement x40)

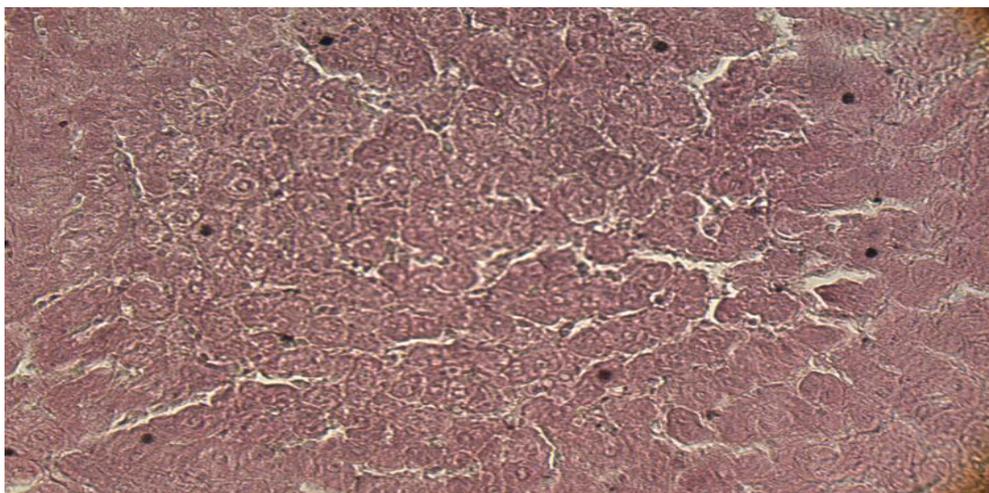
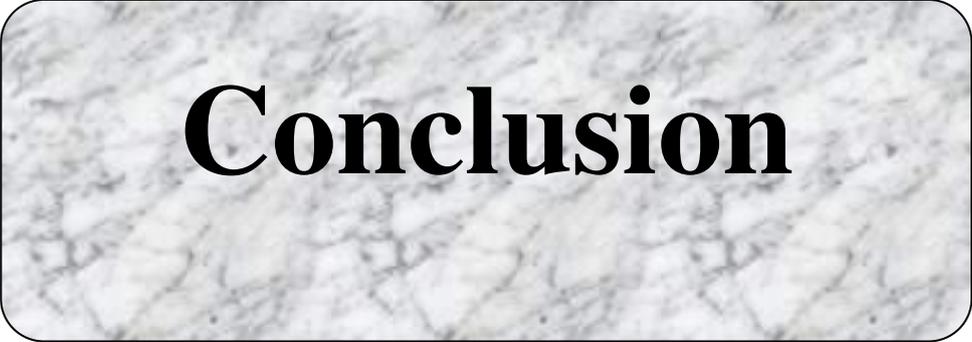


Photo 48 :Parenchyme hépatique d'un bovin avec CE (grossissement x10)

A rectangular area with rounded corners, filled with a light-colored marbled pattern of grey and white veins. The word "Conclusion" is centered within this area in a bold, black, serif font.

Conclusion

CONCLUSION

L'analyse bibliographique de la pollution par le plastique a montré un net intérêt des chercheurs dans les pays développés pour la faune maritime, alors ; que dans les pays en développement l'orientation des recherches est beaucoup plus concentrées sur la pollution terrestre, ce qui s'explique par la mauvaise maîtrise de la gestion des déchets dans ces pays.

La présente étude a montré que l'ampleur de la surcharge des estomacs des bovins (animaux sentinelles) par les objets non biodégradables (sachets en plastique) est assez importante (28,30%), ce qui s'explique une forte pollution terrestre.

La prévalence est plus élevée chez les mâles que chez les femelles et chez les bovins âgés que chez les jeunes.

Le volume et le poids des objets non biodégradables entraînent le plus souvent des actions obstructives ou/et compressives des orifices des estomacs et des lésions abrasives de la paroi du rumen.

L'examen histologique de la paroi du rumen a montré plusieurs changements tissulaires distincts causés par l'irritation mécanique induite par les sacs en plastique ou les substances chimiques libérées par les corps étrangers non-biodégradables.

Les valeurs du pH ruminal a révélé des différences non significatives entre les deux groupes d'animaux avec et sans corps étrangers.

Le dénombrement des protozoaires chez les animaux avec impaction du rumen-réseau a montré une différence très significative par rapport au groupe d'animaux sains.

Les coupes histologiques du foie des bovins avec corps étranger dans le rumen-réseau n'ont pas révélé la présence de lésions microscopiques.

L'étude biochimique a révélé une augmentation significative dans le taux de la glycémie, l'urée, les protéines totales, l'aspartate amino-transférase (AST), l'alanine amino-transférase (ALT) et la gamma glutamyl-transpeptidase (γ -GT) alors que le taux de la cholestérolémie est situé dans les normes physiologiques.

L'étude hématologique n'a révélé aucune différence significative dans le taux des globules rouges (GR), l'hémoglobine (Hb), le volume globulaire moyen des globules rouges (VGM), la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH), la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH). Par ailleurs, on a noté une diminution significative de l'hématocrite (Ht) et une augmentation significative du taux de globules blancs (GB).

Globalement, l'étude a révélé une prévalence assez importante des bovins souffrant de l'impaction du rumen abattus à l'abattoir de la ville de Batna.

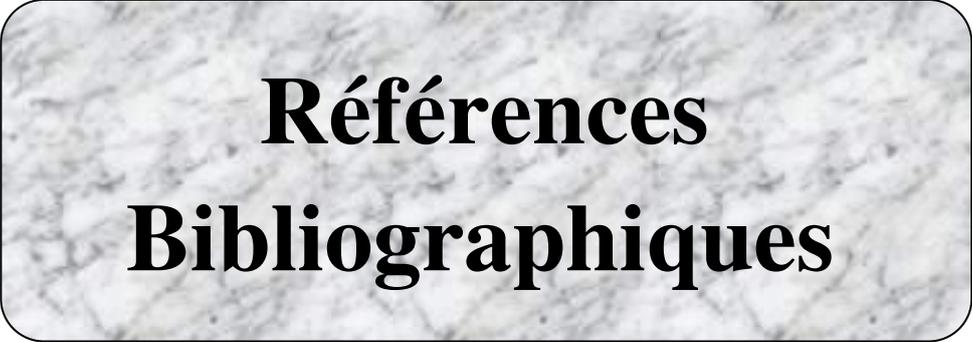
Pour préserver l'environnement et protéger les ruminants, un système approprié d'élimination des déchets plastiques doit être mis en place pour réduire la prévalence de l'impaction du rumen et protéger les pâturages. Nous suggérons également que les paramètres hémato-biochimiques devraient être pris en considération dans le diagnostic des corps étranger non-biodégradables.

Recommandations

RECOMMANDATIONS

La présente étude a fait apparaitre que le syndrome du corps étranger à une grande importance économique et peut influencer la production et la productivité des animaux souffrant de l'impaction par ce corps étranger. Pour réduire la prévalence de l'impaction par corps étrangers chez les bovins nous recommandons :

- ✓ Une étude de l'impact toxicologique éventuel sur la micro population des pré-estomacs et les performances digestives.
- ✓ Une étude de l'impact de la pollution du rumen sur la qualité du lait et de la viande.
- ✓ Une étude de l'impact économique des corps étrangers non biodégradables sur les différentes chaînes de production et de reproduction.

A rectangular box with rounded corners, filled with a grey and white marbled pattern. The text is centered within this box.

**Références
Bibliographiques**

Bibliographies

Abu-Seida A.M and Al-Abbadi O.S. (2016). Recent advances in the management of foreign body syndrome in cattle and buffaloes: A Review. *Pak Vet J*, 36(4),pp 385-393.

Abu-Seida, A.M. (2016). Current status and prospect of ultrasonographic application in buffaloes, *Asian J Anim Vet Adv*, 11, pp 144- 157.

Abdelaal A.M and EL-Maghawry S. (2014). Selected studies on foreign body impaction in goats with special reference to ultrasonography, *VeterinaryWorld* 7(7): pp522-527.

Ahoua David (2017). exposé: la pollution , Groupe CSI-Pole polytechnique union-discipline travail.

Arash Omid ,Hossein Naemipoor ,Mahdi Hosseini (2012) ; Plastic Debris in the Digestive Tract of Sheep and Goats: An Increasing Environmental Contamination in Birjand, Iran, *Bull Environ Contam Toxicol* , Springer Science 88, pp 691–694.

Aref NM and Abdel-Hakim M.A.H. (2013). Clinical and diagnostic methods for evaluation of sharp foreign body syndrome in buffaloes, *Vet World* 6(9): pp586-591.

Akinbobola, J. S., Omeje, J. N., Akinbobola, R. I., Ayoade, R. I., Ajagbe, O. A. & Okaiyeto, S. O. (2016). Prevalence of Indigestible Foreign Bodies in the Rumen of Cattle Slaughtered at Gwagwalada Abattoir, Abuja, Nigeria. *International Journal of Livestock Research*, 6 (6),pp 25-31.

Akinrinmade, J. F. et A.S. Akinrinde (2012). Hematological, serum biochemical and trace mineral indices of cattle with foreign body rumen impaction. *International Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4(6),pp 344-350.

Anil Kumar Puniya ,Rameshwar Singh, Devki Nandan Kamra,2015. *Rumen Microbiology: From Evolution to Revolution*, pp113-120.

Akraiem A, Abd Al-Galil A. S. A. (2016). Rumen impaction in cattle due to plastic materials, *journal of veterinary medical research*, 23 (1), pp 65-70.

Athar, H., J. Mohindroo, C. S. Randhawa, Kiranjeet Singh and N. S. Saini, (2011). Clinical, haemato-biochemical, radiographic and ultrasonographic findings in bovines suffering from pericarditis and pleural effusions, *Indian Journal of Animal Sciences*, 81 (8), p48.

Aude Anne Françoise Monfort (2016). Les médicaments responsables d'hépatotoxicité chez les animaux de compagnie, thèse école nationale vétérinaire d'alfort.

Austin S. Allen, Alexander C. Seymour, Daniel Rittschof (2018). Chemoreception drives plastic consumption in a hard coral, *Marine Pollution Bulletin* 124, pp 198–205.

Baer Jean G. (1965). *Cours d'anatomie comparée*. Griffonne massonet éditions. Paris. pp33-36.

- 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.
- Bakhiet .O Amel (2008). Studies on the rumen pathology of Sudanese desert sheep in slaughter house, Scientific Research and Essay Vol.3 (7), pp. 294-298.
- Balabawi Seibou (1996). Contribution a l'étude des corps étrangers du rumen chez le "mouton de case" dans la région de Dakar, mémoire docteur vétérinaire, université cheikh Anta Diop de Dakar, école inter-états des sciences et médecine vétérinaires.
- Baldwin, R. and Emery, R. (1960). The Oxidation-Reduction Potential of Rumen Contents. Journal of Dairy Science, 43, pp 506-511.
- Banks William. J. (1993). Applied veterinary histology, third ed. Mosby Edition, 363p.
- Barone. R. (1997). Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 3 : splanchnologie 1. Appareil digestif. Appareil respiratoire. 3ème édition Paris : Vigot. 853 p.
- Barone R. (1976). Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome III. Splanchnologie (Foetus et ses annexes). Premier fascicule; Appareil digestif , Vigot frères Pris, 897p.
- Barro Brama (2000). Impact des déchets urbains sur l'alimentation et la santé des animaux d'élevage: cas spécifique des sachets plastiques dans la ville de Bobo – Dioulasso, Université Polytechnique de Bobo – Dioulasso, Burkina Faso.
- Bauchop T. and D.O. Mountfort (1981). Cellulose Fermentation by a Rumen Anaerobic Fungus in Both the Absence and the Presence of Rumen Methanogens. Appl. Env. Microbiol. 42 : pp 1103-1110.
- Belkacem Abdelkader (2012) . Gestion des déchets ménagers de la ville de Saida (Algérie) . Analyse et diagnostic. Ingénieur d'état en biologie ,Université Djillali Liabès Sidi bel Abbès .
- Belknap Ellen B and. Navarre B Christine (2000). Differentiation of gastrointestinal diseases in adult cattle, diagnosis of diseases of the digestive tract, veterinary clinics of north america: food animal practice vol 16 ,nu 1, pp59-86
- Bellier Sylvain et Cordonnier Nathalie (2010). Les valeurs usuelles en hématologie vétérinaire, Revue Francophone des Laboratoires Volume 2010, Issue 420, pp 27-42.
- Bellier Sylvain (2010). Interprétation et valeurs usuelles des paramètres sanguins en biochimie clinique vétérinaire, Revue Francophone des Laboratoires Volume 2010, Issue 420, pp 43-56.
- Bertolini G. (2001). Régénération des matières plastiques : les freins au développement de l'utilisation des régénérés, et comparaisons internationales, Rapport à l'ANRER, s.d.
- Bhandas Patil Rahul (2004). Effect of non-penetrating foreign body on clinical, biochemical and rumen function with special reference to histopathology of ruminal mucosa, Master of veterinary science in surgery, Maharashtra Animal and Fishery Sciences University.

- Bhatt, R. H, Jingsesh Bhikhalal Patel and Nisha Joy (2011). Surgical management of ruminal impaction due to non-penetrating foreign body syndrome in Kankrej cattle, *ijavms*, vol.5, pp 477-480.
- Bhupendra Singh, Ramganga Colony, Dhampur, Distt. Bijnor U.P.(2005). Harmful effect of plastic in animals, *The Indian Cow* ,pp: 10-17.
- Bio-Mérieux (1983). *Biochimie clinique, produits et reactifs de laboratoire*, 183p.
- Bisaillon A., Théoret C. (2005). *Morphologie vétérinaire 2 DMV 1114, IV cavité abdominale* [Document en ligne,2015].
- Blaise G. (2003). Secteur des déchets solides Situation actuelle & perspectives de développement , Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement et de Direction de la Surveillance Maroc. [Document en ligne] <http://www.orinfor.gov.rw/DOCS/Emvirement23.htm>,2015
- Blood .D.C. et Henderson J.A.(1976). *Maladies du foie, médecine vétérinaire*, 2' édition française d'après la 4 édition anglaise, édit. Vigot frères, pp 131-142.
- Boodur, P., Sivaprakash, B.V., Kasaralivar, V.R ., and Dilip D. (2010). *Intas Polyvet 11* (2):pp184-188.
- Boudounoma Constantin Adama Nikiema (2012). *Déchets plastiques a Ouagadougou : caracterisation et analyse de la perception des populations (burkina faso)*.
- Bouisset S. (1998). *Acidose nutritionnelles chez la vache laitière française (aspect cliniques , consequences sur la productiin et la reproduction)*, *Atti della societa italiana di buiatria -Vol XXX*.
- Braun J.P, Bézille. P, Rico.A.G. (1986). *Sémiologie biochimique du foie chez les ruminants. Reproduction Nutrition Développement*, 26 (1B), pp 227-243.
- Brugère H. (1983). *Biochimie du rumen – Aspects physiologiques*. *Bull. GTV*, 3, pp 5-22.
- Bussens Audrey, Julie Blocry, Duray Mélissa et Maxime Corbisier (2009). *Printemps des sciences. La révolution des plastiques*.
- Bwatota S.F, Makungu M , and Nonga H.E. (2018). Occurrences of Indigestible Foreign Bodies in Cattle Slaughtered at Morogoro Municipal Slaughterhouse, Tanzania, *Hindawi Journal of Veterinary Medicine*, Volume 2018, Article ID 4818203, 6 pages.
- Carole. D et Hubert G. (2011). *Santé animale bovins, ovins et caprins* , educ agri édition, 346p.
- Carole H. Knight (2016). *Drought-Related Cattle Feeding Problems*, *Special Bulletin 51*, UGA Extension, The University of Georgia.
- Chorfi Younès, Vincent Girard (2005). *Le profile métabolique chez la chèvre, Colloque sur la chèvre , l'innovation , un outil de croissance*

Claudia M.B. Membrive ; T. G. Nagaraja ; Fedric N.Owens ; Mario De Beni Arrigoni, Cynthia. L.Martins et Marco Aurélio Factori (2016). *Rumenology*. Springer International Publishing Switzer,pp 1-103.

Colleen A. Peters, Peyton A. Thomas, Kaitlyn B. Rieper, Susan P. Bratton (2017). Foraging preferences influence microplastic ingestion by six marine fish species from the Texas Gulf Coast, *Marine Pollution Bulletin* 124, pp 82–88.

Constable Peter D., Kenneth W. Hinchcliff, Stanley H. Done Walter Grünberg (2017). *Veterinary Medicine a Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs, and Goats*, 11 edition , volum one, 459p.

Costa de Sousa S.C. (2017). Fatty liver caused by partial obstruction of the reticulo-omasal orifice in colossal ingestion of *Mangifera indica* fruit on pregnant miniature cow – Case report, *Animal Husbandry, Dairy and Veterinary Science*, Volume 1(2), pp1-2.

Costard S., Scheleher F., Volarcher J.F., Espinasse J et Cabanié P. (1994). Pathologie par corps étranger : Les affections digestifs par corps étrangers des bovins. *Point vétérinaire.*, 106 (26): pp 29-35.

Dawit Tesfaye, Diriba Daba, Birhanu Mekibib and Amene Fekadu, 2012. The Problem of environmental pollution as reflected in the fore stomach of cattle: A postmortem study in eastern Ethiopia, *Global Journal of Environmental Research*, 6 (2), pp61-65.

Dana G. Allen (1967). *La Manuelle vétérinaire* mark. troisième édition française, pages 177-181.

Dakshinvar, M.P. (2005). Proceedings of the first round table conference on rumenology , pp 269 - 276.

Damien Thomas achard (2005). Exploration des affections hépatiques chez la vache laitière- rapport des examens complémentaires détermination des valeurs usuelles sanguines en ASAT, GDH, GGT et bilirubine totale application au diagnostic de l'ehrlichiose bovine. Thèse école nationale vétérinaire de Nantes.

David Goeur (2014). *La pollution marine*. Woessner Raymond. Mers et océans, Atlante.

DDAF. Oise (2004). Les types de déchets et leur stockage, l'enfouissement par type d'ICPE quelques définitions et abréviations utilisées , la valorisation contacts utiles. Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt .Oise. France

Debray Bruno (1997). systèmes d'aide à la décision pour le traitement des déchets industriels spéciaux. formation doctorale : sciences et techniques du déchet. l'institut national des sciences appliquées de Lyon.

Dehority. A. B. (2003). *Rumen microbiology*. Nottingham university press. 372 p.

Dehority. A Burk (2005). Ciliate protozoa in *Methods in gut microbial ecology for ruminants*, pp63-80.

- Demichelli M. (2005). Des plastiques biodégradables issus de ressources renouvelables [Document en ligne].
- Djemaci Brahim (2012). La gestion des déchets municipaux en Algérie :Analyse prospective et éléments d'efficacité, Thèse de doctorat en sciences économiques, Université De Rouen.
- Dodia V. D., N.H. Kelawala, N.D. Suthar and Prajwalita Sutaria (2014). Haematological and serum biochemical profile of cattle affected with plastic foreign bodies, *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 4, Issue 8.
- Dorbane Nadia (2017). Quel avenir pour les matières plastiques dans le cadre du développement durable ? document en ligne.
- Drogoul Carole, Raymond Gadoud (2004) . Nutrition et alimentation des animaux d'élevage, Volume 2, Educagri Editions, 312p.
- Duncanson G. R. (2013). Farm Animal Medicine and Surgery, For Small Animal Veterinarians Cattle surgery Chapter 4,pp 54-81.
- Eadie J. M. (1962). The development of rumen microbial populations in lambs and calves under various conditions of management. *J. Microbiol.*, 29, pp 563-578.
- Eddy. R.G and Pinsent P.J.N. (2004). Bovine Medicine Diseases and Husbandry of Cattle, Diagnosis and Differential Diagnosis in the Cow, Second edition. by Blackwell Publishing, pp135-155.
- El-Ashker Maged R., Mohamed F. Salama, Mohamed E. El-Boshy and Eman A. Abo El-Fadle (2018). Significance of clinical observations and biochemical alterations in buffalo calves with dietary abomasal impaction, *BMC Veterinary Research* 14:2.
- El-Attar, H. M., M.M. Ghanem and Y.M. Abd El-Raof (2007). Clinical, biochemical and haematological studies on omasal impaction in cows, *Beni Suef Veterinary Medical Journal*.
- Emily J. North and Rolf U. Halden (2013). Plastics and environmental health: the road ahead, *Rev Environ Health*; 28(1): pp1–8.
- Espinasse.J, Kuiper.R, Schelcher.F (1995). Physiopathologie du complexe gastrique. Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion, édi INRA, Paris, pp 804-852.
- Fasil Nigussu (2016). Assessment of Sheep and Goat Foreign Bodies in Rumen and Reticulum in the Jigjiga Municipal Abattoir, *Advances in Dairy Research*, 4: p157.
- Fonty G., Jouany J.P., Forano E., Gouet P.(1995). L'écosystème microbien du réticulo-rumen. In : Nutrition des ruminants domestiques. INRA Editions, p 299-347.
- Forsberg C. W., Lam K. (1977). Use of adenosine triphosphate as an indicator of the microbial biomass in rumen contents. *Appl. environ. Microbial*, vol 33, pp528-537.
- Francoz David ,Charles L. Guard (2015). Large Animal Internal Medicine Diseases of the Alimentary Tract, fifth edition Elsevier, pp805 -810.

- Fraser, A. F and D. M. Broom (1990). Farm animal behavior and welfare 3rd ed, ELBS Bailliere Tindall, London, pp. 318-322.
- Fubini SL, Dichrome NG (2004). Farm animal surgery, Saunders Elsevier USA, , pp.115-116.
- Gallouin. F, Focant. M. (1980). Bases physiologiques du comportement alimentaire chez les ruminants. *Reproduction Nutrition Développement*, 20 (5), pp1563-1614.
- Gakuba A. (2002). La nouvelle relève n° 450 du 30 septembre -15-octobre. [Document en ligne]
- Garry, F.B. (2002). Indigestion in ruminants, *Internal Medicine*, 2nd ed. Mosby, St. Louis and Baltimore.. In Smith, B.P. (ed.) *Large Animal* .pp 722-747.
- Garry, Franklyn B. (2009). *Food Animal Practice, Rumen Indigestion and Putrefaction*, ‘fifth edition, Elsevier , Pages 20-23.
- Garry Franklyn and McConnel Craig (2015). *Large Animal Internal Medicine, Indigestion in Ruminants*, fifth edition Elsevier, pp777 -799.
- Gertrude Marie Mathilda Zombre Coulibaly (1997). Production domestique, récupération et recyclage des déchets plastiques : cas des sachets plastiques a Dakar.
- Ghurashi, M. A.H., H. I. Seri, A.H. Bakheit and E. A.M. Ashwag (2009). Effect of surgical removal of foreign body from goat’s rumen with special reference to the prevalence of foreign body in goats in Southern Darfur. *Australian. J. Basic. Appl. Sci*, 3(2): pp 664-668.
- Gillian A. Perkins, Thomas J. Divers, Mary C. Smith and Robert J. Callan (2017). *Examination of the Surgical Patient, Farm Animal Surgery*, second edition, Elsevier. pp1-2.
- Gourreau J.M , Bendali.F (2008). *Maladies bovines*, 4 ème édition, Appareil digestif, pp 144-166.
- Guermazi Wassim (2017). *Cours De Pollution & Nuisances*. Section : Lfsna3 Faculté Des Sciences De Gabes.
- Hailat. N., S. Nouth, A. Al-Darraji, S. Lafi, F. Al-Ani and A. Al-Manjali (1996). Prevalence and pathology of foreign bodies (Plastic) in Awassi sheep in Jordan, *Small Ruminant Research*, vol. 24, pp. 43-48.
- Hailat.N., A. Al-Darraja, S. Lafi, S.A. Barakatc, F. Al-Anib, H. El-Magrhabyb,K. Al-Qudahb, S. Gharaibehb, M. Rousanb, M. Al-Smadi (1998). Pathology of the rumen in goats caused by plastic foreign bodies with reference to its prevalence in Jordan, *Small Ruminant Research* 30 ,pp77-83.
- Harold .E et al (2002). *Le manuel vétérinaire Merck* , deuxième édition française. Appareil digestif , pp181-190.
- Harpet C. (1997). *La trilogie des déchets : Corps-Ville-Industrie*, Thèse défendue à l’Université de Lyon III.

- Hespell R. B. (1981). Ruminant microorganism ,Their significance and nutritional value. *Developments in industrial microbiology* 22, pp 261-275.
- Hillaire M.C., Jouany J.P., Fonty G. (1990). Wheat straw degradation, in rustic, in the presence or absence of rumen anaerobic fungi. *Proc. Nutr. Soc.*, 49, p127.
- Hillman, K., Lloyd, D. and Williams, A.G. (1985). Use of a portable quadruple mass spectrometer for the measurement of dissolved gas concentrations in ovine rumen liquor in situ. *Current Microbiology*, 12,pp 335-339.
- Hobson, P.N. (1988). *The Rumen Microbial Ecosystem*. Elsevier Science Publishers Ltd., England.
- Hussain, S. A., S. K. Uppal, N. K. Sood, C.S. Randhawa and S. Prabhakar (2010). Clinical haemato-biochemical findings and therapeutic management of peritonitis in cattle, *Intas Polivet*, Vol. 12 (II), pp283-289.
- Hussain, S. A and S. K. Uppal (2012). Rumen impaction in buffaloes a haemato-biochemical study, *Indian Journal of Animal Sciences*, vol. 82; no 4, pp 369–373.
- Hungate R. E. (1966). *The rumen and its microbes*. Acad. Press, New-York and London.
- Igbokwe, I. O., M. Y. Koloand and G. O. Egwu (2003). Rumen impaction in sheep with indigestible foreign body in the semi arid region of Nigeria , *Small Ruminant Research*, vol. 49: pp 141-147.
- Jackson M.L. (2007). Hepathobiliary system. In : Jackson M.L., ed. *Veterinary Clinical Pathology. An Introduction*. Ames : Blackwell Publishing, pp 223-245.
- James B., Russell Jennifer L., Rychlik (2007). Factors that alter rumen microbial ecology, ecology and evolution of infection. *Science* vol 292 [PDF en ligne]
- Jan Mohammad Khan, Glulam Habib and Mohammad Mohsin Siddiqui (1999). Prevalence of foreign indigestible materials in the reticulo-rumen of adult buffaloes *pakistanvet.J.*,19(4).
- Jarrige R .,Dulphy J-P., Faverdin P., Baumont R., Demarquilly C. (1995). Activités d'ingestion et de rumination. In *Nutrition des ruminants domestiques*, Editions INRA. pp 123-181.
- Jean-Blain C. (2002). *Introduction a la nutrition des animaux domestiques*. Editions TEC & DOC, Editions Médicales internationales, Londres-Paris- New York, 424p.
- Jean-Marie G., de François Schelcher (2011). *Guide pratique des maladies des bovins*. Éditions France Agricole. Affections de l'œsophage et du réticulo-rumen, pp111-151.
- Jo Ann C. Eurell (2004). *Veterinary histology, quick look series in veterinary medicine*, edition Tenton NewMedia, pp66-67.
- J.O.R.A, 2001.*Journal officiel de la république algérienne: Loi n0 01/19 Relatif à la gestion, au control et à l'élimination des déchets*.

- Joseph Lokendandjala Okonda Ifasic (2009). Graduat en SIC ,Place des questions d'environnement dans les journaux télévisés de RTNC1 et de Numerica.
- Jouany J.P.(1994). Les fermentations dans le rumen et leur optimisation. INRA Prod. Anim, 7,pp 207-225.
- Jouany J.P. (1996). Effect of rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. American Institute of Nutrition, 126, 1335S-1346S.
- Kahn J.M, Habib G, Siddiqui M.M (1999). Prevalence of foreign indigestible materials in the reticulo-rumen of adult buffaloes. Pak Veterinary Journal, 19: pp 176-177.
- Kaneko, J.J., Harvey, J.W. and Bruss, M.L. (1997). Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 5th edn, (Academic Press, New York), pp120–138
- Kaneko, J. J., Harvey, J. W. and Bruss, M. L. (2008). Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 6th ed. Academic Press, London.
- Kassahu Bassa and Wale Tesfaye (2017). Study on rumen and reticulum foreign bodies in cattle slauthered at Wolaita Sodo municipal Abattoir, Ethoipia. Int. J. Adv. Multidiscip. Res. 4(1), pp11-19.
- Kassay Ngur-Ikone Jules (2015). La gestion des déchets plastiques à Kinshasa : un autre défi environnemental à relever dans la conception des villes durables. Université de Kinshasa.
- Khose, K. A., P. A. Jadhav and V. E. Mahajan (2010). Ruminant impaction in a cow with indigestible foreign bodies and its surgical management, Intas Polivet , vol 11, no II, pp. 189-190.
- Khurshaid Anwar, Ikhwan Khan, Asim Aslam, Muhammad Mujtaba, Anwarud Din, Yasir Amin and Zubair Ali (2013). Prevalence of indigestible rumen and reticulum foreign bodies in Achai cattle at different regions of khyber pakhtunkhwa, ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, vol no 8.
- Kiro R Petrovski (2017). Assessment of the Rumen Fluid of a Bovine Patient. Dairy and Vet Sci J. 2(3).
- Kolb E. (1975). Physiologie des animaux domestiques. Vigot frères éditions - Paris 974p.
- Kumar Vijay and Dhar Prasenjit (2013). Foreign body impaction in a captive Sambar (Rusa unicorn), Vet World 6(1): pp 49-50.
- Landry Gilles (2013). L'environnement . Fédération interprofessionnelle de la santé du quebec. édi Lettres en main
- Llewellyn, C.A. (1976). Acute impaction of the rumen in a herd of Friesian cows. Vet. Rec. 99, pp456–457.
- Mackie R.I., Aminov R.I., White B.A., M weeney C.S. (2000). Molecular ecology and diversity in gut microbial ecosystems. In : Ruminant physiology, digestion metabolism, growth and reproduction. Edited by Cronjé P.B, pp 61-77.

- Magnien Élodie (2016). Evaluation De L'activité De Deux Enzymes Hépatiques (Asat Et Ggt) Au Cours Du Cycle De Production De La Vache Laitière. These présentée A L'université Claude-Bernard - Lyon I.
- Mahmoud Mansour, Ray Wilhite, Joe Rowe (2018). Guide to ruminant anatomy, dissection and clinical aspects, Edition wley Blackwell, pp130.
- Maillard.R. (2008). Maladies des bovins ,4 ème édition France Agricole ,pp154.
- Malbert C.H, Y. Ruckebusch T.L. Buéno, R. Baumont, V. Théodorou, P. Brikas (1995). Motricité du complexe gastrique in Nutrition des ruminants domestiques, ingestion et digestion Editions INRA, pp 223-252.
- Mann, J. G. and J.M. Boda (1966). The influence of age of lambs on the ketogenicity and butyrate and tolerance to exogenous; in vivo, Journal of Agricultural Science, vol 67: pp. 377-80.
- Martin. C, Brossard. L, Doreau. M. (2006). Mécanismes d'apparition de l'acidose ruminale latente et conséquences physiopathologiques et zootechniques, NRA Prod. Anim., 19 (2), pp 93-108.
- Mayer,D.Y., E.H.Coles and L.J. Rich (1992). Veterinary Laboratory Medicine. Interpretation and Diagnosis. W.B.Saunders Company, Philadelphia, 328-329. 87. 87.RamaKrishna,K.V., 1994. Clinical studies and therapeutic management of purulent pericarditis in bovines. Indian Vet.J., 71, pp 400-402.
- Medaille C. (2006). Place des examens sanguins dans l'exploration du foie. Prat Med Chir Anim Comp 41, pp 219-224.
- Mekuanint S, Alemneh T, Asredie T. (2017). Indigestible Rumen Foreign Bodies - Causes of Rumen Impaction in Cattle, Sheep and Goats Slaughtered at Addis Ababa Abattoir Enterprise, Ethiopia. J Veter Sci Med. 5(1),p 5.
- Mersha Chanie and Desiye Tesfaye (2012). Clinico-Pathological Findings of Metallic and Non-Metallic Foreign Bodies in Dairy Cattle: A Review, Academic Journal of Animal Diseases 1(3), pp 13-20.
- Meshram Shishupal Shankar (2015). Studies on non-penetrating foreign bodies with reference to polychlorinated biphenyls in cattle, master of veterinary science in veterinary surgery and radiology, Nagpur veterinary college.
- Metcalf John. A . (2005) . Understanding Rumen Function in dairy digest. [PDF en ligne]
- Michelland, Rory J. and Combes, Sylvie and Monteils, Valérie and Bayourthe, Corine and Cauquil, Laurent and Enjalbert, Francis and Julien, Christine and Kimse, Moussa and Troegeler-Meynadier, Annabelle and Zened, Asma and Gidenne, Thierry and Fortun-Lamothe, Laurence (2012). Analyse comparée des écosystèmes digestifs du rumen de la vache et du caecum du lapin ;INRA Productions Animales, 25 (n° 5). pp. 395-406.

- Mickael Rey (2012). Thèse de doctorat : Implantation du microbiote et mise en place des fonctions du rumen chez le veau de race laitière et effet de la supplémentation en levures vivantes, INP Toulouse.
- Misk, N. A., J. M. Nigam and J. F. Rifat, (1984). Management of foreign body syndrome in Iraqi cattle. *Agri. Prac*, vol, 5, pp 19-21.
- Meyer, T. H.P.I, L. Stryer and H. Schulman (1992). Calmodulin trapping by calcium-calmodulin-dependent protein kinase, *Science*, pp 1199–1202
- Misk N.A., Semieka, M.A et EL-M. Ali-S. (2001) Varieties and squallae of ingested foreign bodies in buffaloes and cattle. *Review, Assiut Veterinary Medical Journal*, 250 p.
- Mituga Ntwali Victor, Beka Shembe Franklin, Bacishoga Zozo Séraphin, Lutwamuzire Chibike Désiré, Muhigirwa Sangwa Vincent, And Kafirongo Maneno Jacques (2015). The stoppage of digestive tube of ruminants by strange plastics elements, modele of diagnosis and experiment of treatment in the erea of the D.R Congo, *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 18 No. 1 Sep. 2015, pp 58-64.
- Mohammed, A., O. Bakhiet and A. Hayder (2006). Retrospective study on the prevalence of foreign body in goat's Rumen: Omdurman Province, Khartoum State, Sudan (1998-2002). *J. Anim. Sci. Vet. Med.*, 5, pp 449–451.
- Monfort Aude, Anne, Françoise (2016). Les médicaments responsables d'hépatotoxicité chez les animaux de compagnie, thèse école nationale vétérinaire d'Alfort.
- Mulat Asrat , Murali Manohar, Ramaswamy Velappa, Samrawit Melkamu (2014). Pre and port evaluations of hematological and serum biochemical parameters of rumenotomy in cattle, *Interntional journal of pharmaceuticals and health care research* , vol -02(02), pp 127-136.
- Mulat Asrat (2017). Surgical management of ruminal impaction due to indigestible foreign bodies in cattle, *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry* 2(1),pp 26-27.
- Mushonga, B., G. Habarugira, A. Musabyemungu , J.C. Udahemuka, F.I. Jaja and D. Pepe, (2015). Investigations of foreign bodies in the fore-stomach of cattle at Ngoma Slaughterhouse, Rwanda, *Journal of the South African Veterinary Association* 86(1), Art. #1233, 6 pages.
- Nagaraja T.G. (2016). *Microbiology of the Rumen . Rumenology* D.D. Millen et al. (eds.) Springer International Publishing Switzerland, pp 39-61.
- Naghel M. (2003). la gestion des déchets solide urbains, cas d'étude: ville de Msila . Mémoire de magistère en gestion écologique de l'environnement urbain .université Mohamed Boudiaf, 202 p.
- Nambi A.P and Gnanaprakasam.V. (1993). Certain biophysical, biochemical and microbial status of rumen fluid from cases of bloat. *Indian Vet.J.*70, pp567-568.

- Negash, S.,B. Sibhat and D. Sheferaw (2015). A postmortem study on indigestible foreign bodies in the rumen and reticulum of ruminants, eastern Ethiopia, *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 82(1).
- Ngoshe, A. (2012). Incidence of polythene bag ingestion by ruminant animals at Maiduguri central abattoir. *Ramat Journal for Management Science and Technology*, 1(4): pp12-16.
- Oemha,F.W. and Noordry,J.L. (1970). *Vet.Med.*65, pp 54-59.
- Ogimoto K., Imai S. (1981). *Atlas of rumen microbiology*. Jap. Sci. Soc. Press, Tokyo.
- Opara, M.N., Udevi, N. and Okoli, I.C. (2010). Hematological parameters and blood chemistry of apparently healthy WAD goats in Owerri, South eastern Nigeria. *New York Science Journal* 3 (8) pp 68-72.
- Orpin G. C. (1977). On the induction of zoosporigenesis in the rumen phycomycetes *Neocallimastix frontalis*, *Piromonas communis*, *Sphaeromonas communis*. *J. gen Microbiol.*, 101, pp 181-189.
- Orpin C. G.,K. N. Joblin. K.N. (1997). The rumen anaerobic fungi In : Hobson PN, Ed. *The rumen microbial ecosystem*, Blackie academic & Professional. An Imprint of Chapman & Hall, pp140-184.
- Orpin Peter and Harwood David (2008). Clinical management of traumatic reticuloperitonitis in cattle, *Farm animal practice*, In *Practice* pp 544-551.
- Otesile E.B. and Akpokodje J.U (1991). Fatal ruminal impaction in West African Dwarf goat and sheep. *Trop. Vet.*, 9, pp 9-11.
- Otsyina H.R, Mbuthia P.G, Nguhiu-Mwangi.J , Mogoia E.G.M, Ogara.W.O (2017). Gross and histopathologic findings in sheep with plastic bags in the rumen, *International Journal of Veterinary Science and Medicine* 5, pp152–158.
- Philip R. Scott,Colin D. Penny,Alastair I. Macrae (2011). *Cattle Medecine ,digestive tract and abdomen*. manson publishing/the veterinary press, pp 59-94.
- Radostits, O. M., D.C. Blood and C.C. Gray (1994). *Veterinary Medicine . A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses*, 8th ELBC, Bailliere Tindall, London. ed, pp. 259–287.
- Radostits. O.M, Gay. C. C, Hinchcliff. K.W, Constable.P.D. (2006). *veterinary medicine a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats* , 10th edition , 313p.
- Radostits, O. M., C.C. Gay, H. Hinchcliff and P.D. Constable (2007). *Veterinary Medicine. A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*, 10th ed. Saunder Publisher London, 337p.
- Rammehar Singh; Ashok Kumar; Sandeep Kumar; Sandeep Potliya (2015). Studies on haematobiochemical, rumen and peritoneal fluid profile in buffaloes suffering from foreign body syndrome; *haryana veterinarian ref.44,Vol.54 No.2*, pp.103-108.

- Raofia Afshin, Namjoo Abdolrasool, Karimi Amir Hossein, Esfahani Mohsen Alizadeh (2012). A study of clinical signs, hematological changes and pathological findings of experimental ingestion of soft foreign body (plastic rope) in goats, Elsevier, Small Ruminant Research 105, pp 351– 354.
- Raphael Guatteo (2007). Les prélèvements chez les bovins. Guide illustrés des procédures et gestes techniques en pratique courant. Les éditions du point vétérinaires, pp 1-133.
- Ravindra Reddy Y., Asha Latha P. And Sandeep Reddy S. (2014). Review On Metallic And Non-Metallic Foreign Bodies A Threat To Livestock And Environment, International Journal Of Food, Agriculture And Veterinary Sciences Vol. 4 (1), pp 6-14.
- Remi-Adewunmi, B. D., E. O. Gyang and A.O. Osinowo (2004). Abattoir survey of foreign body rumen impaction in small ruminants . Nigerian Veterinary Journal, 2004, vol. 25: pp 32-38.
- Remond. B, Brugère. H Poncet C., Baumont R, (1995). Le contenu du réticulo-rumen. In : Nutrition des ruminants domestiques. INRA Editions, pp 253-298.
- Rivière. R (1978). Manuel domestique en milieu tropical, institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 2^{ème} édition, 527p.
- Rollin Frédéric (2002) Field tests to detect dairy cow subclinical diseases: clinical examination and pathology, Proceedings of the Veterinary Sciences Congress, SPCV, Oeiras, pp 63-78.
- Roman Tiruneh and Hiwot Yesuwork (2010). Occurrence of rumen foreign bodies in sheep and goats slaughtered at the Addis Ababa Municipality Abattoir, Ethiop. Vet. J, 14(1), pp 91-100.
- Rosenberger Gustav (1979). Examen clinique des bovins; examen spécial l'appareil digestif. Edit. Point vétérinaire. Maisons-Alfort (Paris), p 228-304.
- Rouabah. Z. (2007). Pollution par les objets non biodégradables et le syndrome du corps étranger chez les bovins et les ovins. Thèse de magister, université de Batna.
- Ruckebush Y., Buéno H et Fioramonti J. (1981). La mécanique digestive gastrique chez les mammifères. Ann. Rech. Vet., 2 , p 99-136.
- Russel J.B. (1986). Ecology of rumen : energy use . Proceedings of a satellite symposium of the 30th international congress of the international union of physiological sciences .Edited by Dobson A et Dobson M .J. New York. pp74 – 99.
- Sadet S. (2008). Etude de la diversité spécifique des bactéries attachées à la paroi du rumen: effet du régime alimentaire. Thèse de Doctorat en Nutrition et Sciences des Aliments de l'Université Blaise Pascal.
- Sanni, B. D., E. O. Gyang and O. A. Osinowo (1998). Polythene Bag rumen impaction in small ruminants :In Proceedings of the Silver Anniversary Conference of the Nigerian Society

for Animal Production and the Inaugural Conference of the West African Society for Animal production. Abeokuta, Nigeria, pp 97-98.

Saulawa M.A., S. Ukashatu, M. G. Garba, A. A. Magaji, M. B. Bello and A. S. Magaji (2012). Prevalence of indigestible substances in the rumen and reticulum of small ruminants slaughtered at Katsina central abattoir, Katsina state, northwestern Nigeria, Scientific Journal of Pure and Applied Sciences, vol. 1, pp 17-21.

Sauret J. (1988). Guide de dissection des mammifères domestiques (équidés, ruminants, carnivores). Les viscères abdominaux. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité Pédagogique d'Anatomie, 129 p.

Sautet (1995). L'appareil digestif et ses adaptations, Nutrition des ruminants domestiques pp Editions INRA, pp 185-219.

Sauvant D., Grenet E., Doreau M. (1995). Dégradation chimique des aliments dans le réticulo-rumen : cinétique et importance. In Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion, INRA, Paris, pp 383-406.

Sauvant D. (2002). Cours 1ère année de physiologie comparée de la digestion et de la nutrition. Institut National Agronomique Paris-Grignon.

Seck M.T, Marchand B, Ba C.T. (2007). Etude histopathologique du rumen de bovins infestés par *Caromyerius marchandi* (Gastrothylacidae) et par *Paramphistomum microbothrium* (Paramphistomidae), dans la région sud du Sénégal, Ann. Méd. Vét., 2007, 151, pp200-206.

Semieka, M.A. (2010). Radiography of Unusual foreign body in Ruminants, Veterinary World, Vol.3(10), pp 473-475.

Sen, M. N., Shah,P.K ., and Raman, A C. (1989). Bangladesh J. Ani. Sci 18, pp 69-73.

Seyed Aashiq Hussain, Sanjeev Kumar Uppal, Charanjit Randhawa, Naresh Kumar Sood, Shashi Kant Mahajan (2013). Clinical characteristics, hematology, and biochemical analytes of primary omasal impaction in bovines, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 37 p.

Seyed Reza Jafarzadeh, Iradj Nowrouzian, Zohreh Khaki,Seyed Mehdi Ghamsari, Farajallah Adibhashemi (2004). The sensitivities and specificities of total plasma protein and plasma fibrinogen for the diagnosis of traumatic reticuloperitonitis in cattle, Preventive Veterinary Medicine Elsevier, 65, pp1-7.

Sheferaw, D., G. Fikreysus, A. Metenyelesh, D. Tesfaye and D. Ethana (2014). Ingestion of indigestible foreign materials by free grazing ruminants in Amhara region, Ethiopia, Tropical animal health and production, 46, pp 247-250.

Singh, N., R. Kumari and M.A. Akbar (2001). Ruminant pH as a regulator of blood metabolites in lactating Murrah buffaloes. Indian Vet. Med. J.,nu 25, pp 253-256.

Smith Bradford P. (2015). Large animal internal medicine, fifth edition, elsevier, pp 2023-2024.

- Spaeis. A. G. (1975). Metabolic diseases because of mineral deficiency in: Special Veterinary Medicine, Thassaloniki, pp 230-295.
- Stewart C., H. Flint and M.P. Bryant (1997). The rumen bacteria. The Rumen Microbial Ecosystem. Blackie Academic and Professional, London, pp 10–72.
- Suhair Sayed Mohammed (2012). Retrospective study on the prevalence of foreign body in goat, sheep and cattle in different seasons in Khartoum State, Global Veterinaria, 9 (6), pp 732-737.
- Susan E. et Asa Mays (2002). Le manuel vétérinaire Merck, system digestif , pp103-348.
- Takenaka A, Itabashi H. (1995). Changes in the population of some fonctionnal groups of rumen bacteria including methanogenic bacteria by changing the rumen ciliates in calves. J. Gen. Appl. Microbiol., 41,pp 377-387.
- Ter Halle Alexandra , Perez Emile (2018). La pollution plastique en mer : le septième continent, Encyclopédie de l'Environnement, [en ligne ISSN 2555-0950].
- Tesfaye D., Yismaw S. and Demissie T. (2012). Rumenal and Reticular Foreign Bodies in Small Ruminants Slaughtered at Jimma Municipal Abattoir, Southwestern Ethiopia, Journal of Veterinary Advances ,2(8),pp 434-439.
- Thivend P., Fonty G., Jouany J-P., Durand M., Gouet Ph. (1985). Le fermenteur rumen. Reprod. Nutr. Dévelop., 25 (4), pp 729-753.
- Tlidjane Madjid (1986). Influence du pH rumenal (cas d'acidose, alcalose et leur influence sur la fonction hépatique). Thèse de doctorat Moscou.
- Tlidjane Madjid (2016). Polycopies de pathologie de l'appareil digestif des ruminants ,47 p.
- Timothy.H. ogilvie (1998). Large animal internal medicine, first edition. Williams &Wilkins, West Camden Street Baltimore, Maryland USA. pp 41-56.
- Tripathi A.K, Soodan J.S and Kushwaha R.B. (2016). Clinical, hemato-biochemical and therapeutic studies on rumen impaction in buffaloes, Buffalo Bulletin, Vol.35 ,No.3.
- Trupin Séverine (2007). Faisabilité d'un capteur spectroscopique proche infrarouge pour la détermination chimométrique de caractéristiques physico - chimiques de matériaux plats en cours de fabrication , Thèse de Doctorat Université des Sciences et Technologies de Lille.
- Turkar, S. and S.K. Uppal (2007). Blood biochemical and ruminal liquor profile in buffaloes (Bubalus bubalis) showing omasal impaction ,veterinary research communications,nu;3, pp 967–975.
- UNEP (2014). L'annuaire du PNUE 2014 et les rapports sur la valorisation du plastique: La contamination au plastique menace la vie marine, le tourisme, la pêche et le monde des affaires united nations environment programme.
- Urlisch Welsch (2000). Atlas d'histologie : cytologie, histologie, anatomie microscopique, Ed medicales internationales. 260 p.

Valdez R.E., Robinson J.J. and D. Scoh, D. (1977). The effect of different degrees of food restriction in late pregnancy on Nitrogen metabolism in ewes. *J. Agric. Science, Cambridge* 88, pp 399-403.

Vanitha, V., A.P. Nambi, B. Gowri and S. Karitha (2010). Rumen impaction in cattle with indigestible foreign bodies in Chennai, Tamilnadu, *J. Vet. Anim. Sci*, vol 6, no 3: pp 138-140.

Vignau-Loustau. L et Huyghe .C. (2008). *Stratégies fourragères*. Editions France Agricole, pp 117-149.

Vijaya Bhaskara Reddy M. et P. Sasikala (2012). A Review on Foreign Bodies with Special Reference to Plastic Pollution Threat to Live Stock and Environment in Tirupati Rural Areas. Department of Livestock Production and Management, College of Veterinary Science. Sri Venkateswara Veterinary University, India Andhrapradesh, Tirupati. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 2, Issue 12.

Wawre V.A. (2002). Clinical, haematoloical and biochemical study in relation to weight of non metallic foreign body recovred from forestomach in bovin, M.V.Sc, thesis submitted to MAFSU Nagpur.

Webster CR. (2005). History, clinical signs, and physical findings in hepatobiliary disease. In : Ettinger SJ, Feldman EC, editors. *Textbook of veterinary internal medicine*. St Louis : Elsevier-Saunders, pp 1422-1434.

Williams AG, Coleman GS. (1997). The Rumen Protozoa. In : Hobson PN, Ed. *The rumen microbial ecosystem*, blackie academic & professional. An Imprint of Chapman & Hall, pp77-111.

William J. Bacha, JR and Linda M. Bacha (2012). *Color atlas of veterinary histology* 3rd ed. Wiley-Blackwell Edition , pp139-182.

Youssef Ouattara (1999). *Etude de l'activité des extraits aqueux de plantes hépatotropes sur le foie de souris soumises a une intoxication" algue au tetrachlorure de carbone*, thèse de 3 ème cycle en sciences biologiques appliquées, option physiologie animale, université de Ouagadougou

Yilkal Manaye, Murali Manohar B, Ramaswamy Velappa and Mulat Asrat (2016). Analysis of rumen fluid in apparently healthy slaughtered cattle at Gondar Elfora abattoir, *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry* 2016; 1(2), pp37-42.

Anonyme 1: <http://www.caue-martinique.com/media/fichepr-20-environnement-quelques-definitions.pdf>

Anonyme 2: <https://fr.scribd.com/doc/23364305/Definitions-de-la-pollution>

Anonyme 3: http://www.who.int/topics/air_pollution/fr/

Anonyme 4: https://www.notre-planete.info/environnement/pollution_air/pollution-atmospherique.php

Anonyme 5: [shttp://www. Dictionnaire-environnement.com/ pollution_de_eau_ID1033.html](http://www.Dictionnaire-environnement.com/pollution_de_eau_ID1033.html)

Anonyme 6 : [wikipedia.org/wiki/Pollution marine](https://wikipedia.org/wiki/Pollution_marine)

Anonyme 7 : <http://alpe-togo.e-monsite.com/pages/documentation/la-pollution-des-sols.html>

Anonyme8 : http://www.cleanuptheword.org/PDF/fr/waste-in-the-environment-les-d-chets-dans-l-environnement_f.pdf

Anonyme 9 : <https://www.mediaterre.org/actu>

Anonyme 10: <http://www.andi.dz/PDF/monographies/Batna.pdf>

Anonyme 11: <http://www.wilaya-batna.gov.dz/fr/content/population>

Annexes

Hemato-Biochemical Profile in Cattle with Rumen Impaction

Zahra Rouabah, Madjid Tlidjane, Boubakeur Safsaf, Mouna Mallem and Toufik Meziane

Environmental Health and Animal Production,
Veterinary Department, University Hadj Lakhder Batna 1, 05000 Algeria

Abstract: The aim of this study was to investigate the prevalence of rumen impaction, hematological changes, biochemical parameters and ruminal pH change caused by indigestible foreign bodies (Plastic) in cattle. About 212 cows were examined immediately after slaughtering to determine the presence or absence of the foreign bodies in their rumen-reticulum. Both blood samples and rumen fluid were collected from all animals with or without foreign bodies in rumen-reticulum. Of the sixty (28.30%) head had indigestible foreign body (plastics materials), 44 (73.34 %) were males and 16 (26.66%) were females. Biochemical analysis revealed a significant increase in the concentration of glucose ($P < 0.01$), total proteins ($P < 0.05$), urea ($P < 0.05$), aspartate aminotransferase (AST) ($P < 0.05$), alanine transaminase (ALT) ($P < 0.05$), with no significant difference in the level of the cholesterol ($P > 0.05$). Hematological analysis revealed a significant decrease of the concentration of packed cell volume (PCV) and White blood cell count (WBC) ($P < 0.05$), but no significant difference in the erythrocyte count (RBC) level of hemoglobin (Hb), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) ($P > 0.05$). Also, ruminal fluid pH measurement revealed no significant difference between rumen with indigestible foreign bodies and rumen without indigestible foreign bodies. The present study revealed that hemato-biochemical parameters should be taken into consideration in the diagnosis of cattle rumen impaction.

Key words: Blood Hemato-Biochemical Profile • Non-Biodegradable Material • Rumen Impaction • Rumenal Fluid pH

INTRODUCTION

Plastic is made from non-renewable, heavy pollutant petroleum products (Crude oil, natural gas and coal) [1]. Since it is a non-biodegradable material, it has been accumulating in the environment for decades and pose risk to animal health and the environment [2].

Plastics are the most common waste materials in the municipality, it represents the largest part of municipal wastes and it is not sent to landfill or incinerated. Plastic waste is harmful to ruminants because it can eventually lead to the death of the animal as a result of indigestion [3]. This may possibly be one of the major health problem affecting cattle in Algeria. Cattle are more susceptible to ruminal impaction than other small ruminants because they do not use their lips for prehension [4-6]. Due to lack of oral discrimination cattle may ingest foreign particles that would otherwise be rejected by other species [7,8].

Nutritional deficiency and bad feeding management practices could lead to the ingestion of foreign particles and this might eventually affect different organs of the animal mainly the rumen and reticulum [9]. When ingested, these foreign particles stay in the rumen of the cattle, compromising ruminal space and interfering with normal physiological functions of the rumen thereby leading to loss of weight and eventually the death of the animal [10,11]. Ruminal impaction as a result of indigestible foreign bodies especially plastics also leads to ruminal distension and passing of scanty or no feces [12] high mortality rates and also premature slaughter of sick cattle [13].

As the grazing land is becoming more and more polluted with these indigestible foreign bodies (plastic) we can predict that this will be a growing problem for grazing animals in Algeria. This study was designed to draw attention to the role of the environmental pollution on the prevalence of foreign bodies ingested by cattle in

Batna city and serve as an eye opener for the government to enable it formulates policies on an effective and efficient waste disposal system. The purpose of this study aimed to investigate the number of cattle with rumen impaction as a result of indigestible foreign bodies slaughtered in Batna municipal abattoir and consider some blood hemato-biochemical parameters and rumenal fluid pH.

MATERIALS AND METHODS

Study Area: The study was carried out in Batna City, northeastern Algeria between August 2015 and January 2017. Batna is located between the north and south of the Atlas Mountains and this means that the mountains rise on either side to form a sort of naturally protective passage over the province. The climate tends to vary quite widely, with extreme heat during the summer with snow and cold during winter. The latitude and longitude of Batna City are 7°-4° N and 35°-36° E, respectively. The average altitude of the city is 1,048 meters above sea level with a temperature range of 4° to 35° C. According to the management of agricultural services Batna has livestock population of about 48357 cattle, 263575 goats, 674300 sheep and 110 Camel.

Animals: The study was conducted on 212 cattle apparently healthy. The animals were selected by systematic random sampling. The origin of animals slaughtered at Batna Municipal Abattoir is mostly from Batna and other surrounding municipalities. Cattle presented for slaughter were identified by sex, age and race. Age was determined basing on dental eruption [14]. After slaughtering the animals, the rumen and reticulum were examined in the evisceration stage, they were opened and any foreign bodies were washed with water to remove adhering feed material and identified. The plastics and/or other foreign bodies collected from each animal were separated into different types and weighted. Plastic objects were further stored into loose compact masses or metals.

Sample Collection and Analysis: Before slaughtering the animal, blood samples were collected from the jugular vein into dry and heparinized tubes for measuring glucose, total proteins, urea, aspartate aminotransferase (AST), alanine transaminase (ALT), cholesterol, packed cell volume (PCV), white blood cell count (WBC), erythrocyte count (RBC), hemoglobin (Hb), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH) and mean

corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) by COBAS INTEGRA® 400 plus analyzer and Medonic M-Series hematology analyzers.

Measurement of pH: Rumen fluid was collected randomly from all animals with or without foreign bodies in reticulo-rumen through the Ryles stomach tube. The ruminal fluid pH was measured immediately after sampling (Digital pH meter (Ph 225, WTW).

Statistical Analysis: The data obtained is presented as mean and standard error (Mean±S.E.) and statistically analyzed using MYSTAT12. Student's t-test was used to analyze the significance of difference between the control and animals with rumen impaction. Significance level was set at P = 0.01 and P = 0.05.

RESULTS

Prevalence of Rumen Impaction: From the 60 (28.30%) cases out of 212 animal slaughtered suffered from rumen impaction, 44 (73.34 %) were males and 16 (26.66%) were females (Table 1).

Biochemical Analyzes: The results obtained from blood biochemical analysis (Table 2), showed that impacted animals had significantly ($p < 0.01$) high glucose (92.3 ± 27.2 mg/dl) compared to the control non impacted group (75.2 ± 20.5 mg/dl). Total proteins of impacted animals ($7.8.89 \pm 1.437$ g/dl) was significantly ($p < 0.05$) high compared to the control group (7.127 ± 1.503 g/dl). Similarly, urea (5.24 ± 1.25 mg/dl) significantly ($P < 0.05$) increased in cattle with rumen impaction compared to the control animals (4.51 ± 1.44 mg/dl). As well as, AST (109.38 ± 34.94 U/L) and ALT (28.03 ± 6.21 U/L) levels significantly ($P < 0.05$) increased in cattle with the rumen impaction compared to the control animals (93.76 ± 25.44 U/L; 25.23 ± 5.40 U/L). There was no significant difference in the cholesterol level ($p > 0.05$).

Hematological Analyzes: Hematological profile demonstrated non-significant changes in the RBC, Hb, MCV, MCHC and MCH values in cattle with rumen impaction compared to the control group (Table 3). Whereas, there was significant ($P < 0.05$) decrease in mean values of PCV (32.66 ± 6.01) in cattle with rumen impaction compared to the control group (36.64 ± 6.93) and a significant ($P < 0.05$) increase in WBC (21.60 ± 15.69) in cattle with rumen impaction compared to the control group (15.07 ± 7.10).

Ruminal fluid pH: The mean ruminal fluid pH of impacted animals (6.64 ± 0.64) was nearly similar to control animals (6.56 ± 0.47 ; $p < 0.05$; Table 4).

Table 1: Sex distribution of rumen impaction in cattle slaughtered at Batna municipal slaughterhouse

Animals	Examined animals	Prevalence (%)	Positive animals with rumen impaction	
			impaction	Prevalence (%)
Male	175	82.55 %	44	73.34 %
Female	37	17.45 %	16	26.66 %
Total	212	100 %	60	28.30 %

Table 2: Biochemical parameters of apparently healthy cattle and those with rumen impaction

Parameters	Rumen impaction (n=30)	Control group (n=40)
Glucose(mg/dl)	92.3±27.2**	75.2±20.5
Total proteins (mg/dl)	7.88±1.43*	7.12±1.50
Cholesterol(mg/dl)	84.5±2.17 ^{NS}	78.4±1.84
Urea (mmol/l)	5.24±1.25*	4.51±1.44
AST (U/L)	109.38±34.94*	93.76±25.44
ALT (IU/L)	28.03±6.21*	25.23±5.40

The values are represented by mean ± S.E,* Indicates significant difference from control group at $P < 0.05$

** Indicates significant difference from control group at $P < 0.01$, NS – Non significant.

AST:Aspartate aminotransferase, ALT: Alanine transaminase

Table 3: Hematological parameters of apparently healthy cattle and those with rumen impaction

Parameters	Rumen impaction (n=32)	Control group (n=38)
PVC (10 ⁶ /lL)	32.656 ± 6.01*	36.64 ± 6.93
RBC (10 ⁶ /lL)	8.13 ± 2.09 ^{NS}	8.98 ± 1.75
Hb (g/dl)	13.11 ± 2.01 ^{NS}	13.85 ± 1.76
MCV (fl)	40.60 ± 7.36 ^{NS}	40.27 ± 4.98
MCHC (g/dl)	40.33 ± 5.82 ^{NS}	39.16 ± 6.51
MCH (pg)	16.71 ± 3.09 ^{NS}	15.60 ± 3.32
WBC (10 ³ / mm ³)	21.60 ± 15.69*	15.07 ± 7.10

The values are represented by mean ± S.E, * Indicates significant difference from healthy group at $P < 0.05$

NS – Non significant.PCV: packed cell volume, WBC: White blood cell count, RBC: Erythrocyte count, Hb: Hemoglobin, MCV: Mean corpuscular volume, MCH: Mean corpuscular hemoglobin, MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration.

Table 4: pH value in apparently healthy cattle and those with rumen impaction

Parameter	Control group (n=40)	Rumen impaction (n=30)
Ruminal fluid pH	6.56±0.47	6.64±0.64 ^{NS}

NS – Non significant at $P > 0.05$

DISCUSSIONS

Rumen impaction in cattle with indigestible foreign body (plastic) is one of the most commonly occurring problems of the digestive tract of ruminants [15] previously reported from Jordan [8] Pakistan [16] Nigeria [10,11] Sudan [3,17, 18], India [19,20] Germany [21] Rwanda [22] and Iraq [23].

Nearly similar prevalence rate 23.9% was reported by Dawit *et al.*[24] in Ethiopia. However, more or less consistent overall foreign body prevalence of 59.14% was reported by Khurshaid *et al.*[18] in Pakistan, 43.4% and 41.8% were reported by Negash *et al.*[25] and Sheferaw *et al.*[26] in Ethiopia respectively, 38.6% and 12% were reported by Ngoshe [27] and Akinbobola *et al.*[28] in Nigeria and 17.4% by Mushonga *et al.*[22] in Rwanda.

The prevalence of rumen impaction in the current study is substantially higher in the cattle population [20] compared to results published in other countries [29] and revealed that the prevalence in males is higher compared with the prevalence in females. This is due to the low number of females slaughtered than the males.

Eating indigestible foreign bodies may be related to mineral deficiency, poor nutrition, anemia [30,31] or due to easy access to vegetable wastes in polythene bags [32, 33]. It is very common in developing countries possibly because of un-organized small- scale farming and poor standard in animal management and feeding [34]. Animal owners do not provide sufficient feed as well as quality feed to the animals. This deficiency forces the animal to pick up outside roughages.

The position of the impacted material in the rumen was more important than the size and weight of the material causing the impaction. Many large and heavy impacted materials in the rumen do not cause clinical impaction except where the rumino-reticular orifices were or completely blocked by the presence of these materials or pressure [35].

Clinical rumen impaction results by the accumulation of indigestible foreign bodies in rumen which interferes with the flow of ingesta leading to distention of the rumen and passing of scanty or no feces [36]. The pronounced clinical symptoms were emaciation, abdominal distension and asymmetry, complete cessation of rumination, lack of feces in the rectum, foamy salivation, recumbency, inappetence and weight loss [19].

In the current study, glucose was significantly ($p < 0.01$) high in impacted animals compared to the control group. These results agreed with those obtained by Hussain *et al.* [37] (85.91 ± 12.42 mg/dl), Turkar *et al.* [38] (125.40 ± 20.12 mg/dl), but lower concentrations was reported by Vanitha *et al.* [19] El-Attar *et al.* [39] and Akinrinmade and Akinrinde [6]. The higher glucose level may be due to stress of impaction leading to adrenocorticosteroid release, which has glycogenolytic effect, leading to hyperglycemia. The secretion of insulin in ruminants is induced by butyrate and propionate [40] which in turn may lead to suppression of

gluconeogenesis and increases in lipogenesis. After rumen impaction, volatile fatty acids are not synthesized in sufficient quantities to meet the energy demand of the animal, so the animal has to depend on oxidation of glucose rather than volatile fatty acid for metabolism [41].

The significantly ($p < 0.05$) high total proteins in impacted cows compared to the control group was also reported by Athar *et al.* [42] and Hussain *et al.* [37]. The increased total proteins value may be due to the inflammation [43].

The significantly ($P < 0.05$) increased urea in cattle with rumen impaction compared to the control animals could be correlated with anorexia, starvation, decreased rumeno-reticular activity and dehydration, as these conditions leads to renal insufficiency [38,39].

Similarly, Turkar and Uppal [38] and Tripathi *et al.* [44] reported a significant ($P < 0.05$) increase of AST and ALT levels in cattle with the rumen impaction compared to the control animals, The increased levels of AST and ALT could result from liver necrosis due to toxemia from damaged rumen mucosa [45] or absorption of toxic products from the alimentary tracts, starvation and constipation leading to cellular disturbances of liver parenchyma [38,45].

The absence of significant difference in the RBC, Hb, MCV, MCHC and MCH values in cattle with rumen impaction compared to the control group is in accordance to the observations of Singh *et al.* [46] but counteract with Vanitha *et al.* [19] who reported a significant increase in RBC, MCV, MCHC, MCH. A significant increase in Hb had also been reported by Akinrinmade and Akinrind [6]. The significant decrease ($P < 0.05$) in mean values of PCV in cattle with rumen impaction compared to the control group may result from the inadequate dietary intake and dietary deficiency as a result of presence of foreign materials in the rumen [6,19,36,43]. However, the significant increase ($P < 0.05$) in WBC in cattle with rumen impaction compared to the control group might be in response to stress and infection [42,46,47].

CONCLUSION

The study revealed 28.30 % prevalence of rumen impaction in cattle in Batna city, this result is high enough and may play an important role not only in loss of cattle because of its high mortality and morbidity rates but also it contributes for reduced production and productivity. In

order to save the environment and free grazing ruminants, an appropriate solid waste disposal system need to implement to reduce the prevalence of rumen impaction in cattle and also to protect the environment. We concluded also that hemato-biochemical parameters should be taken into consideration in the diagnosis of rumen impaction in living cattle.

REFERENCES

1. Stevens, E.S., 2002. Green plastics: An introduction to the new science of biodegradable plastics, Princeton University Press.
2. Thompson, R.C., Y. Olsen, R.P. Mitchell, A. Davis, S.J. Rowland A.W. John, D. McGonigle and A.E. Russell, 2004. Lost at sea: where is all the plastic? Science, 7304(5672): 838.
3. Ghurashi, M.A.H., H.I. Seri, A.H. Bakheit and E.A.M. Ashwag, 2009. Effect of surgical removal of foreign body from goat's rumen with special reference to the prevalence of foreign body in goats in Southern Darfur. Australian. J. Basic. Appl. Sci., 3(2): 664-668.
4. Misk, N.A., J.M. Nigam and J.F. Rifat, 1999. Management of foreign body syndrome in Iraqi cattle. Agri. Prac, 5(8): 19-21.
5. Mc Curin, D.M. and J.M. Bassler, 2006. Clinical text book for veterinary technicians. 6 th, Ed. Elsevier, pp: 224-244.
6. Akinrinmade, J.F. and A.S. Akinrinde, 2012. Hematological, serum biochemical and trace mineral indices of cattle with foreign body rumen impaction. International Journal of Animal and Veterinary Advances, 4(6): 344-350.
7. Hailat, N., S. Nouth, A. Al-Darraj, S. Lafi, F. Al-Ani and A. Al-Manjali, 1996. Prevalence and pathology of foreign bodies (Plastic) in Awassi sheep in Jordan, Small Ruminant Research, 24: 43-48.
8. Majali, A., N. Hailat, S. Nouh and F. AL-Ani, 1995. Dismacement of abomasum in cattle: diagnosis and treatment, Al-Tabib AlBairati, 11: 61-64.
9. Abdullahi, U.S., G.S.H. Usman and T.A. Mshesila, 1984. Impaction of rumen wit indigestible garbage in cattle and sheep reared urban and suburban environment, Nigerian Veterinary Journal, 13: 89-95.
10. Igbokwe, I.O., M.Y. Koloand and G.O. Egwu, 2003. Rumen impaction in sheep with indigestible foreign body in the semi arid region of Nigeria, Small Ruminant Research, 49: 141-147.

11. Remi-Adewunmi, B.D., E.O. Gyang and A.O. Osinowo, 2004. Abattoir survey of foreign body rumen impaction in small ruminants. *Nigerian Veterinary Journal*, 2004, vol. 25: pp. 32-38.
12. Hailat, H., A. Al-Darraj, S. Lafi, S.A.F. Barakat, F. Al-Ani, H. El-Magraby, K. Al-Qudah, S. Gharaibeh, M. Rousan and M. Al-Smadi, 1998. EPathology of the rumen in goats caused by plastic foreign bodies with reference to its prevalence in Jordan, *Small Ruminant Research*, 30: 77-83.
13. Saulawa, M.A., S. Ukashatu, M.G. Garba, A.A. Magaji, M.B. Bello and A.S. Magaji, 2012. Prevalence of indigestible substances in the rumen and reticulum of small ruminants slaughtered at Katsina central abattoir, Katsina state, northwestern Nigeria, *Scientific Journal of Pure and Applied Sciences*, 1: 17-21.
14. Otesile, E.B. and M.F. Obasaju, 1982. Relationship between age and rostral teeth development in Nigerian goats, in *Proc. 3rd Inter. Conf. on Goat Production and Disease*, University of Arizona, 10-15: 349.
15. Aref, N.M. and M.A.H. Abdel-Hakim, 2013. Clinical and diagnostic methods for evaluation of sharp foreign body syndrome in buffaloes, *Vet World*, 6(9): 586-591.
16. Jan Mohammad Khan, Glulam Habib and Mohammad Mohsin Siddiqui, 1999. Prevalence of foreign indigestible materials in the reticulo-rumen of adult buffaloes *pakistanvet.J.*,19(4).
17. Mohammed, A., O. Bakhiet and A. Hayder, 2006. Retrospective study on the prevalence of foreign body in goat's Rumen: Omdurman Province, Khartoum State, Sudan (1998-2002). *J. Anim. Sci. Vet. Med.*, 5: 449-451.
18. Khurshaid Anwar, Ikhwan Khan, Asim Aslam, Muhammad Mujtaba, Anwarud Din, Yasir Amin and Zubair Ali, 2013. Prevalence of indigestible rumen and reticulum foreign bodies in Achai cattle at different regions of khyber pakhtunkhwa, *ARNP Journal of Agricultural and Biological Science*, vol. 8, no 8.
19. Vanitha, V., A.P. Nambi, B. Gowri and S. Karitha 2010. Rumen impaction in cattle with indigestible foreign bodies in Chennai, Tamilnadu, *J. Vet. Anim. Sci.*, 6(3): 138-140.
20. Hussain, S.A. and S.K. Uppal, 2012. Rumen impaction in buffaloes a haemato-biochemical study, *Indian Journal of Animal Sciences*, 82(4): 369-373.
21. Bhatt, R.H., Jingsh Bhikhalal Patel and Nisha Joy, 2011. Surgical management of ruminal impaction due to non-penetrating foreign body syndrome in Kankrej cattle, *ijavms*, 5: 477-480.
22. Mushonga, B., G. Habarugira, A. Musabyemungu, J.C. Udahemuka, F.I. Jaja and D. Pepe, 2015. Investigations of foreign bodies in the fore-stomach of cattle at Ngoma Slaughterhouse, Rwanda, *Journal of the South African Veterinary Association* 86(1), Art. #1233, 6 pages. [http:// dx.doi.org/10.4102/jsava.v86i1.1233](http://dx.doi.org/10.4102/jsava.v86i1.1233).
23. Abu-Seida, A.M., 2016. Current status and prospect of ultrasonographic application in buffaloes, *Asian J Anim Vet Adv*, 11: 144- 157.
24. Dawit Tesfaye, Diriba Daba, Birhanu Mekibib and Amene Fekadu, 2012. The Problem of environmental pollution as reflected in the fore stomach of cattle: A postmortem study in eastern Ethiopia, *Global Journal of Environmental Research*, 6(2): 61-65.
25. Negash, S., B. Sibhat and D. Sheferaw, 2015. A postmortem study on indigestible foreign bodies in the rumen and reticulum of ruminants, eastern Ethiopia, *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 82(1).
26. Sheferaw, D., G. Fikreysus, A. Metenyelesh, D. Tesfaye and D. Ethana, 2014. Ingestion of indigestible foreign materials by free grazing ruminants in Amhara region, Ethiopia, *Tropical animal health and production*, 46: 247-250.
27. Ngoshe, A., 2012. Incidence of polythene bag ingestion by ruminant animals at Maiduguri central abattoir. *Ramat Journal for Management Science and Technology*, 1(4): 12-16.
28. Akinbobola, J.S., J.N. Omeje, R.I. Akinbobola, R.I. Ayoade, O.A. Ajagbe and S.O. Okaiyeto, 2016. Prevalence of indigestible foreign bodies in the rumen of cattle slaughtered at gwagwalada abattoir, Abuja, Nigeria. *International Journal of Livestock Research*, 6(6): 25-31.
29. Fraser, A.F. and D.M. Broom, 1990. *Farm animal behavior and welfare 3rd ed*, ELBS Bailliere Tindall, London, pp: 318-322.
30. Radostits, O.M., D.C. Blood and C.C. Gray, 1994. *Veterinary Medicine. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses*, 8th ELBC, Bailliere Tindall, London. ed, pp. 259-287, 1428-1432.

31. Sanni, B.D., E.O. Gyang and O.A. Osinowo, 1998. Polythene Bag rumen impaction in small ruminants: In Proceedings of the Silver Anniversary Conference of the Nigerian Society for Animal Production and the Inaugural Conference of the West African Society for Animal production. Abeokuta, Nigeria, pp: 97-98.
32. Radostits, O.M., C.C. Gay, H. Hinchcliff and P.D. Constable, 2007. *Veterinary Medicine. A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*, 10th ed. Saunder Publisher London, pp: 337.
33. Spaeis, A.G., 1975. Metabolic diseases because of mineral deficiency in: *Special Veterinary Medicine*, Thassaloniki, pp: 230-295.
34. Khose, K.A., P.A. Jadhav and V.E. Mahajan, 2010. Ruminant impaction in a cow with indigestible foreign bodies and its surgical management, *Intas Polivet*, 11: 189-190.
35. Misk, N.A., J.M. Nigam and J.F. Rifat, 1984. Management of foreign body syndrome in Iraqi cattle. *Agri. Prac*, 5: 19-21.
36. Meyer, T.H.P.I., L. Stryer and H. Schulman, 1992. Calmodulin trapping by calcium-calmodulin-dependent protein kinase, *Science*, pp: 1199-1202.
37. Hussain, S.A., S.K. Uppal, N.K. Sood, C.S. Randhawa and S. Prabhakar, 2010. Clinical haemato-biochemical findings and therapeutic management of peritonitis in cattle, *Intas Polivet*, 12(II): 283-289.
38. Turkar, S. and S.K. Uppal, 2007. Blood biochemical and ruminal liquor profile in buffaloes (*Bubalus bubalis*) showing omasal impaction, *veterinary research communications*, 3: 967-975.
39. El-Attar, H.M., M.M. Ghanem and Y.M. Abd El-Raof, 2007. Clinical, biochemical and haematological studies on omasal impaction in cows, *Beni Suef Veterinary Medical Journal*.
40. Mann, J.G. and J.M. Boda, 1966. The influence of age of lambs on the ketogenicity and butyrate and tolerance to exogenous in vivo, *Journal of Agricultural Science*, 67: 377-80.
41. Kaneko, J.J., J.W. Harvey and M.L. Bruss, 2008. *Clinical biochemistry of domestic animals*, 6th edn. Academic Press, London
42. Athar, H., J. Mohindroo, C.S. Randhawa, Kiranjeet Singh and N.S. Saini, 2011. Clinical, haemato-biochemical, radiographic and ultrasonographic findings in bovines suffering from pericarditis and pleural effusions, *Indian Journal of Animal Sciences*, 81(8): 48.
43. Dodia, V.D., N.H. Kelawala, N.D. Suthar and Prajwalita Sutaria, 2014. Haematological and serum biochemical profile of cattle affected with plastic foreign bodies, *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 4, Issue 8.
44. Tripathi, A.K., J.S. Soodan and R.B. Kushwaha 2016. Clinical hemato-biochemical and therapeutic studies on rumen impaction in buffaloes, *Buffalo Bulletin*, Vol.35 No.3.
45. Garry, F.B., 2002. *Indigestion in ruminants. Large Animal Internal Medicine*, 3re Edn. Smith B P. Mosby Inc, Philadelphia USA, pp: 748.
46. Singh, R., S.L. Garg, N. Sangwan and S. Gera, 2008. haematological profile of buffaloes suffering from foreign body syndrome Haryana Vet, 47: 91-93.
47. Akraiem, A.A. and A.S.A. Abd Al-Galil, 2016. Rumen impaction in cattle due to plastic materials, *journal of veterinary medical research*, 23(1): 65-70.

Identification des corps étrangers dans les pâturages et leurs impacts sur la santé des bovins

Identification of foreign bodies in pastures and their impacts on the health of cattle

TLIDJANE M., ROUABAH Z., ALLOUI N., SAFSAF B.

Laboratoire « Environnement, santé et production animale. Département vétérinaire, Université de Batna, Algérie

INTRODUCTION.

En Algérie, les décharges publiques à ciel ouvert reçoivent quotidiennement de milliers de tonnes de déchets ménagers et industriels solides sans aucune forme de recyclage. Cette forme de pollution par sa proximité des pâturages est susceptible de provoquer des perturbations écologiques mais aussi des effets sur la santé animale. Le bovin par sa forte consommation, par son mode de préhension non discriminatoire et par sa place importante dans l'occupation du territoire, a toujours joué un rôle environnemental crucial. En effet, l'une des caractéristiques fondamentales de cet élevage est sa très forte liaison au sol et le caractère local de cette dernière. Le présent travail a pour objectif d'évaluer l'impact de ces caractéristiques sur la santé des animaux dans la perspective d'utilisation des bovins comme « animaux sentinelles » du cadre de vie animal.

1. MATERIEL ET METHODES.

1.1. INVESTIGATION POUR EVALUATION DE LA POLLUTION DES PATURAGES

L'enquête sur l'impact de la pollution des pâturages a été réalisée dans trois exploitations bovines. La première (A) d'une superficie de 32 hectares se trouve à proximité de la principale décharge publique de la ville de Batna (plus de 962 623 habitants), la seconde (B) d'une superficie de 28 hectares est située à quelques kilomètres alors que la troisième (C) (15 hectares) en était très éloignée. Nous avons compté tous les objets non biodégradables se trouvant sur 10m² de dix parcelles prises au hasard dans chaque exploitation.

1.2. INVESTIGATION DE L'INFLUENCE DE LA POLLUTION SUR LA SANTE DES BOVINS (SYNDROME DU CORPS ETRANGER)

Une seconde enquête a été réalisée au niveau de l'abattoir principal de la région sur un nombre total de 298 bovins abattus (255 mâles et 43 femelles âgés respectivement de 6 à 24 mois et de 8 à 12 ans dont on a noté la provenance). Après l'abattage et l'éviscération, on a recensé les corps étrangers dans le tube digestif et ceux siégeant dans des organes de proximité.

2. RESULTATS

Les résultats de la première enquête ont montré que le nombre moyen et écart-type d'objets non biodégradables non alimentaires par parcelle dans les champs des fermes A, B et C étaient respectivement de $90 \pm 1,02$, $65 \pm 1,37$ et $24 \pm 1,01$. Pour la majorité des cas, ce sont des corps étrangers non vulnérants (CENV) de nature variable (sachets en plastiques, pot de yaourt, tuyaux, chambre à air, toiles serrées et autres) et des corps étrangers vulnérants (CEV), principalement clous, fils de fer, boîtes de conserve, aiguilles de couture, seringues, couvercles, débris de verre et autres déchets ménagers et industriels. La recherche des corps étrangers dans le tube digestif des bovins en provenance des zones d'implantation des fermes A, B et C a montré que la prévalence de la pollution par objets non alimentaires des pré-estomacs des bovins de la ferme A était de 71,2 %, dont 23,0 % de CEV et 45,5 % de CENV (tableau 1), celle de l'exploitation B de 58,0 (3,1 % de CEV

et 35,0 % de CENV), alors que pour la ferme C, elle n'était que de 21,8 % (9,2 % de CEV et 12,6 % de CENV). Les résultats rapportés dans le tableau 2 montrent que les corps étrangers ingérés n'ont déterminé de véritables lésions que chez 4,7 % des cas sur un nombre total de 298 bovins.

Tableau 1 : Prévalence du syndrome du CEV et CENV à l'abattoir

Région de provenance	Nbre	CEV (%)	CENV (%)
Ferme A	59	23,8	47,5
Ferme B	143	23,1	35,0
Ferme C	87	9,2	12,6

Tableau 2 : Localisation des corps étrangers et des lésions (N=298)

Type de maladie	Nbre de vaches	Nbre de veaux	%
Réticulo-péritonite traumatique	3	-	1,1
Abcès périréticulaire	10	-	3,4
Obstruction de l'œsophage	-	1	0,3
CE dans le rumen et /ou réseau	15	50	21,8

3. DISCUSSION

Le nombre élevé des corps étrangers non alimentaires retrouvés dans les pâturages des exploitations A et B montre que les décharges publiques sont les principales sources de pollution des pâturages. Une grande variété de corps non alimentaires a été trouvée dans les pré-estomacs des bovins en provenance des régions de localisation de ces fermes. Les causes prédisposant et favorisant l'ingestion par les bovins de corps étrangers sont multiples et variables (Misk *et al.*, 2001). Cependant, il semble que les insuffisances nutritionnelles soient bien les plus importantes. En effet, la sensation forte de faim conduit les animaux à développer des aberrations de l'appétit et les poussent à avaler de grandes quantités d'aliments et d'objet non consommables sans discrimination (Martins *et al.*, 2004). L'examen clinique a révélé que 41 bovins en majorité en provenance des zones des fermes A et B abattus pour cause de syndrome de corps étranger rebelle au traitement développaient des symptômes d'indigestion dominés par l'atonie du rumen, du météorisme et des troubles de vidange du tube digestif. L'examen *post-mortem* a montré une faible prévalence (trois cas) de bovins avec rético-péritonite traumatique (tableau 2)

CONCLUSION

Les décharges publiques à ciel ouvert sont les principales sources de pollution par objets solides non alimentaires des pâturages de voisinage même s'ils sont relativement éloignés. Elles constituent une menace sérieuse pour l'environnement et la santé des animaux vivant à proximité. Les bovins d'abattoir peuvent jouer pleinement le rôle « d'animaux sentinelles » de la nature et être de ce fait des indicateurs dans les zones de forte pollution.

Martins L., Lemel M.C.M., Portugal M.A.S.C., Baldassil L., Margatho L.F.F. 2004. *Presena de corpos estranhos no aparelho digestorio.* Arg. Inst. Biol. São Paulo, 71, 1, 83-87
Misk N.A., Semieka M.A., EL-M. Ali, S. 2001. Review, *Assiut Veterinary Medical Journal*, 250

potable water and food, avoiding stress, Chapter 7 obligations with society. To complete version of the ethics code consultation you can go to www.ammvweb.net

Key words: bioethic

1070 Pollution et Syndrome des Corps Étrangers

M. Tlidjane, Z. Rouabah, N. Alloui, B. Safsaf
Batna University, Department of Veterinary Medicine, Algeria

This study has been archived in three areas of the wilaya of Batna. The first one is located near a great domestic waste discharge at open sky (Azab). The second area consisted of medium waste discharge (El-Madher) and the third one without a fixed public waste discharge (Sériana). Three types of investigation were performed. The first one concerned the degree of pollution of pasture fields. It showed that pollution is very high in the immediate nearby of the discharge and this pollution had a direct effect on the animal health. The second survey at slaughter-house showed that animals that had ingested the most non-biodegradable foreign bodies come from breedings located near great or average waste discharge. The survey on the frequency of the foreign body syndrome showed a clear relationship between the frequency and the degree of pasture field pollution. This finding reveals that non-protected waste discharges constitute the main source of pasture fields pollution and have a direct impact on animal health.

1071 Genetic Relationships between Linear Type Traits, Somatic Cell Score and Longevity in Holstein Cows of Iran

M. Bakhtiarzadeh, M. Moradi Shahr Babak, A. Pakdel, M. Motlagh Khodaie
University of Tehran, Faculty of Agronomy and Animal Science, Karaj, Iran

The objective of the present study was to estimate the genetic parameter for 13 linear type traits, somatic cell count and longevity in Holstein population of Iran. Two set data including 3000 (for SCS) and 12226 (for longevity) first lactation records on cows distributed across 219 and 1500 herd-year-season groups respectively. SAS software and GLM proc were used to fit the model. Genetic parameters were estimated by restricted maximum likelihood with an animal model and ASREML software. Heritability estimates for the type traits varied from 0.033 (foot angle) to 0.29 (stature). Genetic correlation among type traits ranged from 0.01 (suspensory ligament and Body Depth) to 0.83 (stature and rump length). Genetic correlation among type traits and longevity (Functional Length Productive Life) ranged from 0.41 (udder depth) to -0.5 (chest with) and among type traits and SCS ranged from 0.85 (rear udder width) to -0.6 (fore udder attachment). Most of the genetic correlations among type traits (except foot angle, fore udder attachment, rear udder height, suspensory ligament and fore teat placement) with longevity and SCS had a reciprocal sign or in other words cows with more longevity had a lower SCS and cows with lower longevity had a more SCS. In result more attention should pay to these traits in breeding programs for better animal welfare and profit. Negative genetic correlation among foot angle, udder depth, fore udder attachment and rear leg side view with SCS and also positive genetic correlation among suspensory ligament, udder depth, fore teat placement and rear leg side view with longevity indicate that these traits can be used within a selection index in national progeny-testing program. In general results of this study indicated that genetically taller, wider, deeper with bigger rump length cows have a more SCS and lower longevity.

Key words: type traits, SCS, longevity

1072 Effect of Cadmium Ion on Peroxidase Activity of Serum in Cow: (An in vitro study)

H. Tayefi-Nasrabadi¹, Gh. Moghaddam², Z. Rajabi³, Gh. Dehghan⁴
¹ Faculty of Veterinary Medicine, University of Tabriz, Basic Sciences, Tabriz, Iran
² Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Animal Sciences, Tabriz, Iran
³ Faculty of Veterinary Medicine, University of Tabriz, Clinical Sciences, Tabriz, Iran
⁴ University of Tabriz, Faculty of Veterinary Medicine, Tabriz, Iran

Cadmium is a widely distributed metallic pollutant of our environment, which can be absorbed into biological systems through direct uptake as well as by accumulation in food chains. It has toxic effects on all living systems, whether human, animal, plant or bacterium. Peroxidases are important detoxifying enzymes: system serving to rid cells of excess H₂O₂ under normal and stress conditions, including contamination by toxic levels of heavy metals. However, extreme stress conditions may affect the activity of the detoxification enzymes themselves. For clarifying some possible mechanism of cadmium toxicity, the effect of increasing amounts of Cd²⁺ ion on peroxidase activity was investigated in vitro in serum of cow. The H₂O₂-mediated oxidation of o-dianisidine was used to assess the peroxidase activity. Results show that after preincubation of serum with 0.25-100 mM Cd²⁺ concentration for 5 minutes, peroxidase activity was inhibited compared to the control and decreased rapidly with increasing metal concentrations. The enzyme was completely inhibited after 5 min preincubation in 100 mM Cd²⁺. When the preincubation of serum and Cd²⁺ was prolonged to 0.5, 1 and 24 hours, the enzymatic activity decreased more rapidly with increasing metal concentration, and the enzyme was completely inhibited at lower metal concentrations (at 50 mM Cd²⁺ after 30-min preincubation, at 30 mM Cd²⁺ after 60-min preincubation and at 5 mM Cd²⁺ after 24-h). By considering of long biological half-life of cadmium in body of animals, it suggested that the damage caused by exposure to heavy metals is often not only dose-dependent, but also time-dependent. Even though detoxifying enzymes may not show any effect after brief exposure to low concentrations of heavy metals, prolonged incubation will affect the enzymatic activity, leading eventually to complete inactivation.

Key words: cadmium, time dependent, peroxidase activity, serum, cow

1073 In situ Dry Matter Degradation Kinetics of Treated and Untreated Sainfoin (Onobrychis Vicifolia)

H. Khalilvandi, K. Reza Yazdi, M. Dehghan-Banadaky, N. Vahdani, H. Khazanehei
University of Tehran, Animal Science Department, Karaj, Tehran, Iran

Sainfoin is tanniferous legume forage with CT concentration of 2.5 to 7.7 % of dry matter. In order to investigation of different chemicals to improve degradation characteristics of Sainfoin, an in situ Experiment carried out using 3 ruminally fistulated Holstein cows. Samples of forage were chopped 3-5 cm length, and then treated with NaOH (0.05 M) and Sodium Bicarbonate (0.1 M) solutions with forage to reagent volume ratio of 1:4 (W/V). Treatments carried out in 25 ° C temperature, for 20 min, with hand shaking. 5 % solution of PEG (6000 MW) was sprayed to forage with 1:1 ratio of 1:4 (W/V). Treated forages then expose to 40 ° C temperature in a forced air oven, for 48 hour. All forage samples grind to pass 2 mm screen size (Wiley mill). 5 g of forage samples were weighed into nylon bags (10_20 cm) with 53 µm pore size. Duplicates were incubating for 4, 8, 12, 24, 48, 72 and 96h in ventral rumen. PEG treated forage has greater rapidly soluble fraction (a), PEG treatment can not increase potentially degradable fraction (b), but NaOH solution was done. Effective degradability in different rumen dilution rates were high for PEG treated Sainfoin compared to others.

Treatment	a (%)	b (%)	C (h ⁻¹)	K=0.03 (h ⁻¹)	K=0.05 (h ⁻¹)	K=0.08 (h ⁻¹)
PEG	47.7 ^a	32.8 ^{ab}	0.076 ^a	69.03 ^a	64.53 ^a	60.06 ^a
NaHCO ₃	37.4 ^b	30.17 ^b	0.076 ^a	56.53 ^c	52.26 ^c	48.06 ^c
NaOH	35.9 ^c	37.0 ^a	0.08 ^a	61.2 ^b	56.5 ^b	51.73 ^b
Control	33.4 ^d	36.35 ^a	0.066 ^a	57.26 ^c	54 ^b	49.9 ^c

Treatment	Rumen incubation time(h)						
	4	8	12	24	48	72	96
Control	40.71 ^b	49.37 ^b	51.52 ^b	62 ^c	67.43 ^b	69.25 ^{bc}	70.22 ^{bc}
NaHCO ₃	39.03 ^b	43.8 ^c	50.06 ^b	62.92 ^c	66.4 ^b	67.04 ^c	67.13 ^c
NaOH	42.64 ^b	50.13 ^b	53.94 ^b	68.86 ^b	70.6 ^b	72.50 ^b	73.08 ^b
PEG	50.36 ^a	56.88 ^a	62.16 ^a	75.56 ^a	79.34 ^a	80.01 ^a	80.15 ^a

Means within a c
With the result
rumen degra
must be done
digestibility, an

1074 Effects of Urea and Ewes: Eff

K. Reza Yazdi, I
University Of T
Iran

The various ce
generate large a
digestibility. U
available to c
treatments resu
of sulphur conta
in low sulphur c
to assess the sul
performance of
Varamini Late
dietary levels of
Elemental sulph
of UTBS 0, 20
percent). The la
for 60 days acco
Method of Tille
results indicate
highest lamb bir
barley straw wi
(3.76kg) and DM
and feed conver
TMRs containir
digestibility of
showed that sulf
lamb birth weight
Key words: urea

1075 Effects of Inclusion of Fattenin

K. Reza Yazdi, N
University Of Te
Iran

Winter small grai
the typical crop r
partly with NPN s
maximizing micr
addition in ration
(UTBS), improve
study effects of c
sulphur (ES) in fa
in 3*3 factorial me
30 percent and se
lambs were fed 9 i
to NRC recomme
vitro digestibility
among lambs in d
The lambs receive
% ES, had higher
consuming 21 % t
126.5g/d, respecti
dietary levels of
digestibility trial s
and 0.2 % ES ha
values than other
UTBS supplement
weight gain in lam
Key words: barel

1076 Effect of Di Degradabili

P: 917**Determination The Effects of Varying Levels of Whole Cottonseed on Gossypol Plasma and Production Parameters in Early Lactating Holstein Cows**

Salehpour, M.; Hajipour M.

I. Azad university, Rudehen Branch, Islamic Republic of Iran

Objectives: The objective of this study was to determine the effect of feeding varying amount of whole cottonseed on plasma gossypol concentration and production performance in early lactating Holstein cows.

Materials and Methods: Sixteen early lactating Holstein cows (DIM=39±5) were used in Latin Square design with 4 block and 4 repeats. Animals in each group fed 1 of 4 experimental ration containing (0, 7, 14 and 21 % Whole cottonseed on dry matter base). The diets were similar as crude protein and NEL on dry basis. Cows were fed with total mixed ration individually. Periods were 21-d, the first 14-d were used an adaptation, and last 7-d were used for sampling.

Results: Plasma Gossypol measurement was shown that diets were significant different ($P<0.05$), so that Plasma gossypol was higher for cows fed high whole cottonseed (14 and 20 % whole cottonseed) diets. Plasma gossypol of cows fed whole cottonseed were shown negative effects on milk fat and protein percentage and yields, but no effects on Dry matter intake and Milk production.

Conclusions: Results of the present research indicate that using whole cottonseed in early lactating cow has benefit results in Body weight and Body condition score without affecting cow health, milk production and DMI. Most plasma TG concentrations were well below the proposed safe upper limit, no symptoms of gossypol toxicity such as decreased feed intake or milk production were observed. There is a linear relation between gossypol intake and plasma gossypol in short period. With previous researches, current Results indicate Amount of forage in diets affects on whole cottonseed efficiency. Intake total gossypol in diets decreasing milk protein percentage.

P: 918**A risk based approach to suckler herd health and productivity**

Barrett, D.; Gilmore J.

Dept of Agriculture, Food and Marine, Ireland

Objectives: This paper describes the application the principles of risk management to the control of animal health and productivity in a group of Irish suckler (beef cow) herds.

Materials and Methods: The approach is based on four main processes at farm level, namely improving cow fertility, reducing mortality and morbidity among calves and cows, and maximising the performance among calves prior to sale. Hazards and critical control points within each hazard specific to each farm were identified for each of the above processes. Actions to eliminate or mitigate the risks in the processes in each herd were put in place and monitors to assess the effectiveness of these actions were also put in place. The approach was piloted in 18 herds in the West of Ireland.

Results: The critical control points relating to fertility involved optimising macro nutrition to optimise fertility and calving ease, mineral nutrition, bull fertility, and infectious disease control. Similarly for morbidity and mortality among calves, colostrum ingestion, and infectious disease control together with minimizing dystocia were the principal critical control points. The critical control points for the performance of calves related to parasite control and infectious disease control along with the provision of the appropriate nutrients in the diet. Monitoring steps were considered crucial to encourage compliance with recommendations, the early identification of problems and revising action plans to achieve targets. Monitoring activities involved the measurement of key performance indicators (KPIs) such as, length of calving period, number of cows calving in a given timeframe, culling rate, body condition scores, disease incidence rates, average daily liveweight gain.

Conclusions: This framework provides a logical systematic approach to the development of herd health plans for beef suckler cows in Ireland.

P: 919**Non-biodegradable pollutants in pastures and their impact on the health of cattle**

Rouabah, Z.; Tildjane M.

Batna university, Department of veterinary medicine, Algeria

Objectives: This work aims to exploit these particularities in the context of use of bovine animals as sentinels of the living animal.

Materials and Methods: 1. Investigation for evaluation of the pollution of pasture: The investigation into the impact of pollution of pasture was conducted in three cattle farms. The first (A) with an area of 32 hectares located near the main garbage dump in the city of Batna (over 962.623 inhabitants), second (B) with an area of 28 hectares located a few kilometers; while the third (C) with 15 hectares is very remote. We counted all non-biodegradable items found on the 10 plots of 10m² taken randomly from each farm. 2. Investigation of the influence of pollution on the health of cattle (foreign body syndrome). A second survey was conducted at the main slaughterhouse in the region on a total of 298 cattle slaughtered (255 males and 43 females aged between 6-24 months and 8-12 years which is the source noted). After slaughtering and evisceration, there were foreign bodies in the digestive tract and those serving in local bodies.

Results: The results of the first survey showed that the average and standard deviation of non-biodegradable items by non-food parcel in the farm fields A, B and C were respectively 90 ± 1.02 , 65 ± 1.37 and 24 ± 1.01 . For the majority of cases are of non-vulnerable foreign bodies (NVFB) are variable (plastic bags, pot of yoghurt, pipes, tubes, paintings and other tight ...) and vulnerable foreign body (VFB) dominated by nails, son of iron, tin cans, sewing needles, syringes, lids, the glass and other household and industrial waste. The search for foreign bodies in the digestive tract of cattle from areas where farms A, B and C showed that the prevalence of pollution from non-food items pre stomachs of cattle from the farm A was 71.19% (23% of VFB and 45.5% of NVFB) that the exploitation B 58.04% (3.1% of VFB and 35% of NVFB), while the firm C, it was only 21.8% (9.2% of VFB and 12.6% of BVFB). The results show that ingested foreign bodies have determined that real harm in 4.74% cases out of a total of 298 cattle.

Conclusions: Landfills open are the main sources of pollution from solid objects non-food pasture neighborhood even though they are relatively distant. They constitute a serious threat to the environment and health of animals living nearby. Cattle slaughter weight in their land and their particularities gripping and ingestion of food can fully play the role of "sentinel" animals of nature and thus indicators areas of high pollution.

PARASITOLOGY**P: 920****Influence of a metaphylactic treatment with baycox bovis® on the reproductive performances of fresian heifers**

Veronesi, F.; Nisoli L.; Diaferia M.; Lulla D.; Falcini R.; Ficola E.; Piergili Fioretti D.

Department of Biopathological Science and Hygiene of Animal and Food Productions, Faculty of Veterinary Medicine-University of Perugia, Italy

Objectives: Aim of the present work was to assess the influence of a metaphylactic treatment with an oral solution of Baycox bovis® on some reproductive parameters of Italian Fresian heifers during the first 18-20 months of life.

Materials and Methods: The study was conducted as a blind, randomized, controlled, multicentric field trial on 2 Italian Fresian dairy farms where the presence of infectious and/or parasitic disorders interfering with the reproduction of animals were previously excluded and the presence of *Eimeria bovis* and *Eimeria zuernii* was ascertained. Twenty calves were selected at each trial site and randomly divided into 2 homogeneous groups: T, treated with toltrazuril (Baycox bovis®, 15 mg/Kg in single oral administration) one week before the expected occurrence of clinical coccidiosis and C, left untreated. The calves were clinically and copro-parasitologically examined at

ID: 91 Stakes and Stakeholders in policy development for control of bovine TB in Ethiopia.

Tesfaye A¹, Moore H.L.², Wood J³, Berg S⁴, Geissler W³ & Alemu D¹.

¹ Ethiopian Institute of Agricultural Research, Ethiopia. ² University College London, UK.

³ University of Cambridge, UK. ⁴ Bovine TB research, Animal & Plant Health Agency, UK.

Background: Ethiopia is a predominantly agrarian country with a rapidly growing population. Livestock accounts for the largest resource in Ethiopia compared with other African countries, with an estimated 153.9 million heads, of which cattle account for the highest stock with 56.7 million. There is an apparent trend that traditional extensive farming of Zebu cattle is increasingly supplemented with intensive farming of imported Holstein-Friesian and their cross-breeds, driven by high demand for dairy and meat products from a growing urban population. The resulting intensive peri-urban dairy sector is particularly vulnerable to diseases such as bovine tuberculosis (bTB), endemic in Ethiopia, to which imported breeds appear particularly susceptible. Transmission of bTB is facilitated through high stocking density. Close human-animal interactions entail as yet unquantified risk of transmission to humans. The persisting traditional cattle trading system is also recognized to be one of the factors that exacerbate transmission of bTB from hotspots to disease free zones. This phenomenon has not yet received due attention by policy makers and various stakeholders to set appropriate policy, technical, social and other measures in place for the control of bTB transmission. In recognition of this setback, the ZELS project "Ethiopia Control of Bovine TB Strategies" (ETHICOBOTS) has been established with the aim of developing control strategies for bTB in Ethiopia based on multi-disciplinary investigation of bTB.

Methodologies: Policy component of the study will be pursued through engagement of the standard survey methodologies including quantitative techniques using a structured questionnaire, participatory approaches and consultative brainstorming tools with relevant stakeholders. Policy perspectives along the chain of bTB transmission will be assessed with special reference to cattle trading practices, herd management and traditional consumption practices through which bTB transmission could be exacerbated. Policy makers and representative of stakeholders will be contacted through key-informant techniques to solicit details of particular issues.

ID: 104 Some Biochemical Parameters On Rumen Impaction In Cattle With Indigestible Foreign Body (Plastic) In Batna (Algeria)

Zahra, R

Batna University, Algeria

The prevalence of rumen impaction in cattle with indigestible foreign bodies (plastic) was studied in Batna city municipal abattoir, North-Eastern, Algeria. About 100 cattle were examined immediately after slaughtering to determine the presence or absence of these foreign bodies in their rumen-reticulum. Animals were selected using a simple randomised sampling technique. 20% had indigestible foreign body 13 (17.8 %) males, and 7 (25.92%) females. Plastics materials of various sizes and shapes recovered from the rumen. These investigations suggest that the impaction with indigestible foreign bodies might be the most common cause of lesions observed in 87.5% males, and 83.3% females. Clinical rumen indigestible foreign bodies impaction was characterized by pale mucous membrane, reduction of milk yield, emaciation, abdominal distension and asymmetry, complete cessation of rumination, lack of faeces in the rectum, foamy salivation, atony, weakness, recumbency and inappetance. The most common symptoms observed in animals with plastic bags were bloat and were exhibited by the abnormal bulging of the paralumbar fossa on the left side of the abdominal wall. Biochemical analysis revealed increased in glucose and AST whereas there was no significant difference in the level of the GGT, cholesterol, triglyceride and total proteins.

In this study we concluded that rumen impaction in cattle may be related to scavenging on refuse dumps and those changes in some blood parameters together with clinical signs and symptoms may be used as a basis for diagnosis/treatment and formulation of preventive measures.

This result suggests that inappropriate solid wastes disposed in the study area not only pollute the environment but also have adverse effects on the health of ruminants. This study also shows that the prevalence of rumen impaction found in ruminants indicates that littering the environment with plastic bags could pose serious health problems for free grazing ruminants. Therefore, in Algeria appropriate solid waste disposal system need to implement to reduce the prevalence of rumen impaction in cattle, and also to protect the environment.

Abstract Detail

Section: Diagnostic Pathology

Keyword: Clinical Pathology

Poster Number: Poster D-10

PREVALENCE OF INDIGESTIBLE FOREIGN BODY (PLASTIC) AND ITS PATHOLOGY IN THE RUMEN OF THE CATTLE IN ALGERIA

Z.Rouabah ,M.Tlidjane.

Laboratory: Environmental, Health, and Animal Production. Veterinary Department, University of Batna, Algeria

To determine the prevalence of foreign bodies in rumen and reticulum of cattle and identify the common risks associated with their occurrence; an investigation was carried out in Batna municipal abattoir, 298 cattle were immediately examined after slaughtering in order to verify the presence and absence of any foreign bodies in their rumen-reticulum. Among the 298 cattle, 151 (50.67 %) were found positive for various types of foreign bodies in their rumen and / or reticulum. From each 56 (37.08%) and 95 (62.91%) were positive for metallic and non-metallic foreign bodies respectively. The sorts of foreign bodies detected were: wire segments, nails, hairclips, coins, corks, ropes, cloth, pebbles, sand, and plastic bags. To emphasize in this research, the plastics were the most common objects found in 61(40.39%) males and 34(22.51%) females. The prevalence of foreign bodies recorded in > one year, >two years, >three years, >four years old were 2.34 %, 3.69%, 5.03%, 3.69 % respectively. However rumen lodged mostly plastic foreign bodies, while reticulum was the major common location for retention of the metallic ones. The most common lesions in rumen of cattle with foreign bodies were esophageal obstruction (3.79%), reticulo-omasal orifice obstruction (12.65 %), pyloric obstruction(1.26%). These findings revealed that the plastics in rumen may play an important role in the pathogenesis of ruminants and indicated that the prevalence of rumen foreign bodies in cattle is higher not only for its mortality and morbidity, but it also contributes a lot in reducing production and productivity. The results evenly suggest that the plastics are the common types of foreign bodies in Algeria and cleaning up of the environment would reduce tremendously the prevalence of foreign body syndrome in cattle.

Rumen Impaction with Indigestible Foreign Body (Plastic) in Cattle in Batna (Algeria)

Authors : Z.Rouabah. M. Tlidjane

Abstract : The prevalence of rumen impaction in cattle with indigestible foreign bodies (plastic) was studied in Batna municipal abattoir. About 100 cattle were examined 50% were found positive for indigestible foreign body 32 (16 %) males and 18 (9%) females. The plastics of various sizes and shapes were the most common recovered mostly from rumen. The investigation indicated that the impaction with indigestible foreign bodies is most common lesion observed in 87.5% males and 83.3% females. Clinical rumen indigestible foreign bodies impaction was characterized by emaciation, abdominal distension and asymmetry, complete cessation of rumination lack of feces in the rectum, foamy salivation, recumbency and inappetence occurred in some of the clinical cases. The results of the study conclude that the rumen impaction in cattle was related to scavenging on refuse dumps and that the blood biochemical changes, along with clinical signs, might be of some diagnostic assistance. The result also suggests that the plastics are the common types of foreign bodies in Algeria and clean up of the environment would reduce the prevalence of rumen impaction in cattle.

Keywords : foreign bodies, cattle, Rumen Impaction, abdominal distension

الملخص

دفعنا التلوث البيئي الناجم عن النفايات البلاستيكية في الجزائر لإلقاء الضوء على هذه المشكلة الخطيرة في ولاية باتنة، لهذا الغرض أجرينا دراسة استطلاعية لانتشار ظاهرة الأجسام الغريبة الغير ضارة خصوصا الأكياس البلاستيكية وتأثيرها على الصحة الحيوانية.

لتحديد دراسة هذه المشكلة أجرينا دراسة في المذبح البلدي للولاية على مجموعة من الأبقار تقدر بـ 212 رأس دون أي اختيار مسبق للحيوانات وبعد ذلك تم التصنيف حسب الجنس والعمر، ثم تم اخذ عينات من الدم والسائل الكرش من جميع الحيوانات مباشرة قبل الذبح. بعد الذبح وتفرغ الكرش قمنا بالبحث عن الأجسام الغريبة والاضرار الما كروسكوبية، الناتجة عن وجود هذه الأجسام. اخيرا تم أخذ عينات من الكبد والكرش لإجراء الفحص المجهرى. اظهرت الدراسة أن 60 من الأبقار المذبوحة تعاني من وجود أجسام غريبة في الكرش والتي تشكل نسبة مئوية تعادل (28.30%)، من مجمل الحيوانات المذبوحة، من جهة أخرى وجدنا 44 ذكرا ما يعادل نسبة (73.34%) و16 أنثى وذلك بنسبة (26.66%). اما التحليل البيوكيميائي كشف زيادة معنوية في تركيز الجلوكوز ($p \leq 0,05$) البروتين الكلي ($p \leq 0,05$) واليور ($p \leq 0,05$). وكذلك فيما يخص نسبة Aspartate aminotransferase (ASAT) ($P \leq 0,05$) Alanine transaminase (ALAT) ($p \leq 0,05$). لا يوجد فرق كبير في مستوى الكوليسترول ($p \leq 0,05$)، أما فيما يخص تحليل الدم فقد كشفت عن زيادة كبيرة في تركيز خلايا الدم البيضاء (WAC) ($P \leq 0,05$) وانخفاض كبير في الهيماتوكريت (PVC) ($p \leq 0,05$)، بينما لا يوجد فرق كبير في كرات الدم الحمراء (RBC)، والهيموجلوبين (HGB)، (MCV)، (MCH) (MVHC) ($P \leq 0,05$) أيضا . بخصوص pH سائل الكرش لم يكشف عن فرق كبير بين الكرش المحتوي على الأجسام الغريبة الغير قابل للتحلل والكرش بدون أجسام غريبة، علاوة على ذلك أظهر تعداد بروتوزوار اختلافا معنويا ($P \leq 0,05$) بين مجموعتي الحيوانات . وأخيرا يظهر فحص الانسجة الكبدية بنية طبيعية ولا يكشف عن أي تغيرات مجهرية بينما أظهر الفحص المجهرى للكرش عدة تغيرات.

الكلمات الدالة: الفحص الدموي والبيوكيميائي , الاجسام الغريبة (البلاستيكية) ,حمولة الزائدة للكرش ,حموضة الكرش

Résumé

L'ampleur de la pollution environnementale par les déchets en plastique en Algérie nous a motivé de mettre la lumière sur ce sérieux problème dans la wilaya de Batna. Pour cela on a réalisé une étude prospective de la prévalence du syndrome des corps étrangers non vulnérants (essentiellement les sachets en plastique) et son impact sur la santé des ruminants. Pour cerner ce problème nous avons mené cette étude au niveau de l'abattoir de Batna sur un nombre total de 212 bovins sans aucune sélection précédente.

Les animaux abattus sont identifiés par le sexe et l'âge. Des échantillons de sang et du jus de rumen ont été prélevés chez tous les animaux immédiatement avant l'abattage. Après l'abattage et la vidange du rumen-réseau on a procédé à la recherche des corps étrangers et les lésions macroscopiques. Enfin on a réalisé des prélèvements du foie et du rumen pour un examen histopathologique.

L'analyse des résultats a montré que 60 animaux abattus souffrent de la présence des corps étrangers (CE) dans leur rumen ce qui représente une prévalence (28.30%), parmi ces animaux on trouve 44 mâles avec une prévalence de (73.34 %) et 16 femelles avec une prévalence de (26.66%). Les analyses biochimiques ont révélé une augmentation significative de la concentration de glucose ($P < 0,01$), de protéines totales ($P < 0,05$), d'urée ($P < 0,05$), d'aspartate amino-transférase (ASAT) ($P < 0,05$), d'alanine transaminase (ALAT) ($P < 0,05$), il n'y a pas de différence significative dans le taux de cholestérol ($P > 0,05$). Les analyses hématologiques ont révélé une augmentation significative dans la concentration des globules blancs (GB) ($P < 0,05$) et une diminution significative dans Hématocrite (Ht) ($P < 0,05$), mais pas de différence significative dans le taux des globules rouges (GR), l'hémoglobine (Hb), le volume globulaire moyen des globules rouges (VGM), la teneur globulaire moyenne en hémoglobine (TGMH) et la concentration corpusculaire moyenne d'hémoglobine (CCMH) ($P > 0,05$). De plus, la mesure du pH du liquide ruminal n'a révélé aucune différence significative entre le rumen avec un corps étranger non-biodégradable et le rumen sans corps étrangers non-biodégradable. Par ailleurs le dénombrement des protozoaires a montré une différence très significatives ($P < 0,05$) entre les deux groupes d'animaux. Enfin l'examen histopathologique du foie montre une architecture normale du parenchyme hépatique et ne révèlent aucune lésion microscopique par contre l'examen histopathologique du rumen a montré plusieurs lésions.

Mots-clés: Profil hémato-biochimique du sang, corps non-biodégradable, impaction du rumen, pH du liquide ruminal.

summary

The extent of environmental pollution by plastic waste in Algeria motivated us to shed light on this serious problem in the wilaya of Batna. For this purpose, a prospective study of the prevalence of non-invasive foreign body syndrome (mainly plastic bags) and its impact on the health of ruminants was carried out.

To identify this problem we conducted this study at Batna slaughterhouse on a total of 212 cattle without any previous selection.

Slaughtered animals are identified by sex and age. Blood samples and rumen fluid were collected from all animals immediately before slaughter. After slaughter and draining of the rumen, foreign bodies and macroscopic lesions were investigated. Finally, liver and rumen samples were taken for histopathological examination.

The analysis of the results showed that 60 animals slaughtered suffer from the presence of the foreign bodies (FB) in their rumen which represents a prevalence of (28.30%), among these animals we find 44 males with a prevalence of (73.34%) and 16 females with a prevalence of (26.66%). Biochemical analyzes revealed a significant increase in the concentration of glucose ($P < 0.01$), total protein ($P < 0.05$), urea ($P < 0.05$), aspartate amino-transferase (ASAT) ($P < 0.05$), alanine transaminase (ALAT) ($P < 0.05$), there is no significant difference in cholesterol levels ($P > 0.05$). Hematologic analyzes revealed a significant increase in white blood cell concentration (WBC) ($P < 0.05$) and a significant decrease in Hematocrit (PVC) ($P < 0.05$), but no significant difference in the red blood cells (RBCs), hemoglobin (HGB), mean red blood cell volume (RBC), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) ($P > 0.05$). In Also, the pH measurement of the ruminal fluid revealed no significant difference between the rumen with a non-biodegradable foreign body and the rumen without non-biodegradable foreign bodies. Moreover the enumeration of protozoa showed a very significant difference ($P < 0.05$) between the two groups of animals. Finally histopathological examination of the liver shows a normal architecture of the hepatic parenchyma and reveal no microscopic lesion while the histopathological examination of the rumen showed several lesions.

Keywords: Blood Hemato-Biochemical Profile, Non-Biodegradable Material, Rumen Impaction, Rumenal Fluid pH.