

N° d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research



معهد العلوم البيطرية
Institute of Veterinary
Sciences

جامعة البليدة 1
University Blida-1



Mémoire de Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Enquête sur l'acidose ruminale
subaigüe chez les vaches laitières dans
la région de Blida**

Présenté par
BOUKHEKHAL Adel
CHENAFI Amar

Présenté devant le jury :

Président :	Dr HADJ OMAR k.	MCA	ISV/Blida 1
Examineur :	Dr METREF K.	MCA	ISV/Blida 1
Promoteur :	Dr GHARBI I.	MCA	ISV/Blida 1

Année universitaire 2023/2024

Remerciements

Tout d'abord, nous rendons grâce à DIEU créateur de l'univers et maître des destinées, pour avoir permis à la nôtre de suivre la bonne voie, celle de la foi et du savoir, et pour nous avoir guidés et soutenus lors de l'élaboration de cet humble travail.

Nous tenons à exprimer dans un premier temps, nos remerciements les plus sincères les membres du jury : **Dr Hadj Omar k** et **Dr Metref k** d'avoir bien voulu accepter d'examiner notre travail

Nos remerciements les plus sincères à notre promoteur Mr GHARBI ISMAIL pour la proposition de ce sujet, sa disponibilité, son soutien et sa précieuse aide lors de l'élaboration de ce mémoire

Nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos enseignants qui ont contribué à la réussite de cette formidable année universitaire.

Nous adressons aussi nos sincères remerciements à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce projet, aux personnes qui, bien que leurs noms ne figurent pas dans ce document, étaient toujours prêtes à aider et à contribuer dans le bon déroulement de ce travail.

Dédicace

A MON TRÈS CHER PÈRE : BOUKHELKHAL Ahmed

Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es.

Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation. Je t'aime papa et j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.

A MA TRÈS CHER MÈRE : Dalila

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime.

A mes adorables sœurs, et à mes chers frères qui n'ont pas cessé de me conseiller encourager et soutenir tout au long de mes études que Dieu les protège et leur offre le bonheur.

A mon promoteur Dr GHARBI Ismail

A mon binôme Chenafi Amar pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

Sans oublier mes amis qui ont participé avec moi 5 années d'étude, notamment les périodes des examens et les moments de détente après l'examen.

Adel.

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance

Je dédie ce modeste travail à ceux qui quels que soient les termes embrassés je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A l'homme mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie ma réussite et tout mon respect mon cher père, tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureux mon adorable mère.

A mes adorables sœurs et à mes chers frères qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études, que Dieu les protège et leurs offre le bonheur.

A tous mes amis que j'ai connu jusqu'à maintenant qui m'ont toujours encouragé et à qui je souhaite plus de succès.

A tous ceux que j'aime.

Sans oublier mon binôme « Adel BOUKHELKHEL » pour son soutien moral sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet

Merci

AMAR

Résumé :

L'acidose ruminale subaiguë (ARSA) est une maladie métabolique fréquente chez les vaches laitières, qui survient principalement pendant la période de transition alimentaire et entraîne des pertes économiques importantes. Les principaux objectifs de cette étude ont été : (1) d'enquêter sur les conditions générales de production laitière en mettant l'accent sur les pratiques alimentaires (2) Identifier les indicateurs mesurables en élevage bovin laitier permettant d'estimer de manière optimale le risque de développer l'Acidose Ruminale Subaiguë.

L'étude a été réalisée sur quarante-deux vaches laitières provenant de 04 élevages situés dans la région de Blida. Dans un premier temps, il a été effectué une collecte des informations relatives aux caractéristiques des élevages, vaches sélectionnées et à la conduite alimentaire. Par la suite, nous avons pris des mesures et observé des critères : la note d'état corporel (NEC), la rumination, le score de remplissage du rumen, le tamisage de la ration et des bouses, et le calcul de la ration distribuée.

Les résultats montrent l'association de divers facteurs de risque de l'ARSA, comme: les faibles NEC (69%) indiquant un état d'amaigrissement qui semble être liée à une baisse d'ingestion ou une ingestion irrégulière, un faible nombre de vaches couchées qui ruminent (< 3), une rumination moyenne faible (45,5%), des rations alimentaires contenant plus de 45% de concentrés/matière sèche, une distribution d'une quantité élevée de concentrés par repas ($>3\text{kg}$), la présence de résidus de fibres non digérées et de grains non éclatés dans la plupart des matières fécales des vaches, et le manque de fibrosité des rations tamisées.

En fin, l'utilisation de plusieurs critères combinés comme outil d'estimation des facteurs de risque de l'ARSA semble intéressante, néanmoins il est indispensable d'effectuer des travaux supplémentaires afin de mettre en œuvre cet outil de diagnostic.

Mots clés : *Diagnostic, acidose ruminale, subclinique, facteurs de risque, vache laitière.*

الملخص

الحمض المعدني الشبه الحاد (ARSA) هو مرض أضي شائع في أبقار الألبان الذي يحدث بشكل أساسي خلال الفترة الانتقالية ويؤدي بذلك إلى خسائر اقتصادية كبيرة. حيث تتمثل الأهداف الرئيسية لهذه الدراسة في: (1) التحقيق في الظروف العامة لإنتاج الحليب مع التركيز على الممارسات الغذائية، (2) تحديد المؤشرات القابلة للقياس في تربية الماشية الألبان التي تسمح بالتقدير الأمثل لخطر الإصابة بالحمض المعدني الشبه الحاد.

أجريت الدراسة على 42 بقرة ألبان من 4 مزارع تقع في ولاية البليدة. في البداية، تم جمع معلومات عن خصائص المزارع والأبقار المختارة والتغذية. بعد ذلك، أخذنا القياسات ولاحظنا المعايير: درجة حالة الجسم (NEC)، الاجترار، درجة ملء الكرش، غربلة الحصى والروث، وحساب الحصى الموزعة.

تظهر النتائج المدروسة ارتباط عوامل الخطر المختلفة لـ ARSA، مثل NEC: منخفضة (69%) والتي تشير إلى حالة فقدان الوزن بحيث يبدو أنها مرتبطة بانخفاض الابتلاع أو الابتلاع الغير منتظم، عدد الأبقار الراكدة التي تجتر (> 3)، متوسط اجترار منخفض (45.5%)، حصى التغذية التي تحتوي على أكثر من 45% من المواد المركزة/الجافة، توزيع كمية عالية من التركيز لكل وجبة (< 3 كجم)، وجود بقايا ألياف غير مهضومة وحبوب متفشرة في معظم براز البقر، ونقص الألياف في الحصى المنقولة.

وأخيرا، نستخلص من هذه الدراسة التي قمنا بها أن استخدام عدة معايير مشتركة كأداة لتقدير عوامل الخطر التي تنطوي عليها هذه الوسائل التقنية، ومن الضروري الاضطلاع بعمل إضافي من أجل تنفيذ هذه الأداة التشخيصية.

الكلمات المفتاحية: التشخيص، الحمض المعدني، تحت السريرية، عوامل الخطر، بقر الحليب.

ABSTRACT

Subacute ruminal acidosis (ARSA) is a common metabolic disease in dairy cows that occurs primarily during the transition period and results in significant economic losses. The main objectives of this study were: (1) to investigate the general conditions of milk production with emphasis on food practices (2) To identify measurable indicators in dairy cattle farming that allow to optimally estimate the risk of developing Subacute Ruminal Acidosis.

The study was carried out on forty-two dairy cows from 04 farms located in the Blida region. Initially, information was collected on the characteristics of the farms, the selected cows and the feeding. Subsequently, we took measurements and observed criteria: body condition score (NEC), rumination, rumen filling score, ration and dung sieving, and distributed ration calculation.

The results show the association of various risk factors of ARSA, such as: low NEC (69%) indicating a state of weight loss that seems to be related to a decrease in ingestion or irregular ingestion, a small number of lying cows ruminating (< 3), low average rumination (45.5%), feed rations containing more than 45% concentrate/dry matter, distribution of a high amount of concentrate per meal ($> 3\text{kg}$), the presence of undigested fibre residues and flaked grains in most cow feces, and the lack of fibrosity in sieved rations.

Finally, the use of several combined criteria as a tool for estimating the risk factors of ARSA seems interesting, however it is essential to carry out additional work in order to implement this diagnostic tool.

Key words: *Diagnosis, ruminal acidosis, subclinical, risk factors, dairy cow.*

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Liste des figures et tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale 1

PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.

CHAPITRE I : RAPPELS SUR L'ALIMENTATION DES VACHES LAITIÈRES

1. Introduction 4

1.1. La composition des aliments 4

1.2. La digestion des aliments chez le ruminant 4

1.2.1 Anatomie et physiologie digestive des ruminants 4

1.2.2. Le fonctionnement du rumen : l'écosystème ruminal 4

1.2.3. La digestion des aliments 5

2. Les aliments utilisés en production laitière 7

2.1. Les fourrages 7

2.2. Les fourrages verts 8

2.3. Les ensilages 8

2.4. Le fourrage sec 9

2.4.1. le foin 9

2.4.2. la paille 9

2.4.3. La luzerne 9

3. Les concentrés 10

3.1. Les aliments concentrés simples 12

3.1.1 Les céréales et leurs co-produits 12

3.1.2 Les graines de protéagineux et d'oléagineux 12

3.1.3. Les tourteaux 12

3.2. Les aliments concentrés composés 13

CHAPITRE II : L'ACIDOSE RUMINALE SUBCLINIQUE DES VACHES LAITIÈRES

1. Définition	15
2. Circonstances d'apparition de l'ARSA	15
3. Prévalence et importance économique de l'ARSA	16
4. Étiologie de l'ARSA	19
5. Les conséquences de l'ARSA	21
5. 1. Irrégularité d'ingestion et réduction de la production laitière	21
5. 2. Impact sur la qualité et la composition du lait	22
5. 3. Altération de la santé animale	22
6. Mise en évidence de l'ARSA	25
6.1. Signes cliniques	25
6.2. Analyse des scores de santé	25
6.2. 1. Score corporel	25
6.2. 2. score de remplissage du rumen	26
6.2. 3. Score de la consistance de la matières fécales	26
6.2. 4. Score de la fraction fécale non digérée	26
6.3. Analyse de la ration	27
6.4. Signes para-cliniques	27
6.4.1. Les paramètres des fluides ruminiaux	27
6.4.1.1. Mesure du pH ruminal	27
6.4.1.2. Concentration en lipopolysaccharides (LPS)	28
6.4.1.3. Composition en microorganismes	28
6.4.2. Les paramètres du lait	28
6.4.3. Les paramètres sanguins	29
6.4.4. Les paramètres urinaires	29
6.4.5. Les paramètres fécaux	29
7. Prévention de l'ARSA	29
PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE.	
II.1. Contexte et objectifs de l'étude	33
II.2. Matériels et méthodes	33
II.2.1. Zone et période de l'étude	33
II.2.2. Matériels	33

II.2.2.1. Animaux	33
II.2.2.2. Matériels de prélèvement, tamisage et pesée des aliments et bouses	33
II.2.3. Méthodes	34
II.2.3.1. Protocole expérimental	34
II 2.3.1.1. Première étape	34
II 2.3.1.2. Deuxième étape	34
II. 2.3.1.2.1. Sélection des vaches	34
II. 2.3.1.2.2. Evaluation de la note d'état corporel des vaches	
II.2.3.1.2.3. Evaluation du poids des animaux	34
II. 2.3.1.2.4. Observation de la rumination et évaluation de l'indice de confort des vaches	35
II.2.3.1.2.5. Evaluation du score de remplissage du rumen	35
II.2.3.1.2.6. Prélèvement, évaluation, tamissage et pesée des échantillons de bouses des vaches	36
II.2.3.1.2.7. Prélèvement, tamissage et pesée d'échantillons des aliments des vaches	38
II.2.3.1.2.8. Le calcul de la ration	39
II.2.3.1.2.9. Analyse statistique des données	39
II.3. RESULTATS	Erreur ! Signet non défini.
II.3. 1. Étude descriptive des résultats	42
II.3.1. 1. Les caractéristiques des élevages sélectionnés	42
II.3.1.2. Composition de la ration et la conduite alimentaire pratiquée	43
II.3.1.3. Résultats des observations des vaches et des mesures effectuées	46
II.3.2. Étude analytique des résultats	49
II.3.2.1. Etude critique de la ration et facteurs de risque de l'ARSA	49
II.3.2.2. Mesures effectuées dans les élevages et facteurs de risque de l'ARSA	53
II.3.2.2.1. Rumination	
II.3. 2.2.2. Passage au tamis des bouses	54
II.3. 2.2.3. Passage au tamis de la ration	55
II.4. DISCUSSION	61
II.5. CONCLUSION ET RECOMMANDIONS	66
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
	Tableau 1:Prévalance de l'ARSA chez la vache laitière recensée dans la littérature selon différents critères diagnostiques.....	18
	Tableau 2: recommandations des tailles des particules de la ration (PLM, 2015)	39
	Tableau 3: Caractéristiques des élevages de l'étude	42
	Tableau 4: Composition de la ration distribuée dans les élevages	44
	Tableau 5: Conduite alimentaire pratiquée dans les élevages	45
	Tableau 6: Résultats des observations des vaches et des mesures effectuées.....	47
	Tableau 7: le calcul et les caractéristiques de la ration distribuée pour l'élevage 1.....	49
	Tableau 8: le calcul et les caractéristiques de la ration distribuée pour l'élevage 2.....	50
	Tableau 9: le calcul et les caractéristiques de la ration distribuée pour l'élevage 3.....	51
	Tableau 10: calcul, caractéristiques de la ration distribuée et recommandations de correction pour l'élevage 4.....	52

Liste des figures

N°	Titre	Page
	Figure 1: Schéma simplifié de la digestion des glucides, des lipides et des matières azotées chez le ruminant (Cuvelier et Dufrasne, 2015).....	7
	Figure 2: ensilage d'herbe (Wolter et al,2013).	8
	Figure 3: ensilage de maïs (Wolter et al,2013).	8
	Figure 4: L'ensilage de pulpes humides (Wolter et al, 2013).	8
	Figure 5: Les céréales immatures (Wolter et al, 2013).....	8
	Figure 6: Les fourrages secs (Huyghe et al,2013)	10
	Figure 7: le foin (Huyghe et al,2013)	10
	Figure 8: la paille (Huyghe et al,2013)	10
	Figure 9: la luzerne (pellets désydratés)(Huyghe et al, 2013).....	10
	Figure 10: Quelques céréales utilisées en rations pour vaches laitières	12
	Figure 11: Tourteau de lin en pellets de 3 et en particules et tourteau de soja	13
	Figure 12: Cascade des évènements à l'origine du développement d'une acidose et ses conséquences à l'échelle du rumen et de l'animal (Enemark et al., 2009)	17
	Figure 13: Influence des concentrés et de la fibrosité de la ration sur le TB du lait	21
	Figure 14: Principales conséquences physiopathologiques de l'acidose ruminale latent	24
	Figure 15: (A)ruban mètre et (B) méthode d'évaluation du poids des vaches.....	35
	Figure 16: Méthode d'observation de la rumination et de l'indice de confort des vache	35
	Figure 17: Méthode d'évaluation du score de remplissage du rumen.....	36
	Figure 18: Méthode de prélèvement des bouses.....	36
	Figure 19: méthode d'évaluation de la fraction fécale non digérée des bouses.....	37
	Figure 20: méthode d'évaluation du score de consistance des matières fécales.....	38
	Figure 21: méthode de tamisage de bouses des vaches	38

Figure 22: tamisage et pesée des échantillons d'aliments des vaches.....	39
Figure 23: pourcentage cumulé de sous-dimensionnement pour les tamis des élevages 1 (sample1) et 2 (sample2).....	57
Figure 24: pourcentage cumulé de sous-dimensionnement pour les tamis des élevages 3 (sample1) et 4 (sample2).....	58

Liste des abréviations

MS:	Matière Sèche
AG:	Acide Gras.
AGV:	Acide Gras Volatils.
C2:	Acétate.
C3:	Propionate
C4:	Butyrate.
CC:	Corps Cétoniques.
NH3:	Ammoniac.
AA:	Acide Aminés.
SS:	Sucre Soluble.
DAC:	Distributeur Automatique D'aliment.
MAT:	Matières Azotées Totales
CMV:	Un Complément Minéral Vitaminé.
UFL:	Unité Fourragère Lait.
ARSA:	Acidose Ruminal Subaiguë.
GRF:	Glucide Rapidement Fermentescible.
TB:	Taux Butyreux.
TP:	Taux Protéique.
MSI:	Matière Sèche Ingères.
RTM:	Ration Totale Mélangé.
TPM:	Taille Particule Moyenne.
LP:	Lipopolysaccharides.
SAA:	Sérum Amyloïde A.
HP:	Hépatoglobine
NDF:	Cellulose Au Détergent Neutre Efficace.
ARC:	Acidose Ruminal Chronique.
NEC:	Note D'état Corporel.
P:	Phosphore.
CA:	Calcium.
DI:	Protéines Digestibles De L'intestin.
UFL:	Unité Fourragère Lait.

pH: Le Potentiel Hydrogène.

Mmol/L: Millimole Par Litre.

Kg: Kilogramme

G: Gramme

G/tête : Gramme Par Tête.

G/j : Gramme Par Jour.

INTRODUCTION GENERALE

Parmi les affections susceptibles d'affecter la vache laitière, les maladies métaboliques peuvent entraîner des conséquences économiques importantes pour les éleveurs. Dans l'élevage bovin laitier moderne, l'acidose ruminale subclinique ou subaiguë (ARSA) représente un défi nutritionnel important. En effet, l'augmentation de la production laitière, par la sélection génétique et les avancées zootechniques, a conduit à l'utilisation de rations de plus en plus énergétiques, avec des changements dans les fermentations qui ont entraîné une diminution du pH ruminal (Mulligan et al., 2008).

Les élevages laitiers sont fréquemment touchés par l'acidose ruminale subclinique. Différentes études montrent une prévalence importante de l'acidose en élevage laitier avec 15 à 30% des vaches en pleine lactation atteintes, que ce soit aux USA (Kleen et al 2013) ou en Europe (Kleen et al., 2004, Morgante et al., 2007). L'importance de cette affection est due à sa fréquence ainsi qu'à la lourdeur des pertes économiques. En effet, l'incidence économique de l'acidose est complexe, car, en plus de la perte de lait, les autres problèmes physiopathologiques et les coûts associés sont difficilement mesurables (Krause & Oetzel, 2006). Une enquête réalisée dans l'état de New-York a estimé une perte économique liée à l'acidose comprise entre 400 et 475 \$ US par vache et par an (Krause et Oetzel 2006).

Selon Enemark et al. (2009), les formes aiguës de l'acidose sont bien décrites, mais les formes subcliniques ou sub-aiguë sont plus complexes à détecter car aucun signe clinique n'est suffisamment précis pour établir un diagnostic. Ce dernier ne peut être basé sur l'examen d'un seul animal : une approche de groupe est nécessaire (Enemark et al., 2002 ; Mulligan et al., 2008). Différents critères, caractéristiques de l'état d'acidose, mesurés dans les contenus de rumen, peuvent être utilisés : pH moyen, durée de pH en dessous d'une valeur seuil (généralement 6,0 ou 5,8), chute de pH durant la période postprandiale (Dragomir et al., 2008). Par ailleurs, le recours aux scores de santé, l'analyse de la ration, l'analyse du taux de matières grasses du lait, l'analyse des pathologies dans le troupeau tels que documentés par Zaaier et Nordhuizen (2001) ; Chatel (2013) ; Lessire et Rollin (2013) permettent de mettre en relation la présence de signes cliniques et la présence d'un pH anormalement bas au niveau du rumen et par conséquent l'ARSA.

Dans ce cadre, cette étude vise à mettre en place une méthode de diagnostic simplifiée en élevage de bovin laitier à destination des vétérinaires. L'objectif de cette étude, est d'identifier quels sont les critères à utiliser pour le diagnostic de cette pathologie.

PARTIE I :
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I :

RAPPELS SUR

L'ALIMENTATION DES

VACHES LAITIERES

I. Introduction :

Nous allons examiner dans ce chapitre des rappels sur la composition des aliments et la digestion des aliments chez le ruminant. Une description des principales caractéristiques des divers aliments utilisés dans la production laitière sera abordée, en commençant par l'herbe. Par la suite, nous aborderons les divers ensilages employés dans les rations laitières (herbe, maïs, pulpes surpressées, céréales immatures), les fourrages secs, ainsi que les racines et tubercules et leurs extraits. Nous examinerons aussi les propriétés des aliments concentrés, comme les céréales et les tourteaux. Par la suite, nous aborderons une troisième catégorie d'aliments, à savoir les mélanges minéraux.

1.1 La composition des aliments :

Quand un aliment est placé dans une étuve, l'eau présente dans l'aliment s'évapore et il reste un résidu sec, connu sous le nom de matière sèche (MS). La matière organique de la MS est composée d'une part de glucides pariétaux (connus sous le nom de "fibres" : cellulose, hémicellulose et pectines) et cytoplasmiques (amidon et sucres solubles), de lignine, de lipides, de matières azotées et de vitamines liposolubles et hydrosolubles, et d'autre part de matière minérale : macroéléments et oligoéléments (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

1.2 La digestion des aliments chez le ruminant :

1.2.1 Anatomie et physiologie digestive des ruminants

Les bovins ont la particularité d'avoir 4 estomacs : 3 « préestomacs » (réseau, rumen et feuillet) et un estomac proprement dit, la caillette. Grâce à cette structure spécifique, le ruminant peut réaliser une prédigestion microbienne des aliments, ce qui facilite une utilisation intensive des fibres présentes dans la nourriture. Le rumen est un environnement où des microorganismes cohabitent avec le ruminant. La plupart des composants de la ration alimentaire sont dégradés par ces microorganismes, qui sont adaptés à vivre dans un environnement avec un pH compris entre 6,0 et 7,0 (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

1.2.2. Le fonctionnement du rumen : l'écosystème ruminal

Le rumen est un écosystème complexe dans lequel les aliments consommés par les ruminants sont digérés par une microflore active et diversifiée (Weimer, 1996). Les

enzymes présents dans le rumen sont produites par ces micro-organismes. Ainsi, le rumen est considéré comme une cuve de fermentation (Aschenbach et al., 2011).

L'écosystème microbien du rumen est stable car il est bien établi et remplit la fonction de bioconversion des aliments en acides gras volatils pour la biomasse microbienne. Chez un ruminant en bonne santé, la contamination de l'écosystème ne se produit pas malgré le fait que des millions de microbes envahissent le rumen chaque jour à travers l'alimentation, l'eau potable et l'air (Kamra, 2005).

- **Les bactéries** Les bactéries constituent environ la moitié des microorganismes vivants à l'intérieur du rumen. Cependant, ils font plus de la moitié du travail dans le rumen (Hungate, 1966).

Ils sont principalement anaérobies strictes bien que quelques anaérobies facultatifs existent, jouant un rôle clé dans l'élimination rapide de l'oxygène de l'environnement du rumen. La population bactérienne est variée allant de ceux qui digèrent les glucides (cellulose, hémicelluloses, pectine, amidon, sucres simple) à ceux qui utilisent les acides ou l'hydrogène comme source d'énergie. Le nombre de bactéries et les populations relatives des espèces individuelles varient avec le régime alimentaire de l'animal; par exemple, les régimes riches en aliments concentrés favorisent la prolifération des lactobacilles (Russell, 2002).

- **Les protozoaires** Les protozoaires sont des organismes eucaryotes. On distingue deux types dans le rumen : les flagellés et les ciliés. Ils constituent 40 à 80% de la biomasse microbienne, les plus abondants étant les ordres des Entodiniomorphida et des Holotricha (Briki et Debab, 2009). Les holotrichs peuvent assimiler les sucres solubles et en conserver une partie dans les réserves de polysaccharides ; ainsi, ces protozoaires peuvent diminuer le risque d'acidose après une ingestion d'aliments contenant de fortes concentrations de sucres facilement fermentescibles (Van Zwieten et al., 2008). Les protozoaires ciliés du rumen sont 20 à 100 fois plus grands en taille que les bactéries mais ils sont mille fois moins nombreux. Leur biomasse dans le rumen est distribuée entre les particules solides et la phase liquide (Jouany, 1994).

- **Les champignons** Les champignons représentent une petite proportion, environ

8%, de la biomasse microbienne dans l'écosystème ruminal (Jenkins et al., 2008). Les champignons du rumen sont anaérobies stricts, ce qui est tout à fait exceptionnel dans le groupe des champignons. Ils ne possèdent pas de mitochondries, ni de cytochromes et assurent uniquement la fermentation de tissus cellulosiques. Ils colonisent les tissus lignifiés qui restent dans le rumen, diminuent la taille des particules, cassent les structures, et dégradent des tissus mêmes très lignifiés. Les enzymes nécessaires sont extra-cellulaires. Les champignons ne sont pas indispensables, parfois absents, et prennent toute leur importance avec les fourrages de mauvaise qualité (Tiret, 2001).

1.2.3. La digestion des aliments :

- **La digestion des glucides**

Une fois arrivés dans le rumen, les glucides subissent une fermentation microbienne conduisant à la formation d'un mélange d'acides gras volatils (AGV) : acide acétique (C2 : 0), acide propionique (C3 : 0) et acide butyrique (C4 : 0), les proportions de ces 3 acides gras étant généralement de l'ordre de 65 : 20 : 15. Ces différents AGV sont ensuite absorbés à travers la paroi du rumen (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

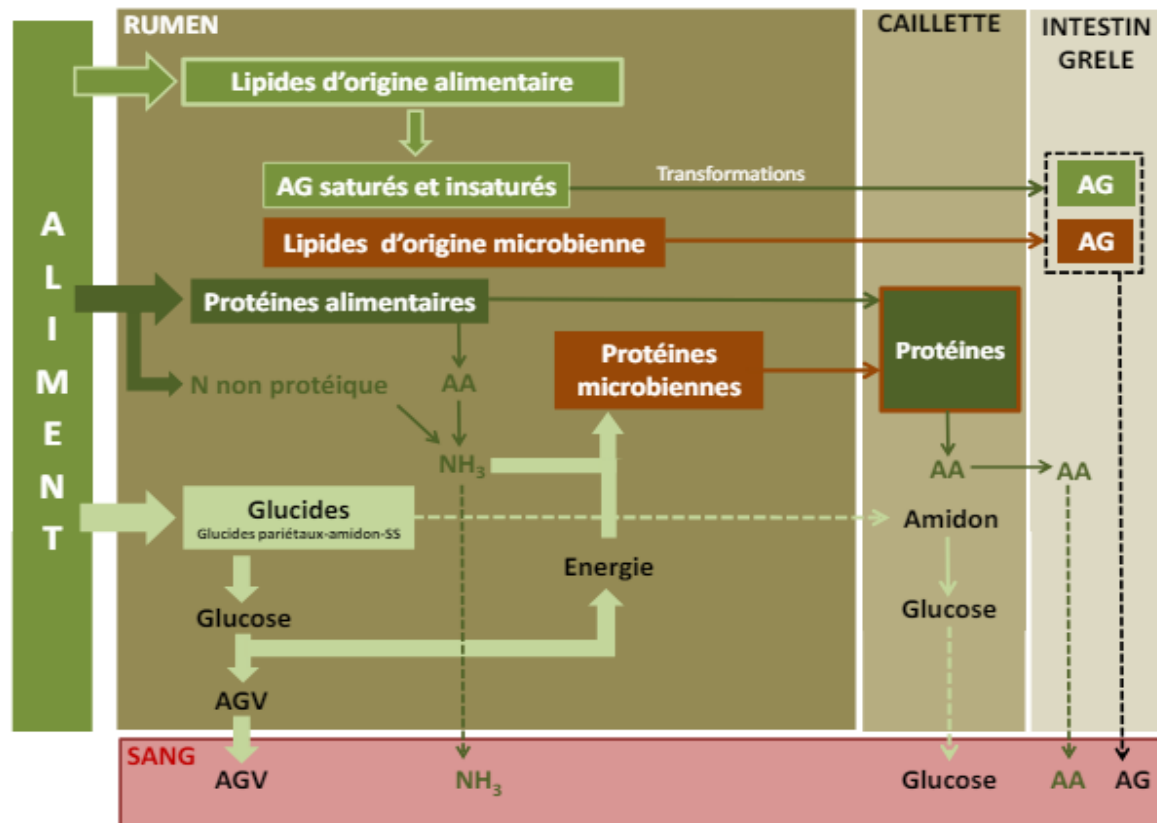
- **La digestion des lipides**

Les lipides alimentaires sont hydrolysés par les microorganismes du rumen, ce qui permet la production de glycérol et d'acides gras libres. A côté de leur activité de dégradation des lipides alimentaires, les microorganismes synthétisent également, au sein de leur organisme, des lipides microbiens. Lorsque ces microorganismes quittent le rumen et passent dans la caillette, ils sont détruits par le suc gastrique. Ceci entraîne la libération des lipides microbiens ; les acides gras libres microbiens rejoignant le pool d'acides gras libres d'origine alimentaire pour subir une digestion et une absorption intestinales (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

- **La digestion des matières azotées**

Les matières azotées alimentaires subissent dans le rumen une dégradation dont le produit terminal est l'ammoniac (NH₃). Cet ammoniac est utilisé par les microorganismes du rumen pour synthétiser leurs propres protéines, appelées protéines microbiennes. Cette synthèse ne peut cependant avoir lieu qu'en présence d'une quantité suffisante d'énergie. C'est principalement la dégradation des glucides via les fermentations

microbiennes qui va fournir l'énergie nécessaire à cette synthèse protéique. S'il existe un excédent de matières azotées par rapport à l'énergie présente, l'ammoniac excédentaire est absorbé puis transformé en urée dans le foie. Les protéines microbiennes subissent une digestion enzymatique dans la caillette, conduisant à la formation d'acides aminés (AA) (Cuvelier et Dufrasne, 2015) (**figure 1**).



AA : acide aminé ; AG : acides gras ; AGV : acide gras volatil ; N non protéique : azote non protéique ; SS : sucres solubles

Figure 1: Schéma simplifié de la digestion des glucides, des lipides et des matières azotées chez le ruminant (Cuvelier et Dufrasne, 2015)

2. Les aliments utilisés en production laitière :

Divers aliments sont utilisés dans le rationnement des vaches laitières à savoir, l'herbe, les ensilages, les fourrages secs, les aliments concentrés, les mélanges de minéraux.

2.1. Les fourrages :

Selon leur mode de conservation et leur teneur en MS, on distingue généralement trois catégories de fourrages : les fourrages verts, les ensilages et les fourrages secs. Il existe une quatrième catégorie d'aliments qui peut être considérée comme similaire aux fourrages : les racines et les tubercules, ainsi que leurs dérivés (Huyghe et al., 2013).

2.2. Les fourrages verts :

Les herbes sont parmi les fourrages verts, l'herbe pâturée est un fourrage à haute valeur nutritionnelle, facile à produire et qui peut être utilisé comme seul aliment dans la ration de la vache laitière (Huyghe et al., 2013).

2.3. Les ensilages :



Figure 2: ensilage d'herbe (Wolter et al., 2013).



Figure 3: ensilage de maïs (Wolter et al., 2013).



Figure 4: L'ensilage de pulpes humides (Wolter et al., 2013).



Figure 5: Les céréales immatures (Wolter et al., 2013).

L'ensilage est une méthode de stockage des fourrages par fermentation anaérobie dans un silo : des bactéries convertissent les sucres solubles en acides organiques (principalement de l'acide lactique et de l'acide acétique) qui réduisent le pH de l'ensilage. Celui-ci se stabilise alors. Étant donné que les bactéries consomment les sucres solubles, un ensilage se distingue par une quantité quasiment nulle de sucres solubles. L'herbe, le maïs plante entière (ou grain humide), les dérivés de betteraves (principalement pulpes humides et pulpes surpressées) et les céréales immatures sont les principaux aliments ensilables. L'ensilage de protéagineux, et plus spécifiquement l'ensilage de pois plante entière, est également parfois rencontré (Wolter et al, 2013).

L'ensilage est divisé en 04 types différents (Figures 2,3,4,5) : (2) L'ensilage d'herbe (3) L'ensilage de maïs (4) L'ensilage de pulpes humides et (5) l'ensilage de céréales immatures.

2.4. Le fourrage sec :

Les foin et les pailles sont des fourrages secs. On observe également la luzerne, qui peut être exploitée en tant que foin (Figures) : (6) le fourrage sec (7) le foin (8) la paille (9) la luzerne. Ce sont des aliments qui partagent une teneur élevée en MS, supérieure ou égale à 85 %, riches en fibres et provenant de l'exploitation des herbes à des stades assez avancés, soit l'épiaison/floraison pour les foin, soit la maturation pour les pailles. Les tiges et les feuilles des graminées et des légumineuses sont utilisées pour la production de foin, tandis que la paille est le coproduit de la production des céréales (Huyghe et al., 2013).

2.4.1. le foin :

Le foin est un aliment résultant de la déshydratation des produits herbacés dont la teneur en eau passe de 80 à 15 %. Un bon foin se caractérise par une teneur en MS élevée, de l'ordre de 85 à 90 % (Huyghe et al., 2013).

2.4.2. la paille :

Les tiges et les rafles des épis égrainés des céréales forment la paille. La paille se distingue par sa grande quantité de fibres, son taux de lignification élevé de la cellulose/hémicellulose, sa faible teneur en énergie et sa faible valeur alimentaire, ce qui explique son utilisation en tant que litière ou aliment de lest. Toutefois, la paille est un aliment qui a un certain intérêt : elle stimule la rumination et le brossage des papilles. Elle aide à combattre l'acidose du rumen lors d'administration des rations très riches en glucides fermentés. De plus, chez les animaux extrêmement performants, on l'utilise parfois à hauteur de 1 à 2 kg de paille fraîche par jour dans une ration mixte (Huyghe et al., 2013).

2.4.3. La luzerne :

La luzerne est une plante fourragère de premier choix. Sa culture est répandue à travers tous les continents en raison de sa teneur en protéines, en minéraux, en vitamines et de la qualité de ses fibres. On utilise la luzerne soit comme fourrage dans l'exploitation, soit comme pellets déshydratés (on parle alors de luzerne déshydratée) (Huyghe et al.,

	
Figure 6: Les fourrages secs (Huyghe et al., 2013) .	Figure 7: le foin (Huyghe et al., 2013)
	
Figure 8: la paille (Huyghe et al., 2013)	Figure 9: la luzerne (pellets déshydratés) (Huyghe et al., 2013)

3. Les concentrés :

Les aliments concentrés se caractérisent tous par des teneurs en MS et en énergie élevées. Certains d'entre eux sont également riches en protéines, c'est le cas pour les graines de protéagineux et d'oléagineux. On distingue 2 catégories d'aliments concentrés (Cuvelier et Dufrasne, 2015):

- **Les aliments concentrés simples** : tels que les graines de céréales et leurs co-produits, les graines de protéagineux, les graines d'oléagineux et leurs co-produits, les tourteaux, et les pulpes séchées. Ces aliments concentrés simples sont donc les matières premières.
- **Les aliments concentrés composés** : résultant d'un mélange d'aliments concentrés simples.

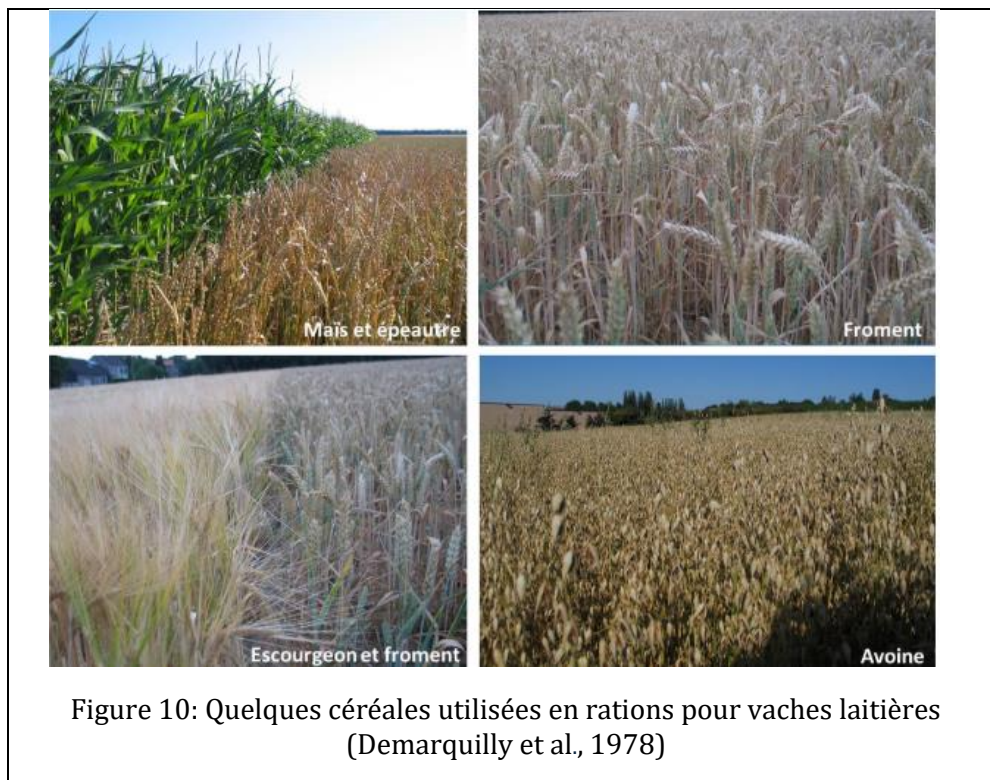
Les concentrés, qu'il s'agisse d'aliments concentrés simples ou composés, servent à équilibrer en azote et en énergie la ration de base, établie à partir des fourrages. Utilisés dans ce contexte, ils sont fréquemment appelés des « correcteurs ».

Après avoir équilibré la ration de base, des concentrés dits « de production » peuvent être ajoutés en supplément pour soutenir la production laitière. Le niveau de production laitière détermine donc la quantité administrée. Ces aliments concentrés de production sont des aliments composés, disponibles dans le commerce ou fabriqués à la ferme, et distribués individuellement par l'éleveur en salle de traite ou, le plus souvent, via un distributeur automatique d'aliment (DAC). En général, la teneur en MS des concentrés de production est de 88 % et la teneur en MAT varie de 16 à 18 % dans l'aliment frais. Il y a une grande diversité dans l'efficacité du concentré. Il est donc possible de produire 2 litres de lait supplémentaires en ajoutant 0,7 à 1,5 kg de concentré. Au pâturage, l'efficacité est extrêmement variable avec une moyenne de 1 kg de concentré pour 1,5 litre de lait (Demarquilly *et al.*, 1978 ; Cuvelier et Dufrasne, 2005).

3.1. Les aliments concentrés simples :

3.1.1 Les céréales et leurs co-produits :

Les céréales sont des aliments secs (Figure 10) , avec des taux de matières azotées faibles à moyens, des taux de fibres faibles (sauf l'épeautre, car c'est une céréale enveloppée) et des taux d'énergie élevés. Selon Demarquilly et al. (1978), les céréales contiennent une grande quantité d'amidon, ce qui peut représenter jusqu'à 65 à 70 % de leur masse volumique.



3.1.2 Les graines de protéagineux et d'oléagineux :

Les graines de protéagineux et d'oléagineux sont des aliments concentrés riches en énergie et en matières azotées (Demarquilly, et al ,1978 ; Cuvelier et Dufrasne, 2005). En Algérie, les graines les plus fréquemment utilisées dans les rations pour vaches laitières sont l'orge et le maïs.

3.1.3. Les tourteaux :

Les tourteaux sont des produits issus de l'extraction de l'huile des graines oléagineuses. Ceux-ci sont donc des coproduits de l'industrie de l'huile. Ils se distinguent par deux critères principaux : 1-sa grande richesse en énergie -2 sa richesse en matières azotées. Selon le tourteau considéré, celle-ci varie en effet entre < 20 % et > 40 % de la MS. Le tourteau de soja est le tourteau le plus couramment employé en rations laitières. Il fait office de référence d'un point de vue nutritionnel haute teneur en UFL et en énergie et relativement bon équilibre en AA et complémente parfaitement l'ensilage de maïs. Le tourteau de soja, de colza, de tournesol et le tourteau de lin sont les principaux tourteaux employés pour les vaches laitières (Demarquilly ,et al.,1978; Cuvelier et Dufrasne, 2005).



Figure 11: Tourteau de lin en pellets de 3 et en particules et tourteau de soja (Demarquilly et al., 1978)

3.2. Les aliments concentrés composés :

Les aliments concentrés composés résultent du mélange d'aliments concentrés simples. Il s'agit donc d'un mélange contient plusieurs types de concentré, sous forme de poudre, de granulés ou de miettes. Les aliments concentrés composés contiennent une teneur en MS environ de 90 %. Ils comportent une teneur en énergie assez semblables et toujours élevée aux environs de 1 UFL (Vermorel *et al.*, 1992; Cuvelier et Dufrasne, 2005).

Chapitre II :

L'ACIDOSE RUMINALE

SUBCLINIQUE DES VACHES

LAITIERES

1. Définition :

L'acidose ruminale est causée par un déséquilibre entre la production excessive d'acides à partir des fermentations microbiennes et les éléments qui permettent de limiter ou de neutraliser cette production (Martin et al., 2006).

Il existe deux formes d'acidose (Enemark et al., 2002 ; Sauvant et al., 2010) :

- L'acidose aiguë se produit par accident, suite à une ingestion brusque et excessive d'aliments contenant des glucides fermentescibles. Souvent, cela se manifeste par des niveaux de pH ruminal inférieurs à 5 et la mortalité des animaux est courante. Ce genre d'accident reste néanmoins relativement peu fréquent dans le domaine de l'élevage.
- Le deuxième type est l'acidose latente, qui peut être chronique, subaiguë ou subclinique (l'ARSA). Selon les paramètres et les limites de pH sélectionnés, les définitions de l'acidose subclinique diffèrent. Le pH minimum est établi à 5,5 du prélèvement du contenu ruminal par ruminocentèse (Plaizier et al., 2009 ; Enemark et al., 2009). Selon Sauvant et al. (2010), une acidose subclinique se produit lorsque le pH moyen quotidien des contenus du rumen est inférieur à 6.

2. Circonstances d'apparition de l'ARSA :

L'introduction de glucides fermentescibles rapidement dans le rumen provoque une chute soudaine du pH, avec une altération de la flore bactérienne ruminale et une altération du profil en acides gras volatils (AGV). On distingue deux groupes à risque :

- Les vaches en début de lactation qui reçoivent une alimentation énergétique, parfois avec une augmentation rapide des concentrés. Selon Martin et al (2006), 60 % des cas d'acidose subclinique se produisent pendant les deux premiers mois de la lactation.
- Les vaches en pleine lactation qui reçoivent des rations énergétiques élevées et ingèrent des quantités maximales (Peyraud et al., 2006).

3. Prévalence et importance économique de l'ARSA :

Une synthèse des résultats d'études épidémiologiques, conduites dans le monde depuis 2002 sur la prévalence de l'ARSA ainsi que ses facteurs de variation, est présentée dans le **Tableau 1**. Elle a été initiée à partir des résultats présentés pendant la thèse de Marguet (2015) portant sur l'épidémiologie de l'ARSA. Entre 11 et 42% des fermes seraient touchées par l'ARSA à l'échelle mondiale alors qu'au sein d'un seul troupeau moyen, la prévalence individuelle pour la maladie oscillerait entre 7,60 et 29,3%.

Selon des recherches menées aux États-Unis, il a été constaté que 19% des vaches en début de lactation et 26% des vaches en milieu de lactation présentaient une acidose subclinique (Enemark et al., 2009). Des recherches similaires ont été réalisées en Europe et révèlent une forte fréquence de l'acidose dans le secteur de l'élevage laitier, avec une atteinte de 11 à 33 % des vaches en lactation (Kleen et al., 2012).

L'absence de consensus pour le diagnostic de l'ARSA rend délicat la compilation des études épidémiologiques menées jusqu'à présent. Il est alors difficile de statuer quant à la prévalence de la maladie chez la vache laitière de façon générale

Selon Enemark et al. (2009), on a estimé que l'acidose subclinique a un impact économique de 500 millions à un milliard de dollars américains par an, avec un coût par vache affecté de 1,12 \$ US par jour (figure 12).

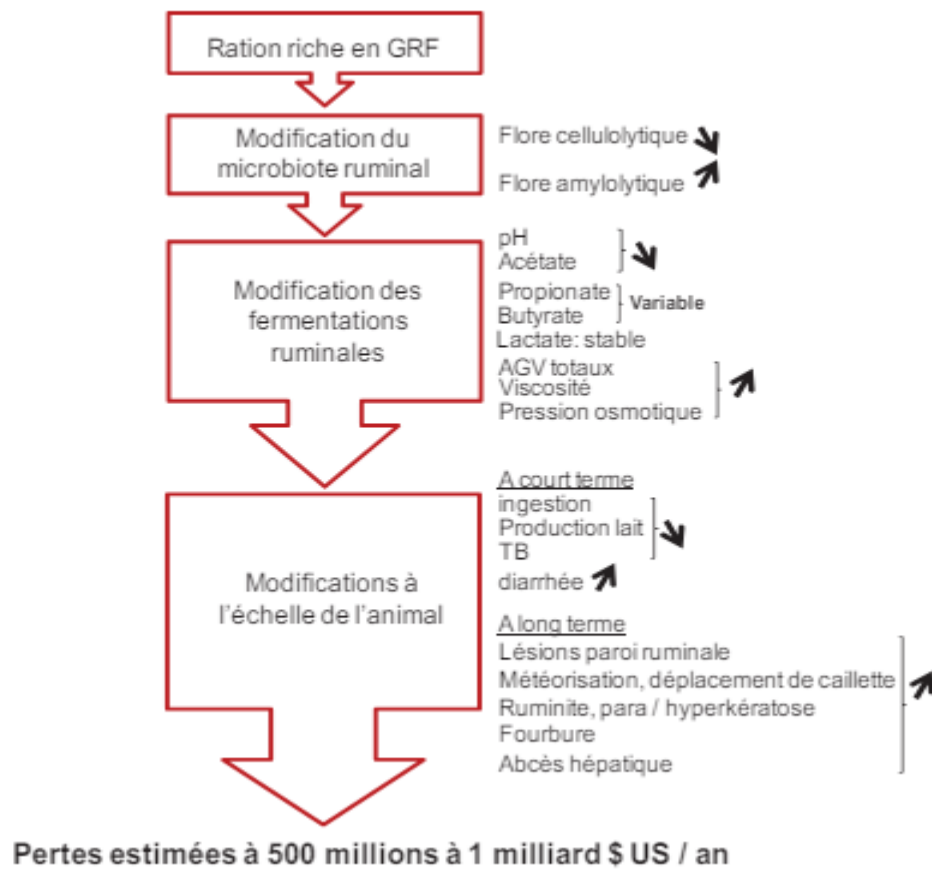


Figure 12: Cascade des évènements à l'origine du développement d'une acidose et ses conséquences à l'échelle du rumen et de l'animal (Enemark et al., 2009)

Tableau 1:Prévalance de l'ARSA chez la vache laitière recensée dans la littérature selon différents critères diagnostiques, Marguet (2015)

Etude	Période d'étude	Localisation	Nb de troupeaux	Nb de VL moyen, /troupeau	Nb de VL prélevés, /troupeau	PL moyenne, kg (305j)	Type de ration	Nb de VL prélevés au total	Stade de lactation, jours	Mesure du pH ruminal	Nb d'heures après le repas	Indicateur individuel	Indicateur troupeau	Prévalence* individuelle, %	Prévalence* troupeau, %
(Morgante et al., 2007)	2007	Italie	10	525	12	10000	C	67	5-30	R	4-8	pH < 5,5	>33%	NR	30
(Bramley et al., 2008)	2008	Australie	100	NR	8	NR	C ou SC	683	0-100	R	4-6 ou 2-4	pH ≤ 5,5	NR	7,60	NR
(O'Grady et al., 2008)	2008	Irlande	12	95	12	8 114	Pâturage	144	80-150		6	pH < 5,5	≥ 25%	11	25
(Kleen, 2004)	2002-2003	Pays Bas	18	87	5-19	8600	SC	117	0-25	R	3	pH ≤ 5,5	≥ 33%	11,1	11
								80	25-182					17,5	
(Tajik et al., 2008)	2009	Iran	6	969	0-12	NR	C	75	3-20	R	4-6	pH ≤ 5,5	≥ 25%	29,3	NR
			10		10-13			121	60-150					26,4	
(Kitkas et al., 2013)	2012	Grèce	12	280	12-15	NR	C	153	10-90	R	5-8	pH ≤ 5,5	≥ 25%	15,7	33
(Kleen et al., 2013)	2013	Allemagne	26	73	11-14	8 600	SC	315	1-136		3-5	pH ≤ 5,5	≥ 25%	20	42
(Herman, 2012)	2013	France	60 600	40	Toutes	5 300	Aléatoire	4,29 M	60 600	NA	NA	TB-TP ≤ 3	NR	NR	18,7
(Gantner et al., 2016)	2001-2013	Croatie	9201	NR	NR	NR	NR	130104	10	NA	NA	TB/TP ≤ 1 et 20 < PL < 43 kg/j	NR	19-20,5	NR
									150					19-22,5	
(Marguet, 2015)	2014	France	242	61	Toutes	NR	Aléatoire	14 789	197	NA	NA	TB/TP < 1,05	≥ 20%	9,9	11,1
												p/I < 40	> 5%	10,1	41,2
(Vlcek et al., 2016)	2013-2016	Slovaquie	4	NR	NR	2380 (68 jours)	NR	188	0-30 30-60 60-90 90-130 130-160	NA	NA	TB/TP ≤ 1	NR	10 16 19 24 27	NR

p/i = ratio des acides gras du lait pairs/impairs = (C4:0 + C6:0 + C8:0 + C10:0 + C12:0 / C5:0 + C7:0 + C9:0 + C13:0)

VL = Vaches Laitières, Nb = Nombre, R= Ruminocentèse, SGO = Sondage Gastro-Œsophagien, NR = Non Renseigné, C = Complète, SC= Semi-Complète, PL = Production Laitière, prévalence = nombre de positifs (en fonction de l'indicateur)/ nombre prélevés, %

4. Étiologie de L'ARSA :

D'une façon générale, l'acidose ruminale peut être induite par un manque de fibres grossières et/ou un apport excessif de GRF (glucides rapidement fermentescibles), des phénomènes de tri des aliments, des erreurs de formulations de ration ou encore des transitions alimentaires trop brutales.

Des conduites alimentaires non adaptées aux besoins des vaches laitières sont la cause principale de l'ARSA. Elles concernent généralement les vaches primipares, hautes productrices avec un risque plus élevé à l'acidose en début de lactation. Il s'agit d'une phase où les vaches ont une capacité d'ingestion limitée par la taille de leur rumen alors que leur besoin énergétique ne cesse d'augmenter pour produire du lait (Stone, 2004). Les fourrages étant volumineux mais pas suffisamment énergétiques pour assurer des productions journalières supérieures à 25 L/j, les éleveurs en substituent une partie par des composés plus denses et riches en énergie tels que les céréales ou des fourrages fins rapidement fermentescibles (ensilage de maïs ou luzerne) (Plaizier et al., 2008). Des apports excessifs en substrats énergétiques et/ou de trop faibles quantités de fibres dans la ration sont des éléments favorisant la production laitière mais pouvant entraîner des problèmes de santé conséquents. Que les animaux soient conduits en bâtiment ou en système fourrager (O'Grady et al., 2008), les symptômes de l'ARSA sont bien souvent observés lorsque des erreurs de rationnement ou des transitions alimentaires brutales sont conduites (Kleen et al., 2003)

Lorsqu'on distribue une ration riche en concentrés, la concentration de cellulose diminue au profit de l'amidon et, par conséquent, la proportion d'acide acétique diminue au profit de l'acide propionique. Ainsi, l'excès de concentrés entraîne une réduction de la fibrosité de la ration par la diminution de la cellulose, ce qui favorise l'apparition de l'ARSA et baisse du TB du lait. La présence d'une grande quantité de concentrés altère également la structure physique de la ration. En effet, la durée de mastication et la production de salive sont réduites. En tant que tampon par rapport aux acides du rumen, la diminution de la salive entraîne une baisse du pH ruminal. Par cette seconde voie, l'excès de concentrés entraîne donc également une diminution de la fibrosité de la ration, via une structure physique de la ration plus fine, avec à nouveau l'apparition de l'ARSA et des répercussions sur le TB du lait.

Lors de la mise à l'herbe par exemple, les animaux peuvent ingérer de l'herbe jeune peu fibreuse mais néanmoins très riche en GRF tels que les pectines. Les GRF contenant les sucres, l'amidon, les acides organiques et les pectines seront alors apportés en excès dans le rumen et ne pourront pas être correctement assimilés par les animaux qui n'auront pas eu le temps de s'adapter à ce nouveau régime (Krause and Oetzel, 2006). La nature et la somme de glucides consommés par l'animal sont les éléments déterminant la quantité d'AGV produite dans le rumen. Lorsque cette quantité excède les capacités de l'animal à absorber et à compenser l'acidité de ces molécules, le pH du rumen tend à chuter. Des rations incitant les animaux à trier leurs aliments en délaissant les fibres longues au profit des particules plus fines dès le début de leur alimentation seront moins efficaces pour compenser la production d'AGV accrue car moins de substances tampons seront produites via la salivation (Oetzel, 2007). Tous les facteurs alimentaires qui conduisent à l'acidose ruménale et la baisse du TB du lait sont illustrés dans la figure ci-dessous.

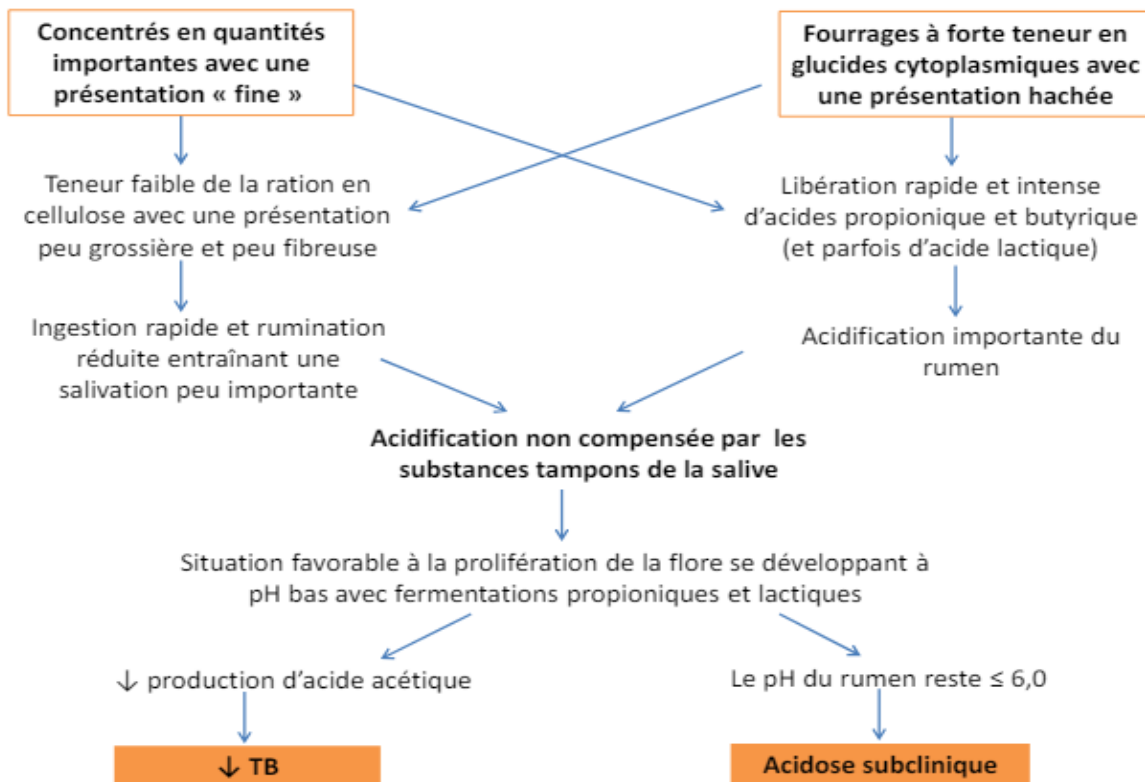


Figure 13: Influence des concentrés et de la fibrosité de la ration sur le TB du lait (Cauty et Perreau, 2003)

5. Les conséquences l'ARSA :

L'ARSA est une maladie nutritionnelle impactant fortement la santé des animaux ainsi que leur niveau de production, ce qui peut engendrer des préjudices considérables à l'échelle d'une exploitation.

5.1. Irrégularité d'ingestion et réduction de la production laitière :

Dans la majorité des études où l'ARSA a été expérimentalement induite par des rations complètes, riches en GRF, une chute du niveau d'ingestion a été observée (Allen and Grant, 2000, Plaizier et al., 2008, Giger-Reverdin et al., 2014). Les caractéristiques acidogènes de la ration semblent donc jouer un rôle important dans la l'ingestion des animaux. Néanmoins les sources d'explications restent difficiles à établir. La 1ère hypothèse avancée est que les rations riches en GRF, fournissent des quantités importantes de propionate qui sont métabolisées en glucose dans le foie pour combler les besoins énergétiques de l'animal. Les

concentrations élevées en glucose et propionates indiqueraient alors à l'animal de réduire son ingestion en induisant une sensation de satiété (Oba and Allen, 2003). Le propionate semble alors avoir un rôle hypophagique chez les ruminants. L'augmentation de l'osmolarité serait une autre cause potentielle de la réduction de l'ingestion des animaux lors d'ARSA (Allen, 2000). L'absorption accrue des AGV produits en grandes quantités stimulerait des récepteurs sur l'épithélium ruminal, envoyant des signaux pour réduire la consommation de l'animal. Même si la cause évidente n'a pas encore été établie, il apparaît clairement que des épisodes d'ARSA ont un impact sur le niveau de production des vaches laitières, dû globalement à un inconfort digestif installé et une diminution des quantités ingérées.

5.2. Impact sur la qualité et la composition du lait :

Des vaches atteintes d'ARSA produiraient des laits de moins bonnes composition et qualité. D'un point de vue de la composition, de nombreuses études ont mentionné une concentration en matière grasse diminuée dans le lait lors de l'induction de l'ARSA chez les animaux (Khafipour et al., 2009b).

Khafipour et al., (2009b) indiquent une réduction de 0,37 % du taux de matière grasse sécrétée dans le lait des vaches où l'ARSA a été induite par un régime contenant 60% de concentrés et 33,4% d'amidon comparativement à un régime contrôle à 50% de concentrés et 26,1% d'amidon. Certains auteurs ont également trouvé des corrélations entre le pH ruminal et le taux butyreux du lait (TB), leurs R^2 s'échelonnant entre 0,31 et 0,86 (Allen, 1997, Krause et al., 2002b, Beauchemin et al., 2003a, Enemark et al., 2004, Enjalbert et al., 2008). L'augmentation de l'insulinémie induite par la forte concentration en propionate dans le rumen est un élément quelque fois évoqué pour expliquer la chute du TB lorsque des régimes riches en GRF sont distribués. La forte concentration plasmatique en insuline (qui a une action lipogénique) favoriserait le stockage des acides gras (AG) à longue chaîne dans le tissu adipeux qui seraient alors moins disponibles pour la sécrétion des matières grasses dans le lait (Bauman and Griinari, 2003).

5.3. Altération de la santé animale :

De nombreuses synthèses sur la maladie ont recensé l'ensemble des troubles secondaires dans lesquels une chute du pH ruminal était impliquée (Martin et al., 2006). Des diarrhées

récurrentes entretenues par des régimes riches en amidon ont très souvent été mentionnées dans les études conduites sur l'ARSA (Dirksen, 1965, Nordlund et al., 1995, Oetzel, 2000). La forte osmolarité (Garry, 2002) au sein du rumen et les fermentations post ruminales de l'amidon non digéré (Oetzel, 2000) sont les principales explications d'excrétions de bouses liquides et bulleuses. L'activité accrue de la flore amylolytique au détriment de la cellulolytique a pour conséquence un appel d'eau qui contribue à déstructurer la paroi du rumen et à diminuer la viscosité de son contenu. Les bouses liquides, luisantes et jaunâtres, voire mousseuses, souvent observées en cas d'ARSA sont liées à cet appel d'eau mais aussi à la fermentation des fibres non digérées dans le rumen au niveau du gros intestin (Enjalbert, 2006). Des boiteries récurrentes ont également régulièrement été observées dans des troupeaux atteints d'ARSA réduisant leurs déplacements (Nocek, 1997). En effet, un lien entre la prévalence des boiteries et la quantité d'amidon dans les rations distribuées aux animaux a été démontré (Oetzel, 2000). Elles peuvent alors impacter négativement le déplacement des animaux qui réduiront leurs visites à l'auge entraînant une chute de la MSI et consécutivement une chute de la production laitière des animaux. La fertilité sera elle aussi diminuée pour les mêmes raisons alors que le nombre de réformes sera augmenté (Nordlund et al., 2004)

Enfin un animal présentant des inflammations au niveau des membres est beaucoup plus propice au développement de maladies opportunistes (Nelson and Cattell, 2001). L'origine de ces boiteries est encore incertaine mais il est supposé que des endotoxines ruminales produites lors de la lyse des bactéries gram-négatives dans le rumen (bactéries cellulolytiques) se retrouvant dans le sang soient la cause de l'inflammation du derme podal (Nocek, 1997, Gozho et al., 2007, Enemark, 2008). En effet, la perméabilité à travers la paroi ruminale semblerait être augmentée dans des situations d'acidose. Les cellules épithéliales constituant les papilles de la paroi ruminale ont été observées comme très sensibles aux variations de pH (Krause and Oetzel, 2006). D'ailleurs, une récente étude in-vitro a mis en évidence que les jonctions serrées intercellulaires de la paroi ruminale étaient endommagées lorsque l'ARSA a été induite par la combinaison d'un pH faible et d'une forte concentration en AGV à chaîne courte (Meissner et al., 2017).

La perméabilité de la paroi ruminale est alors altérée et des molécules pro-inflammatoires telles que les endotoxines produites dans le rumen peuvent favoriser le développement de ruménite et éventuellement l'érosion et l'ulcération de la paroi du rumen. Finalement, le passage dans la circulation générale de bactéries, profitant de l'altération de la paroi du rumen, telles que *Fusobacterium necrophorum* et *Trueperella pyogenes* pourraient être responsables de la formation d'abcès au niveau hépatique (Nocek, 1997, Plaizier et al., 2008). Ces atteintes sanitaires vont potentiellement être responsables d'une réduction de l'ingestion, d'une perte de poids et d'une mauvaise efficacité alimentaire chez les animaux conduisant à de faibles performances zootechniques (Nagaraja and Chengappa, 1998).

L'ensemble de ces conséquences physiopathologiques sont illustrés dans la figure ci-dessous.

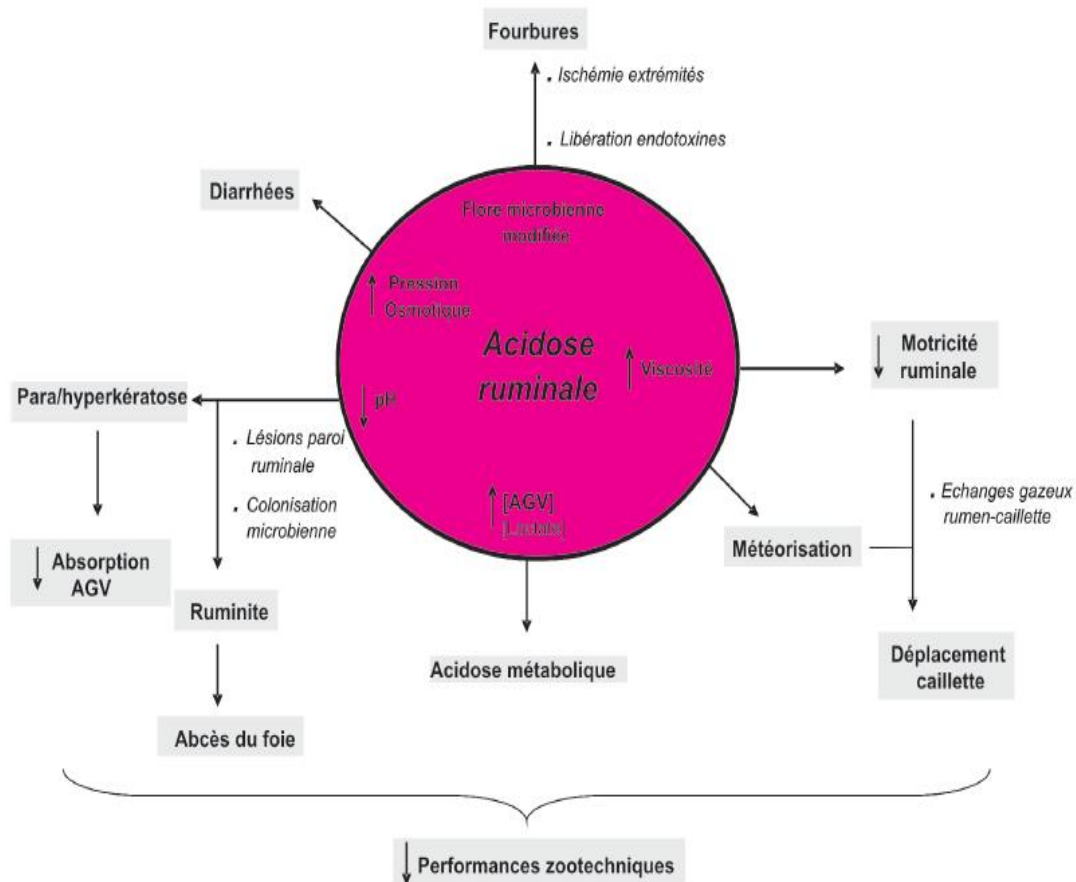


Figure 14: Principales conséquences physiopathologiques de l'acidose ruminale latente (Peyraud, Apper-Brossard, 2006).

6. Mise en évidence de l'acidose :

Il est très compliqué de diagnostiquer l'acidose car aucun signe clinique n'est caractéristique de la maladie et les conséquences physiopathologiques sont multiples. Le regroupement de plusieurs symptômes et indicateurs permet d'établir un diagnostic.

6.1. Signes cliniques :

Le symptôme clinique le plus courant et qui se manifeste le plus rapidement est la diminution ou l'irrégularité de l'ingestion. On constate également une diminution de la rumination, ce qui entraîne une réduction de la production de salive et donc de tampons ruminiaux. Les temps de rumination varient en fonction de la densité chimique de la ration et de la taille des particules.

La présence d'acidose ruminale peut entraîner des diarrhées chez les animaux. En outre, des fermentations se produisent au niveau du colon et du caecum, ce qui entraîne la production de gaz qui donnent aux bouses une apparence bulleuse. La teinte jaunâtre éclatante est fréquemment observée. L'activité réduite des bactéries cellulolytiques et la rumination entraînent la présence de grains non digérés et de fibres longues (Enemark et al., 2009).

6.2. Analyse des scores de santé :

Les scores tels que rapportés par Zaaier et Nordhuizen (2001) permettent d'établir une corrélation entre la présence de symptômes cliniques et un pH anormalement bas dans le rumen.

6.2.1. Score corporel :

Dans des conditions normales, Zaaier et Nordhuizen (2001) affirment que 90 % des vaches d'un troupeau doivent avoir un score corporel compris entre 2,5 et 3,5 sur l'échelle de 1 à 5 établie par Edmonson (1989). Une baisse excessive de l'état corporel entre le vêlage et le pic de lactation, alors que la ration distribuée est censée répondre aux besoins en énergie et en protéines, peut être associée à une acidose subclinique, en particulier si elle est accompagnée d'une prise alimentaire inconstante (Nocek, 1997 ; Owens et al., 1998 ; Mulligan et al., 2006), ou si la ration totale mélangée (RTM) distribuée est consommée ou triée de manière excessive et que peu d'animaux ruminent (Enemark et al., 2004 ; Oetzel, 2007). Un bilan

énergétique négatif est causé par une diminution ou une irrégularité de l'ingestion et une mauvaise valorisation de la ration, ce qui entraîne une détérioration de l'état corporel, en particulier au début de la lactation (Oetzel et al., 2000).

Au sein du troupeau, l'observation de scores corporels différents d'animaux au même stade de lactation doit suggérer des erreurs dans la distribution des aliments, la possibilité de tri ou la présence de compétition entre les animaux (Enjalbert, 2006), des facteurs qui favorisent la SARA. Selon Mulligan et al. (2006) et Oetzel (2007), 40 % des animaux doivent être en train de ruminer à tout moment de la journée, tandis que 80 % sont en repos.

6.2.2. Score de remplissage du rumen :

Un score de remplissage du rumen excessif (> 3) peut indiquer une impaction causée par une quantité excessive de fibres non digérées. Il peut aussi être insuffisant en cas d'appétit inconscient. Cependant, il est important de garder à l'esprit que ce score varie rapidement en fonction du moment où l'on ingère la ration et qu'il est préférable de le prendre dans les deux heures suivant la distribution des aliments. Il est également nécessaire d'évaluer la consistance du contenu par palpation trans abdominale. Au niveau du rumen, une augmentation de la pression osmotique peut provoquer un appel d'eau, ce qui entraîne une diminution de la consistance du contenu ruménal. (Enemark et al., 2004 ; Enjalbert, 2006 ; Mulligan et al., 2006 ; O'Grady et al., 2008).

6.2.3. Score de la consistance de la matières fécales :

Si le score de matières fécales est inférieur à 3, cela peut indiquer une diminution de l'afflux d'eau dans le système digestif (Enemark et al., 2004 ; Enjalbert, 2006 ; Mulligan et al., 2006 ; O'Grady et al., 2008). Encore une fois, la relation entre ce score et un pH ruménal bas varie selon les études (O'Grady et al., 2008 ; Kleen et al., 2009) et nécessite une analyse en fonction d'autres éléments alimentaires tels que les niveaux d'azote non protéique, de potassium et d'eau de la ration.

6.2.4. Score de la fraction fécale non digérée :

Selon Zaaier et Noordhuizen (2001), le score de fraction fécale non digérée peut être utilisé pour évaluer la présence de fibres non digérées dans les matières fécales, qui sont le résultat

d'une dénaturation de la flore bactérienne cellulolytique (Kleen et al., 2009 ; Colman et al., 2010). Le score a été suggéré entre 1 et 5. La valeur de 1 désigne une digestion impeccable.

6.3. Analyse de la ration :

La fibre est indispensable au bon fonctionnement du rumen, et du métabolisme de la vache. Une rumination insuffisante provoque l'acidose.

La fibre physique correspond à la taille et à la longueur des particules qui constituent le régime des animaux. En effet, un accroissement de la taille des particules augmente la durée de mastication, donc l'insalivation. Parmi les méthodes existantes pour l'évaluer, la méthode de référence consiste à faire passer le régime à travers des tamis successifs pour en déduire la taille moyenne des trous d'un tamis théorique qui retiendrait 50% de la masse particulaire. Ce critère, appelé « taille particulaire moyenne » ou TPM, est, par exemple en moyenne, de six à 12 mm pour des fourrages longs, de trois à huit mm pour de l'ensilage de maïs et en général de moins d'un mm pour des aliments concentrés du commerce. Sur la base de résultats de mesure du pH du rumen et du TB du lait, on estime qu'en dessous d'un seuil de trois à quatre mm un régime devient acidogène (Sauvant & Peyraud, 2010). Cette méthode des tamis facile à appliquer sur le terrain ait été proposée par l'Université de PennState aux USA. Cette méthode dite du « tamis secoueur » permet de séparer les particules en quatre groupes en fonction de la taille des trous des tamis : $P > 19\text{mm}$, $8\text{ mm} < P < 19\text{mm}$, $4\text{mm} < P < 8\text{ mm}$, $P < 4\text{mm}$ (Yang & Beauchemin, 2006). En général, on considère que le seuil est à deux mm et, sur la base de cette mesure, on estime qu'en dessous du seuil de $P\ 2\text{mm} > 50\%$ MS un régime commence à être acidogène sachant qu'en dessous de 45%MS le risque s'accroît nettement (Sauvant et Giger-Reverdin, 2015).

6.4. Signes paracliniques :

6.4.1. Paramètres des fluides ruminiaux :

6.4.1.1. Mesure du pH ruminal :

Il existe deux méthodes pour prélever le jus ruminal : soit par sondage oesophagien, soit par ponction à travers la paroi abdominale (ruminocentèse). L'inconvénient du sondage réside dans le fait que la contamination salivaire peut avoir un impact sur le pH ruminal (Enemark et al., 2009). Il y a aussi des bolus qui surveillent en permanence le pH du rumen. Les

informations sont envoyées à un lecteur mobile chaque dix minutes. Dans la réalité, l'équipement de quatre à cinq vaches sentinelles s'élève à environ 500 € par bolus et à 800 € pour le lecteur mobile. Néanmoins, la conservation de ces bolus est actuellement restreinte à 60 jours en raison de la nécessité d'évaluer le pH-mètre (Bignon, 2013).

6.4.1.2. Concentration en lipopolysaccharides (LPS) :

Une augmentation de la quantité de LPS libres dans le rumen a été observée lors de l'induction d'une acidose ruminale subclinique. Le pH ruminal diminue, ce qui entraîne la lyse des bactéries gram négatives (Gozho et al., 2005 ; Plaizier et al., 2009). Toutefois, les niveaux de rumination observés chez les animaux touchés diffèrent selon les études (Khafipour et al., 2009).

6.4.1.3. Composition en microorganismes :

En règle générale, lorsque le pH du rumen baisse, les bactéries cellulolytiques sont réduites au profit des coques et des bacilles gram positifs. Toutefois, les données concernant les modifications des populations bactériennes ruminales lors d'acidose subclinique sont limitées (Plaizier et al., 2009). Lorsque le pH minimal reste supérieur à 5.5, les protozoaires augmentent souvent (Martin et al., 2006), mais ils sont plus sensibles aux fluctuations de pH que les bactéries et leur population diminue voire disparaît lors de subacidose (Plaizier et al., 2009). Leur dénombrement et l'évaluation de leur mobilité dans le jus de rumen peuvent donc être un bon complément à la mesure du pH lors de la ruminocentèse.

6.4.2. Les paramètres du lait :

- **Analyse des taux du lait :**

Le taux butyreux (TB) diminue fréquemment avec l'acidose du rumen (Martin et al., 2006 ; Enemark et al., 2009 ; Plaizier et al., 2009).

Sauvant et al (1999) ont examiné les informations disponibles (taux et pH) pour des vaches laitières. En cas de pH inférieur à 6, le TB peut devenir inférieur au taux protéique (TP), tandis que pour un TB inférieur à 38g/Kg, le pH descend sous 6,2 (Sauvant et al., 2001). Les résultats de l'analyse du rapport TB/TP en fonction du pH ruminal ont démontré une bonne corrélation entre ces deux critères. Ce rapport est de 1,15 lorsque le pH est inférieur à 6,2

(Sauvant et al., 2010). L'inversion des taux est le critère le plus pertinent et discriminant en élevage ($TB/TP < 1$ ou $TB > TP$). Ce critère est parfois remplacé par un rapprochement des taux ($TB - TP < 3$) en raison de sa grande spécificité (Raboisson et al., 2009).

6.4.3. Paramètres sanguins :

On observe fréquemment une augmentation des marqueurs sanguins de l'inflammation tels que le LPS, le sérum amyloïde A (SAA) et l'haptoglobine (Hp) lors de l'acidose subclinique. Toutefois, les niveaux de concentration observés demeurent fluctuants et ne permettent pas de fixer de valeurs maximales (Khafipour et al., 2009). Le pH ruminal est étroitement lié à la glycémie, à la teneur en bicarbonates et au pH sanguin, mais ces paramètres varient considérablement au fil du temps (Enemark et al., 2009).

6.4.4. Paramètres urinaires :

Il a été observé une relation entre le pH urinaire et le pH sanguin (Figure 3) (Peyraud et al., 2006) et il a été aussi observé une corrélation entre le pH du système urinaire et le pH du sang. Toutefois, en cas d'acidose, la sécrétion de phosphate inorganique dans l'urine augmente et joue le rôle d'un tampon. Ainsi, il n'est pas possible d'établir une relation positive entre le pH du rumen et le pH de l'urine (Enemark et al., 2009).

6.4.5. Paramètres fécaux :

Les multiples interactions entre le rumen et le rectum ne permettent pas d'établir une corrélation significative entre le pH des bouses et l'acidose chronique (Enemark et al., 2009). En 2009, Plaizier et al ont mené une recherche sur dix exploitations laitières au Canada. Selon leur étude, lorsque le niveau de NDF dans la ration était bas ($< 34\%$), la concentration en LPS dans les fèces augmentait de deux fois. Ils suggèrent l'emploi des LPS fécaux en tant qu'outil de diagnostic de la subacidose.

7. Prévention de l'acidose ruminale subaigüe :

La gestion adéquate des transitions alimentaires et de la composition des rations est essentielle pour prévenir l'acidose ruminale subclinique. Les substances tampons (bicarbonates) ou les additifs biologiques (enzymes, levures/champignons et bactéries probiotiques) peuvent également être ajoutés (Sauvant et al., 2010).

Le calcul des rations, la détermination de la proportion des fibres, de leur longueur, le type d'hydrates de carbone présents dans la ration constituent des pratiques recommandables.

Il est important également de s'intéresser à la séquence de distribution des aliments. La distribution unique d'une grande quantité d'aliments a un effet acidogène. Cependant, la distribution répétée de petites quantités

d'aliments augmenterait les quantités globalement ingérées et prolongerait le temps durant lequel pH du rumen resterait en-dessous du seuil fixé (Oetzel, 2007). Aussi les aliments doivent-ils être repoussés devant l'auge plusieurs fois par jour pour que les animaux mangent un peu toute la journée plutôt que de privilégier une ingestion Massive lors d'une unique distribution (Stone, 2004).

Lorsqu'un épisode de jeûne précède la distribution d'aliments, que ce soit des céréales ou une ration totalement mélangée, les épisodes de SARA se manifestent plus facilement. La régularité dans la distribution des aliments a donc une importance essentielle dans la prévention de la SARA.

La quantité d'aliments distribuée doit être excédentaire de 5 à 10 % par rapport aux besoins des animaux. Ce faisant, tous les animaux auront assez de nourriture et les risques de compétition en seront diminués. L'accès à l'auge doit être suffisant ($> 0,6$ m/vache) (Mulligan et al. 2006).

Des études ont mis en évidence qu'une mangeoire située 10 à 15 cm plus haute que le sol oblige les animaux à manger tête baissée, ce qui privilégie la production de salive et diminue le comportement de tri de la ration par les animaux (Krause et Oetzel, 2006). Le mélange de la ration avec des aliments liquides bien appréciés (mélasse ou solubles de blé liquides par exemple) permet une meilleure homogénéisation du mélange, une diminution du tri et diminue la fréquence de la SARA (Shaver, 2002). De même, si le passage à une RTM permet de diminuer l'incidence de la SARA, il faut respecter une séquence d'incorporation des aliments dans la mélangeuse pour empêcher les vaches de trier les aliments les plus grossiers ou au contraire de hacher trop finement les fourrages, augmentant de la sorte la quantité de particules fines.

Ainsi, les aliments liquides doivent être incorporés en dernier lieu pour avoir une homogénéisation optimale de la ration.

Des études ont ainsi montré que le comportement de tri augmentait suivant les séquences d'incorporation suivantes :

Aliments liquides incorporés en dernier lieu, aliments liquides incorporés aux fourrages, aliments liquides incorporés aux concentrés (Shaver, 2002). Le logement doit permettre aux animaux de se coucher confortablement pour pouvoir ruminer efficacement.

Ainsi, les stabulations entravées sont à proscrire que ce soit à cause du système de distribution des aliments (quantités importantes d'aliments distribuées moins fréquemment), ou de la qualité du couchage (les vaches se couchant moins facilement et ruminant donc moins souvent dans de bonnes conditions). Les problèmes annexes tels que les boiteries doivent être traités.

Il importe également de pratiquer une bonne transition alimentaire au moment du tarissement et d'éviter des tarissements trop longs (d'une durée supérieure à 2 mois).

Des études épidémiologiques (Kleen et al. 2009) ont montré l'influence du régime des vaches tarées sur le développement ou non de la SARA en post-vêlage. Si le régime distribué aux animaux enfin de tarissement est trop pauvre en hydrates de carbone facilement fermentescibles, les papilles du rumen s'atrophient et ne sont pas capables de faire face à une alimentation très concentrée distribuée au début de la période de lactation.

PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE.

II. 1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE :

La place de l'élevage laitier dans les programmes agricoles est indéniable, mais il est confronté à divers défis, en particulier en ce qui concerne l'alimentation des animaux, souvent identifiée comme la principale contrainte technique. Parmi les problèmes de santé métabolique liés à une alimentation inadéquate, l'acidose latente, subclinique, ou l'ARSA (Acidose Ruminale Subaiguë) chez les vaches laitières pose des défis particuliers aux éleveurs, notamment en raison de ses formes subcliniques ou chroniques difficiles à détecter, pouvant être confondues avec d'autres affections. Dans ce contexte, les différentes contributions de cette étude visent à :

- Enquêter sur les conditions générales de production laitière dans les exploitations en collectant des données sur les méthodes d'élevage, en mettant l'accent sur les pratiques alimentaires.
- Identifier les indicateurs mesurables en élevage bovin laitier afin de diagnostiquer de manière optimale le risque de développer l'Acidose Rumenale Subaiguë (ARSA).

II. 2. MATERIEL ET METHODES :

2.1. Zone et période de l'étude :

Notre étude a été réalisée dans les élevages de bovins laitiers situés dans la région de Blida, durant la période allant de novembre 2023 à mars 2024.

II. 2.2 Matériel :

II. 2.2.1. Animaux (vaches, élevages) :

Quarante-deux vaches laitières (n=42), ont été utilisées dans cette étude. Ces vaches proviennent de 04 élevages de bovins laitiers présentant un effectif total de Soixante-seize (n=76) vaches. Les élevages visités présentent une taille qui varie de 07 à 32 vaches.

II. 2.2.2. Matériels de prélèvement, tamisage et pesée des aliments et bouses :

- Pour le prélèvement des bouses nous avons utilisés une pelle en inox et des boites en plastiques
- Pour le tamisage des bouses nous avons utilisés deux types de tamis de différents diamètres :
 - Tamis 1 : diamètre de 5 mm
 - Tamis 2 : diamètre 2 mm

- Pour le tamisage de l'alimentation nous avons utilisés trois types de tamis de différents diamètres :
 - Tamis 1 : diamètre 19 mm
 - Tamis 2 : diamètre 8 mm
 - Tamis 3 : diamètre 4 mm
- Pour la pesée des bouses et les aliments nous avons utilisés une balance électronique (gramme)

II. 2.3. Méthodes :

II. 2.3.1. Protocole expérimental :

II. 2.3.1.1. Première étape (Echantillonnage et collecte des informations):

Les critères de choix des 4 élevages laitiers concernés par l'étude ont été la facilité d'accès, la disponibilité des éleveurs et l'ensemble des informations concernant les conditions d'élevage. Les informations relatives aux élevages sélectionnés ont été recueillies sur des fiches de renseignements sous forme de questionnaires comportant deux volets :

- Le premier volet porte sur l'identification des vaches, de l'élevage/troupeau (taille), le bâtiment d'élevage, la conduite de troupeau et l'alimentation (Annexe n°1).
- Le deuxième volet a été consacré aux vaches prélevées, à savoir : la note d'état corporel (NEC), la race, le stade et rang de lactation, les notes de scoring et les antécédents pathologiques et thérapeutiques (Annexe n°2).
- Des entretiens ont été menés avec les différents acteurs de l'élevage pour la collecte d'autres informations non prises en compte par les questionnaires.

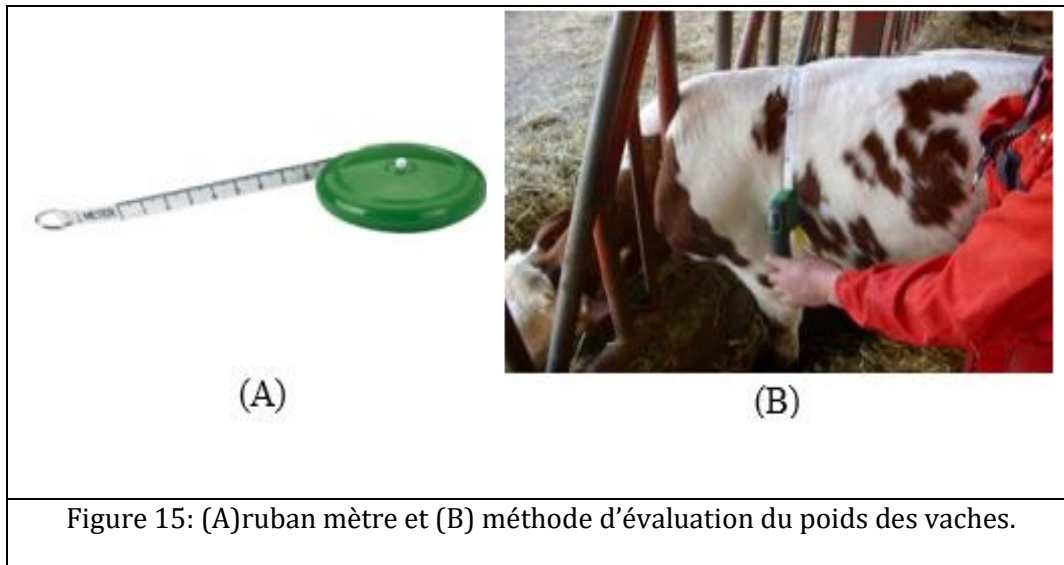
II. 2.3.1.2. Deuxième étape :

Il a été effectué lors de nos visites ponctuelles des élevages, les étapes suivantes :

2.3.1.2.1. Sélection des vaches en début de lactation : (entre 05j et 150 j postpartum).

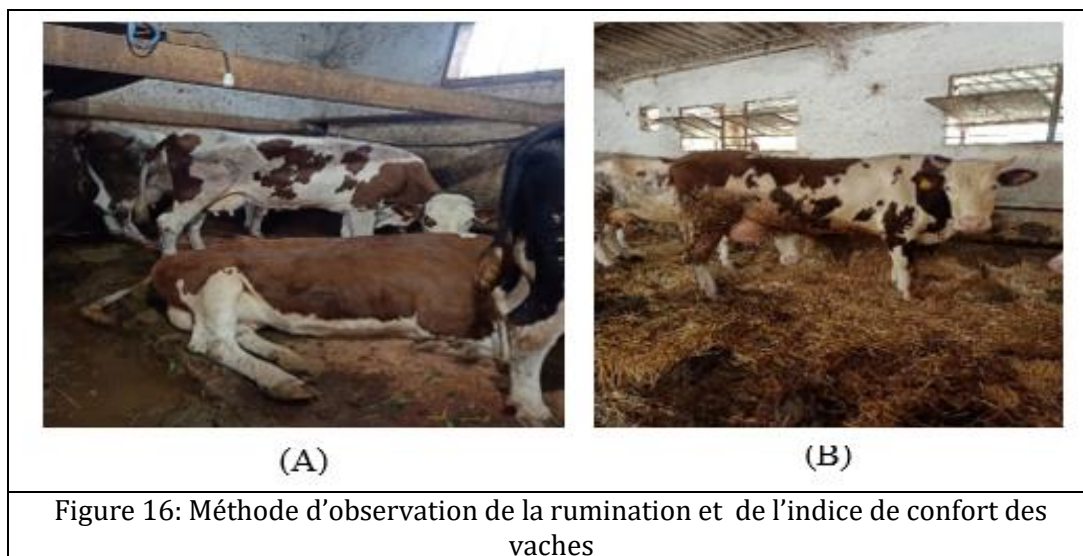
2.3.1.2.2. Evaluation de la note d'état corporel (NEC) des vaches : suivant une grille d'appréciation simplifiée (Edmonson et al., 1989 ; Bazin 1989) (une NEC allant de 1 (très maigre) à 5 (trop gras) (annexe n°3).

2.3.1.2.3. Evaluation du poids des animaux : à l'aide d'un ruban mètre (Figure 15).



II. 2.3.1.2.4. Observation de la rumination et évaluation de l'indice de confort des vaches :

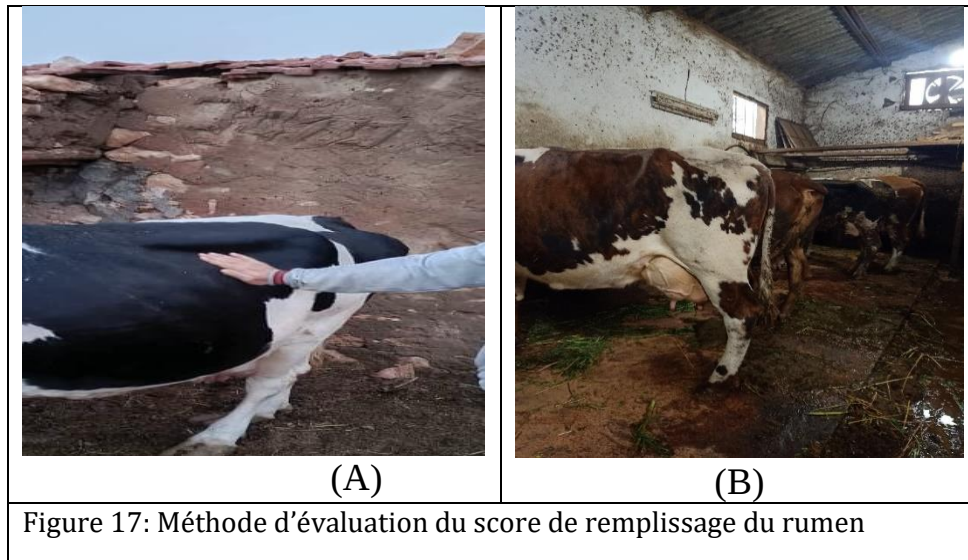
Elle consiste à observer les vaches qui ruminent de préférence couchées (proportion de vaches couchées et vigiles en train de ruminer), puis à compter le nombre de coups de mâchoire par bol alimentaire (Figure 16).



II. 2.3.1.2.5. Evaluation du score de remplissage du rumen : elle consiste à (Figure 17) :

- Regarder la zone du creux du flanc gauche. Les limites se situent derrière la dernière côte, sous les apophyses transverses et devant le pli de peau et de muscle qui descend de l'ilium.

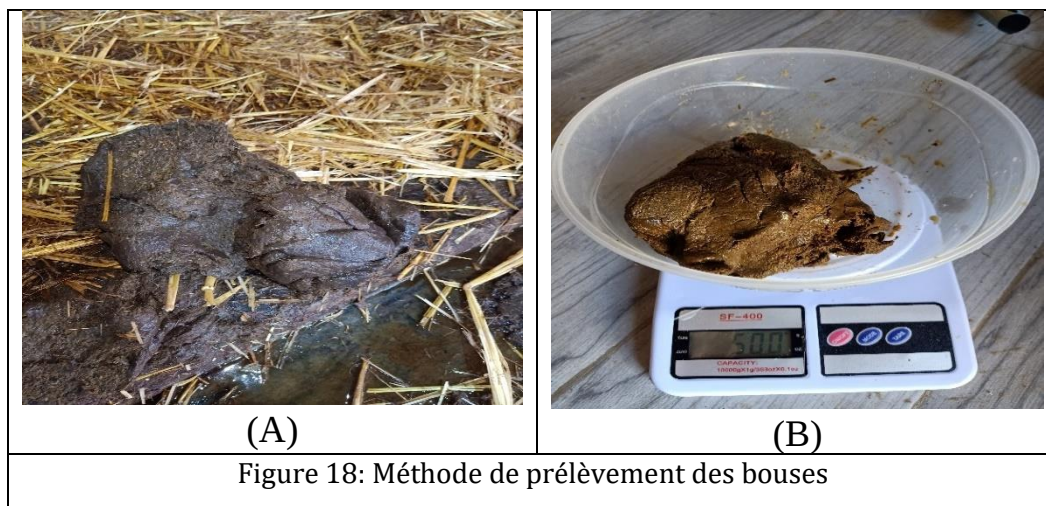
- Le score de remplissage du rumen est une note s'établissant entre 1 et 5 en observant l'arrière de l'animal, côté gauche. L'évaluation a été effectuée selon la grille de Hulsen, 2010 d'après Zaaijer et Noordhuizen,(2003) La note de 1 correspond à un flanc très creux tandis que la note de 5 à un rumen rempli.



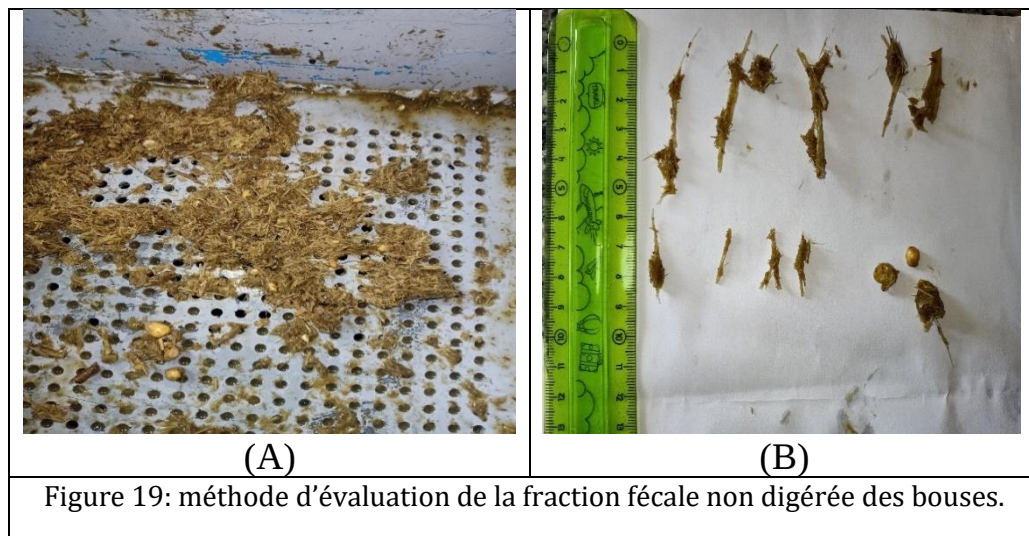
II. 2.3.1.2.6. Prélèvement, évaluation, tamisage et pesée des échantillons de bouses des vaches :

- Prélèvement de bouses des vaches :**

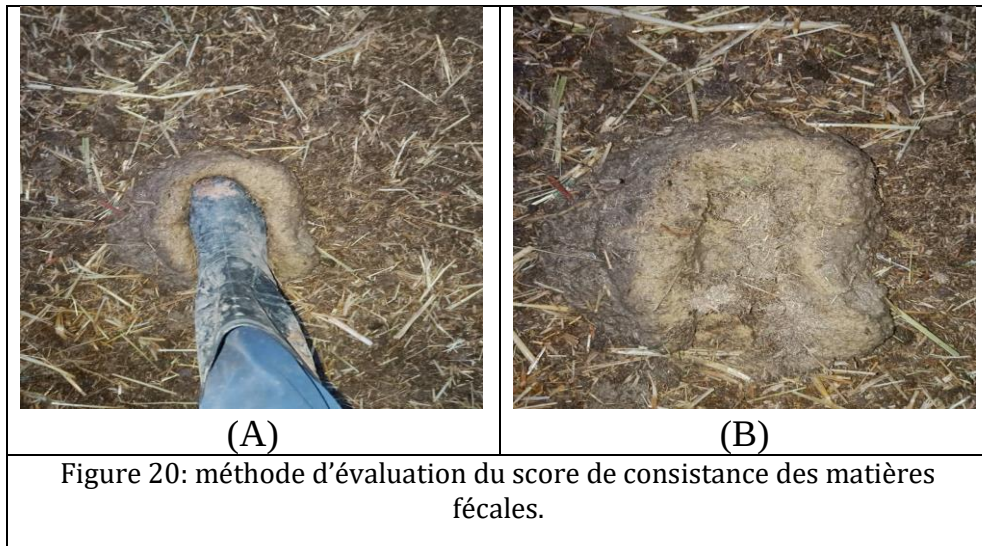
Un échantillon de quatre à dix bouses en fonction de la taille du troupeau a été prélevé (Figure 18). La méthode consiste à prélever une quantité de bouse fraîche à l'aide d'une pelle, la mettre dans une boîte en plastique et puis faire une pesée de 500g.



- **Evaluation de bouses des vaches :**
- **Evaluation de la fraction fécale non digérée des matières fécales :** elle consiste à recueillir les matières fécales fraîches de l'animal et à réaliser une inspection visuelle et manuelle, visant à détecter la présence de restes non digérés. Une note peut aussi être établie de 1 à 5, sur l'échelle décrite de Hulsen, 2010 d'après Zaaijer et Noordhuizen,(2003) (Figure 19).



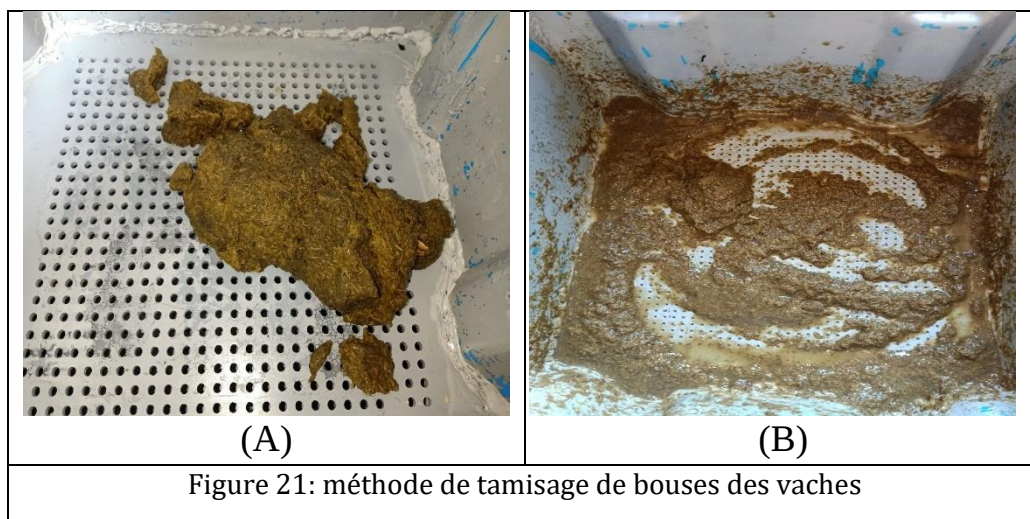
- **Evaluation du score consistance des matières fécales :** Pour chacune des bouses, une appréciation visuelle et à l'aide du « test de la botte » des matières fécales a été effectué. Ce dernier test consiste à marcher sur une bouse, fraîche si possible, et d'évaluer la sensation de succion lors du retrait de la botte. Ensuite, l'empreinte laissée sur la bouse par la semelle est examinée. Une note peut aussi être établie de 1 à 5, sur l'échelle décrite de Hulsen, 2010 d'après Zaaijer et Noordhuizen,(2003) (Figure 20).



- **Tamissage de bouses des vaches :**

Elle a comme but d'évaluer les résidus des bouses et consiste à (Figure 21).

- Prélever 500 ml de bouse non souillée par de la paille et de préférence fraîche
- Déposer dans une passoire (grille avec les mailles ayant une taille de 5 mm et 2mm) et rincé abondamment et essoré.
- Le contenu et ou le résidu végétal non digéré ainsi obtenu est pesé.
- La présence de fibres longues et de grains non digérés sont notés.



II. 2.3.1.2.7. Prélèvement, tamissage et pesée d'échantillons des aliments des vaches :

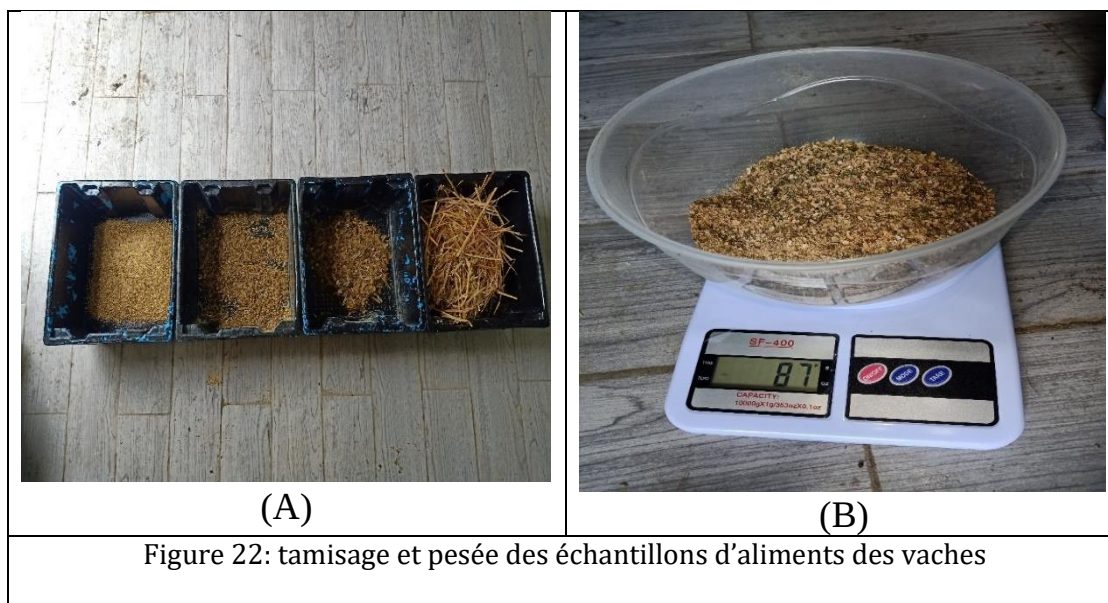
Un échantillonnage des aliments distribués a été effectué. La méthode consiste à utiliser plusieurs tamis de diamètres décroissants empilés (19 mm, 8mm et 4mm) et dans

laquelle on dispose quelques poignées de la ration mélangée, prises à l'auge et préalablement pesées (Figure 22). Suit l'étape de tamisage : les tamis sont secoués vigoureusement cinq fois, puis on leur fait effectuer un quart de tour, et on secoue de nouveau jusqu'à ce que les tamis aient fait deux tours complets (ce qui correspond à 40 secousses).

On pèse ensuite chacune des fractions obtenues par les tamis successifs, ce qui permet de calculer leurs proportions respectives. L'interprétation des résultats a été faite selon le tableau ci-dessous :

Tableau 2: recommandations des tailles des particules de la ration (PLM, 2015)

Tamis	>19mm	8 - 19 mm	4 – 8	Fond
Ensilage de maïs	5-10 % (3-8%)	45 – 65 %	20 –	<10%
Ration complète vaches	6-10%(2-8%Avant)	45 – 55 % (30 – 50 %	10 –	30 – 40%
Ration vaches tarées et	10 – 20 %	50 – 60%	20 –	10 – 20%
Ensilage d'herbe	10 – 20 %	45 – 75%	30 –	< 10%
Paille et foin sec pour RTM	20 %	40%	20%	20%



II. 2.3.1.2.8. Le calcul de la ration :

Le calcul de la ration pour chaque élevage a été effectué au moyen d'un logiciel de rationnement pour vache laitière. Il a été pris en considération les valeurs alimentaires de chacun des ingrédients qui sont intégrés dans la ration, l'état corporel, le poids, la parité, la quantité de lait, les besoins alimentaires à couvrir, la capacité d'ingestion des vaches, ainsi que les besoins en énergie, en azote et en minéraux.

II. 2.3.1.2.9. Analyse statistique des données :

Les scores obtenus pour chaque critère étaient résumés dans un tableur Excel 2010. Les données recueillies ont fait l'objet d'une analyse statistique descriptive (moyenne, pourcentage) et analytique. Après avoir utilisé le logiciel SYSTA10 et à partir des tableaux Excel, on a pu créer des tableaux de concordance qui permettent de comparer les résultats de chaque observation.

II.3. RESULTATS

II.3.1. Étude descriptive des résultats :

1. 1. Les caractéristiques des élevages sélectionnés :

Les caractéristiques des élevages de bovins laitiers visités sont rapportées dans le tableau 3.

Tableau 3: Caractéristiques des élevages de l'étude

Paramètres		Nombre	Taux
Vaches prélevées		42	55,26
Race des vaches	Holstein	21	50
	Montbéliarde	21	50
Rang de lactation	1-2	23	54.76
	≥3	19	45.24
Stade de lactation (mois)	1	10	23.81
	2	9	21.43
	3	23	54.76
NEC (points)	≤3	29	69.05
	> 3	13	30.95

Nos résultats montrent que :

- Le nombre total de vaches laitières prélevées a été de 42 soit un taux d'échantillonnage de 55,26 %.
- Les races bovines prédominantes dans les élevages visités sont la Montbéliarde et la Holstein avec des taux de 50 %.
- Le taux de vaches en première et deuxième lactation a été le plus élevé soit 54.76 %. Un taux de 45.24% de vaches ont un rang de lactation ≥ 3.
- La distribution des notes d'état corporel attribuées le jour de la visite montre que le taux des vaches ayant une note :
 - ≤ 3.0 : « maigre et moyenne » a été de 69.05%
 - >3.0 : « très bonne » a été de 30.95%
- Le taux des vaches prélevées qui se trouvaient au 1^{er}, 2^{ème}, et 3^{ème} mois de lactation ont été de 23.81%, 21.43%, 54.76%, respectivement.
- 16.67 % et 83.34 % des vaches avaient un niveau de production de lait <20 l/j et ≥20 l/j, respectivement.

1.2. Composition de la ration et la conduite alimentaire pratiquée :

Les informations relatives à la composition de la ration et la conduite alimentaire pratiquée dans les élevages visités sont rapportées dans le **tableau 4 et 5** :

1. Les aliments les plus utilisés dans les élevages sont :

- Foin d'avoine (100 %)
- Concentrés (100 %)
- Son de blé (100%)
- Fourrages verts (75%)
- Ensilage de maïs (50%)

2. Les quantité moyenne des aliments distribuée (kg /jour/vache) de :

- Fourrages verts est de 6,67 Kg
- Ensilage de maïs est 7.75 Kg
- Concentrés est de 10,5 Kg
- Foin d'avoine est de 4.75 Kg

3. La composition et les quantité moyennes des ingrédients des concentrés distribués sont :

- Orge : 3 Kg
- Tourteaux de soja : 3 Kg
- Son de blé/orge : 6.25 Kg

4. La quantité moyenne du CMV distribuée est de 2.75 Kg

Tableau 4: Composition de la ration distribuée dans les élevages

COMPOSITION DE LA RATION			Elevages				Total	
			01	02	03	04	Nb	% /Moyenne
Type d'aliment	Fourrages verts (sorgho, maïs ; Herbe de prairie)		+	+	0	+	03	75
	Ensilage (maïs, herbe...)		0	+	0	+	02	50
	Paille (blé, orge)		0	0	0	0	00	00
	Foin (luzerne, avoine)		0	+	+	+	03	75
	Concentrés		+	+	+	+	04	100
	Pain rassie		0	0	0	0	00	00
	Son (blé, orge)		+	+	+	+	04	100
	Autres		0	0	0	0	00	00
Quantité de la ration distribuée (kg /Jour/Vache)	Grossier	Herbe de prairie	5	10	0	5	6,67	
		Foin (avoine)	5	4	5	5	4,75	
		Ensilage de maïs	0	7.5	0	8	7,75	
	Concentrés	Composé	10	10	10	12	10,5	
Composition des concentrés distribués (kg/v/j)	Maïs		0	0	0	0	00	00
	Orge		0	0	3	0	01	25
	Tourteaux de soja		0	0	3	0	01	25
	Son de blé		10	10	4	0	03	75
	Bicarbonate de Na		0	0	0	0	0	0
Qauntité du CMV	Qauntité (unites/KG)		0	5	3	3	03	75

Tableau 5: Conduite alimentaire pratiquée dans les élevages

CONDUITE ALIMENTAIRE			Elevages				Total		
			01	02	03	04	Nb	%	
Fréquence des repas et quantité des concentrés (kg/v/j) /repas	01 (quantité)		0	0	0	0	0	0	
	02 (quantité)		+(5)	+(2.5)	+(5)	+(3)	04	100	
	03 et plus(quantité)		0	0	0	0	0	0	
Mode de distribution des concentrés	Avant le grossier		0	0	0	0	0	0	
	Après le grossier		+	+	+	+	04	100	
Distribution de concentrés durant les 3 dernières semaines de lactation	Oui		+	+	+	+	04	100	
	Non		0	0	0	0	0	0	
Distribution de la ration en fonction du stade de lactation (début, milieu et fin)	Oui		0	0	0	0	0	0	
	Non		+	+	+	+	04	100	
Poids et temps nécessaire à la consommation de la pierre de sel	Poids (kg)	≤3	0	0	+	+	02	50	
		>3	0	+	0	0	01	25	
	Temps (jours)	<10	0	+	0	0	01	25	
		10-20	0	0	+	0	01	25	
		≥20	0	0	0	+	01	25	
Distribution de la ration en fonction du stade physiologique (lactation, tarie)	Oui		0	0	0	0	0	0	
	Non		+	+	+	+	04	100	
Distribution de CMV durant les 3 dernières semaines de lactation	Oui		0	+	+	+	03	75	
	Non		+	0	0	0	01	25	
Séparation des vaches taries	Oui		0	0	+	0	01	25	
	Non		+	+	0	+	03	75	
Pratique et durée de transitions alimentaire (tarissement-lactation)	Pratique	Oui	0	0	0	0	0	0	
		Non	+	+	+	+	04	100	
	Durée	≤3 sem	0	0	0	0	0	0	
		>3 sem	0	0	0	0	0	0	
Distribution de l'eau		à Volonté		+	+	+	+	04	100

Les résultats de l'étude descriptive de la conduite alimentaire pratiquée dans les élevages visités ont révélé que :

- La totalité des éleveurs distribue 02 repas de concentrés par jour et la quantité (kg/v/j) des concentrés par repas varie de 2,5 à 5Kg.
- La totalité des éleveurs distribue les concentrés après le fourrage grossier.
- Le poids moyen de la pierre de sel distribué est de 3 Kg et le temps nécessaire à la consommation de la pierre de sel est de 10 J.
- Aucun éleveur ne distribue la ration en fonction du stade physiologique (lactation, tarie)
- La distribution de CMV durant les 3 dernières semaines de lactation est effectuée par 75 % des éleveurs
- La séparation des vaches tarées est effectuée par 25 % des éleveurs
- La transition alimentaire tarissement-lactation n'est pas pratiquée par la totalité des éleveurs
- La distribution de l'eau à volonté est pratiquée par la totalité des élevages visités.

1.3. Résultats des observations des vaches et des mesures effectuées :

Les résultats des observations des vaches et des mesures effectuées sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6: Résultats des observations des vaches et des mesures effectuées

Observations des vaches / mesures effectuées				Elevages				
				01	02	03	04	Total / Moyenne
Rumination	Nombre de vaches observées			3	2	3	3	11
	Nombre de coups de mâchoire moyen			44	32.5	28.33	47	45,5
Indice de confort	Nombre de vaches observées			3	7	15	17	42
	Nombre de vaches couchées			1	2	3	3	09
Remplissage rumen	Nombre de vaches observées			3	7	15	17	42
	Score moyen			3.33	1.57	3.3	2.6	2,7
Poids moyens des résidus des particules de la ration (g)	>19mm			14	35	11	128	47
	8mm -19mm			151	281	220	75	181,75
	4mm -8mm			25	147	170	86	107
	<4mm			87	130	154	211	145,5
Bouses	Nombre de bouses observées			03	7	15	17	42
	Score fraction non digérée moyen			3.33	4	3.33	3.4	3,515
	Score de consistance moyen			4	4	3.8	3.4	4
	Résidus des particules des	Poids moyen (g)	5mm	38	52	53,25	67	53,25
			2mm	58	84	79,75	75	79,75
			Moyenne	96	136	133	142	133
	Présence	Fibres longues	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	4
		Grains attaqués non digérés	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	3

Les résultats des observations des vaches et des mesures effectuées montrent que :

- Pour la rumination : le nombre moyen de coups de mâchoire a été de 44, 32.5, 28.33, et 47 respectivement pour les élevages 1,2,3 et 4.

- L'indice de confort a été 33,33%, 28%, 20%, 17,64%.
- Le score moyen de remplissage rumen a été de 3.33, 1.57, 3.3, et 2.6, pour les élevages 1,2,3 et 4, respectivement.
- Le poids moyen des particules de la ration :
 - >19mm a été de : 14 g, 35 g, 11g et 128 g, pour les élevages 1,2,3 et 4, respectivement.
 - 8mm -19mm a été de : 151 g, 281 g, 220 g et 75 g pour les élevages 1,2,3 et 4, respectivement.
 - 4mm -8mm a été de : 25 g, 147 g, 170 g et 86 g pour les élevages 1,2,3 et 4, respectivement.
 - <4mm a été de : 87 g, 130 g, 154 g et 211 g pour les élevages 1,2,3 et 4, respectivement.
- Le score moyen de la fraction non digérée des bouses a été de 3.33, 4, 3.33, 3.4, pour les élevages 1,2,3 et 4, respectivement.
- Le score moyen de la consistance des bouses a été de 4 ; 4 ; 3.8 ; 3.4, pour les élevages 1,2,3 et 4, respectivement.
- Le poids moyen des résidus des particules :
 - ≥ 5mm a été de : 38g ; 52.14g ; 56g ; 67g, pour les élevages 1,2,3 et 4, respectivement.
 - ≥ 2mm a été de : 58.33 g ; 84 g ; 102.06 g ; 75 g pour les élevages 1,2,3 et 4, respectivement.
- La présence de fibres longues a été noté dans toutes les bouses et les grains de céréales non digérés ont été observés dans les élevages 2,3 et 4, respectivement.

II.3. 2. Étude analytique des résultats :

2.1. Etude critique de la ration et facteurs de risque de l'ARSA :

Le calcul des rations distribuées caractéristiques de la ration distribuée et les recommandations de correction sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

a. Elevage 1 :

Tableau 7: le calcul et les caractéristiques de la ration distribuée pour l'élevage 1.

	UFL	MAD	PDIN	PDIE	Ca	P
Apport	10,49	1367,20	1173,05	1161,75	53,35	84,10
Besoin	5	360	400	400	36	27
Bilan	5,49	1007,2	773,05	761,75	17,35	57,1
Production de lait permise	12,8	16,8	15,5	15,2	4,1	33,6
Rapport Ca/P	0,63			Pas acceptable		
Rapport (PDIE-PDIN) /UFL	-1,1			Pas acceptable		
% MAT par rapport à la MS	12,62%					
Capacité d'ingestion =	4,9 Kg MS					
Quantité de concentré =	10,0 kg Concentré					
Pourcentage CC/MS =	75%				Pas acceptable	
Production permise =	12,8 Litres de lait					

L'étude critique montre que la ration présente :

- Un déficit en Calcium et un excès en phosphore
- Un rapport protéine/énergie déséquilibré
- La capacité d'ingestion n'est pas maximale
- % de concentrés dans la ration $\geq 65\%$ ce qui constitue un facteur de risque élevé de l'ARSA
- Production de lait permise est faible et en dessous du potentiel productif des races Holstein et Montbéliard

Les recommandations de correction de la ration proposées sont :

- Ajouter ou changer le CMV
- Diminuer la quantité de concentré
- Vérifiez la capacité d'ingestion

b. Elevage 2 :

Tableau 8: le calcul et les caractéristiques de la ration distribuée pour l'élevage 2.

	UFL	MAD	PDIN	PDIE	Ca	P
Apport	11,80	1620,69	1355,4	1328,30	74,65	91,35
Besoin	5	360	400	400	36	27
Bilan	6,80	1260,69	955,41	928,30	38,65	64,35
Production de lait permise	15,8	21,0	19,1	18,6	9,2	37,9
Rapport Ca/P	0,82	</				

L'étude critique montre que la ration présente :

- Un déficit en Calcium et un excès en phosphore
- Un rapport protéine/énergie très déséquilibré
- La capacité d'ingestion n'est pas maximale
- % de concentrés dans la ration $\geq 65\%$ ce qui constitue un facteur de risque de l'ARSA
- Production de lait permise est faible et en dessous du potentiel productif des races Holstein et Montbéliard

Les recommandations de correction de la ration proposées sont :

- Ajouter ou changer le CMV
- Diminuer la quantité de concentré
- Vérifiez la capacité d'ingestion

C. Elevage 3 :

Tableau 9: le calcul et les caractéristiques de la ration distribuée pour l'élevage 3.

	UFL	MAD	PDIN	PDIE	Ca	P
Apport	12,06	1520,89	1551,98	1536,64	84,74	76,68
Besoin	5	360	400	400	36	27
Bilan	7,06	1160,89	1151,98	1136,64	48,74	49,68
Production de lait permise	16,4	19,3	23,0	22,7	11,6	29,2
Rapport Ca/P	1,11			Acceptable		
Rapport (PDIE-PDIN) /UFL	-1,3			Pas acceptable		
% MAT par rapport à la MS	15,76%					
Capacité d'ingestion =	6,1 Kg MS					
Quantité de concentré =	10,0 kg Concentré					
Pourcentage CC/MS =	68%  Pas acceptable					
Production permise =	16,4 Litres de lait					

L'étude critique montre que la ration présente :

- Un rapport protéine/énergie déséquilibré
- La capacité d'ingestion est insuffisante
- % de concentrés dans la ration $\geq 65\%$ ce qui constitue un facteur de risque de l'ARSA
- Production de lait permise est faible et en dessous du potentiel productif des races Holstein et Montbéliard

Les recommandations de correction de la ration proposées sont :

- Diminuer la quantité de concentré
- Vérifiez la capacité d'ingestion

d. Elevage 4 :

Tableau 10: calcul, caractéristiques de la ration distribuée et recommandations de correction pour l'élevage 4.

	UFL	MAD	PDIN	PDIE	Ca	P
Apport	15,42	1752,52	1453,37	1660,18	337,98	86,57
Besoin	5	360	400	400	36	27
Bilan	10,42	1392,52	1053,37	1260,18	301,98	59,57
Production de lait permise	24,2	23,2	21,1	25,2	71,9	35,0
Rapport Ca/P	3,90			Pas acceptable		
Rapport (PDIE-PDIN) /UFL	13,4			Pas acceptable		
% MAT par rapport à la MS	12,04%					
Capacité d'ingestion =	7,2 Kg MS					
Quantité de concentré =	12,0 kg Concentré					
Pourcentage CC/MS =	69%  Pas acceptable					
Production permise =	21,1 Litres de lait					

L'étude critique montre que la ration présente :

- Un déficit en Calcium et un excès en phosphore
- Un rapport protéine/énergie déséquilibré
- La capacité d'ingestion est insuffisante
- % de concentrés dans la ration $\geq 65\%$ ce qui constitue un facteur de risque de l'ARSA
- Production de lait permise est acceptable

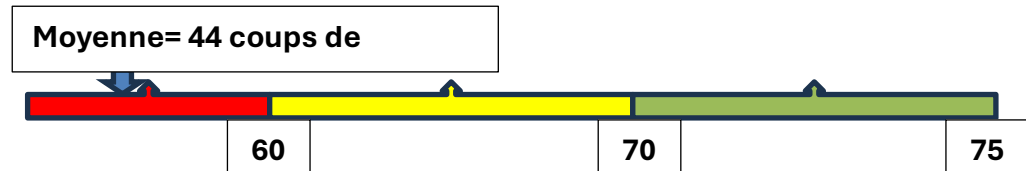
Les recommandations de correction de la ration proposées sont :

- Ajouter ou changer le CMV
- Diminuer la quantité de concentré
- Vérifiez la capacité d'ingestion
- Ajouter une source de protéine ou diminuer l'énergie.

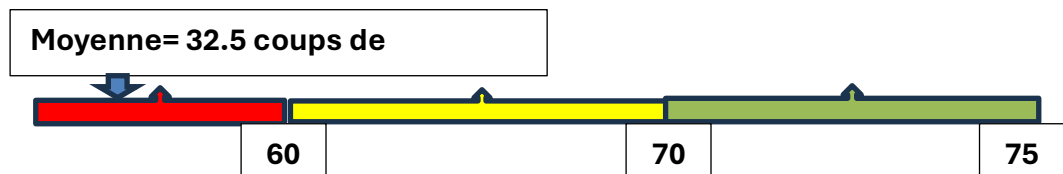
2.2. Mesures effectuées dans les élevages et facteurs de risque de l'ARSA :

2.2.1. Rumination :

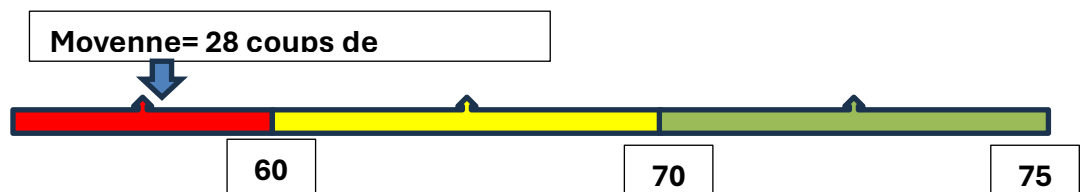
- Elevage 1 : le nombre de coups de mâchoire moyen par bol alimentaire pour l'élevage 1 a été de **44 coups de mâchoires** ce qui constitue un facteur de risque de l'ARSA.



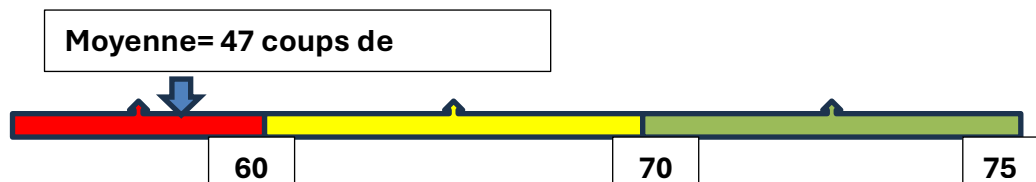
- Elevage 2: le nombre de coups de mâchoire moyen par bol alimentaire l'élevage 2 a été de **32 coups de mâchoires** ce qui constitue un facteur de risque élevé de l'ARSA.



- Elevage 3 : le nombre de coups de mâchoire moyen par bol alimentaire l'élevage 3 a été de **28 coups de mâchoires** ce qui constitue un facteur de risque élevé de l'ARSA



- Elevage 4 : le nombre de coups de mâchoire moyen par bol alimentaire l'élevage 4 a été de **47 coups de mâchoires** ce qui constitue un facteur de risque de l'ARSA.

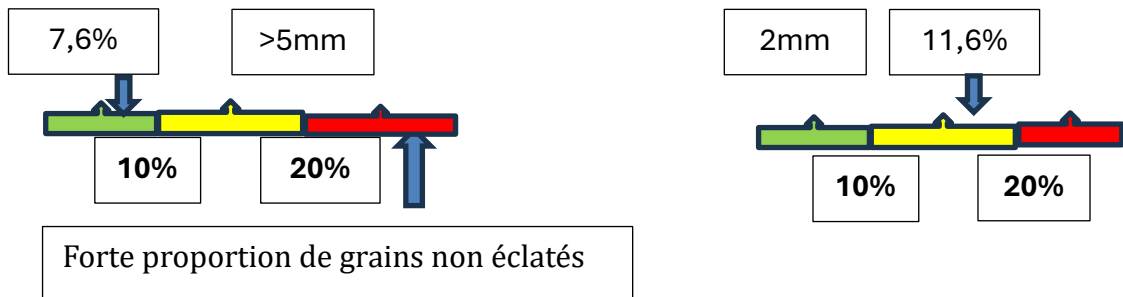


2.2.2. Passage au tamis des bouses (poids des résidus des bouses) :

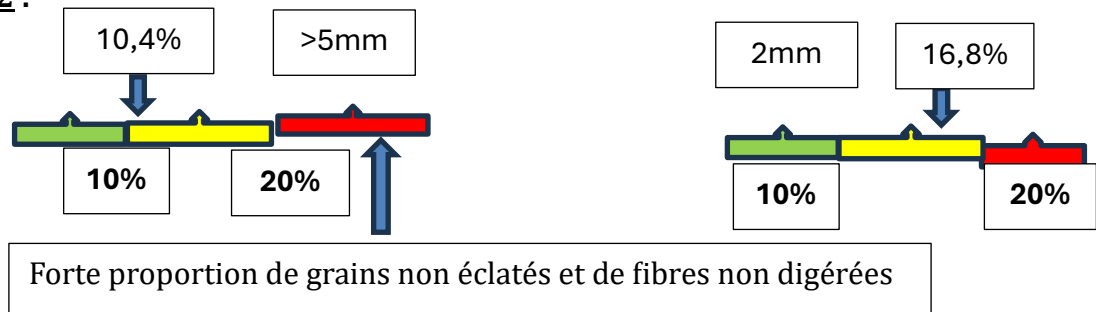
Les pourcentages des résidus des bouses > 5mm et 2mm ont été de 7,6% et 11,6%, 10,4% et 16,8%, 10,65% et 15,95%, 13,4% et 15%, pour les élevages 1, 2, 3, et 4, respectivement. Les fibres non digérées et les grains non éclatés ont été les résidus les plus importants dans

les matières fécales, cette situation est peut-être révélatrice de digestion incomplète, d'un état de fonctionnement ruminal et intestinal non optimal et la présence d'ARSA.

Elevage 1 :



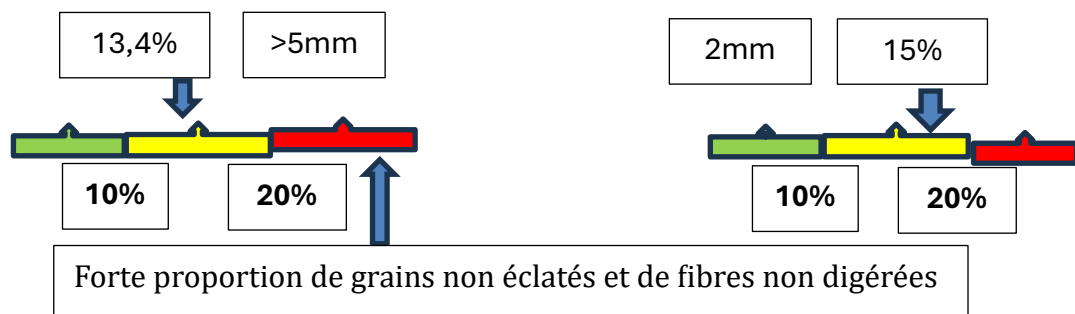
Elevage 2 :



Elevage 3 :



Elevage 4 :

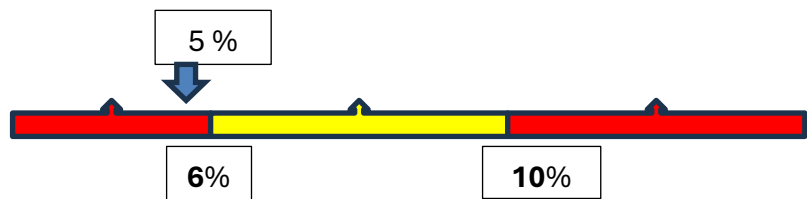


2.2.3. Passage au tamis de la ration (Pourcentage des particules) :

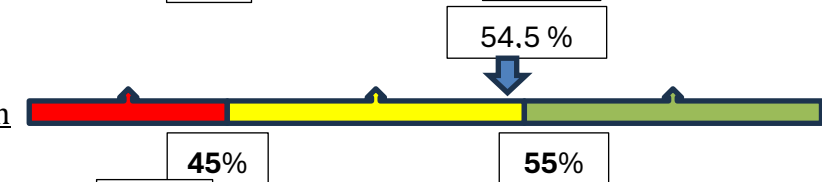
Pour les rations mélangées, les nutritionnistes recommandent : 6% à 10% des particules dans le tamis du haut ce qui correspond aux grosses particules. Le tamis intermédiaire recueille les particules de taille moyenne, elles doivent représenter 45% à 55% du total (voir schéma ci-dessous). Dans le tamis du bas et du fond se trouvent les plus fines particules qui représentent moins de 50% du mélange. Les 04 rations tamisées ne possèdent pas les caractéristiques optimales recommandées. C'est au niveau du tamis de 19mm de diamètre que les valeurs sont le plus éloignées des recommandations. Une valeur haute de 26% a été observé pour l'élevage 4, et la moyenne sans cette valeur hors norme varie de 2 à 6 % soit hors l'intervalle des recommandations. Ensuite le tamis intermédiaire présente aussi 50% des valeurs qui s'éloignent de l'intervalle des recommandations (élevages 3 et 4), et 50% des valeurs restent acceptables. Les rations 1, 2, 3 et 4 présentent un bon nombre de valeurs de particules de taille fines élevés qui se rapprochent de la valeurs limite de 50% (44.4%, 46%, 58.6%, 49%). Cette dernière situation prédispose au risque de l'ARSA.

Elevage 1 :

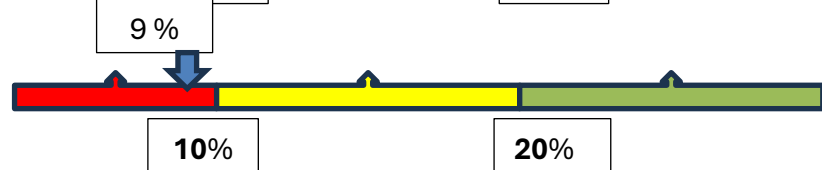
% particules > 19 mm



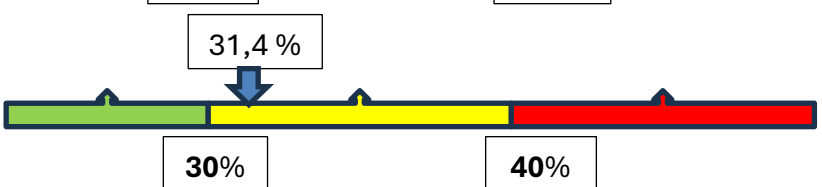
% particules 8 mm-19 mm



% particules 4 mm-8 mm

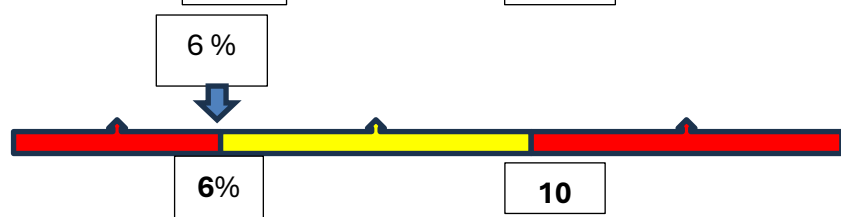


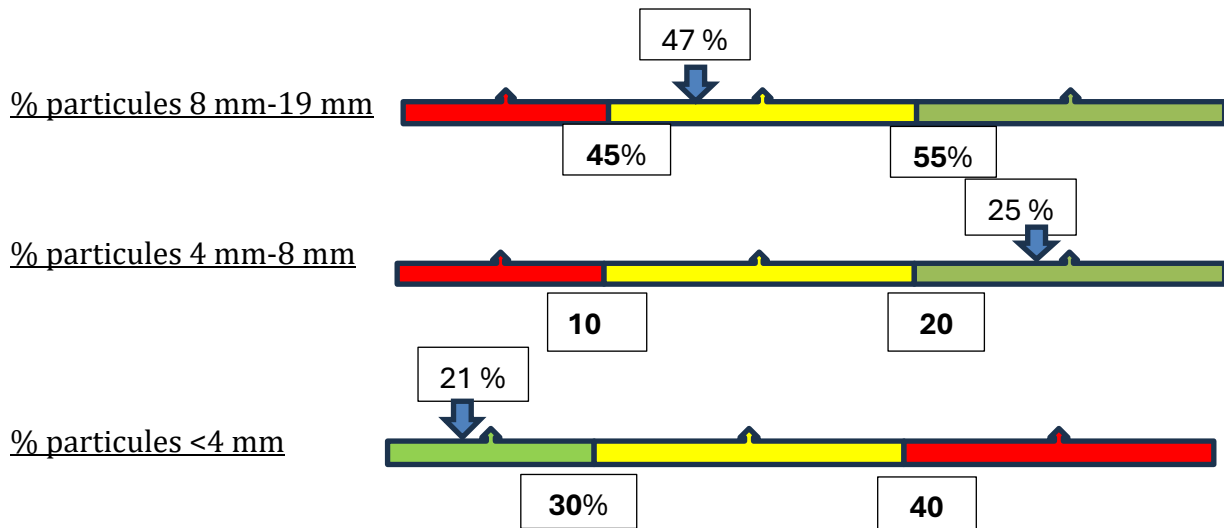
% particules <4 mm



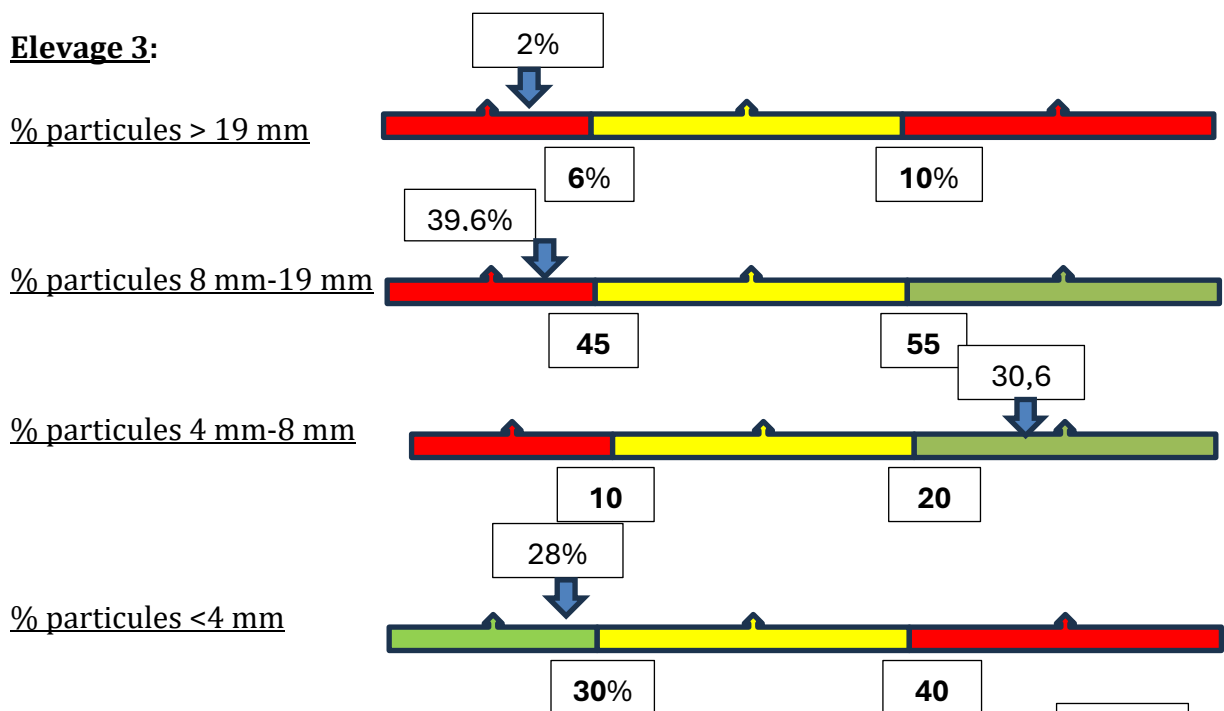
Elevage 2 :

% particules > 19 mm

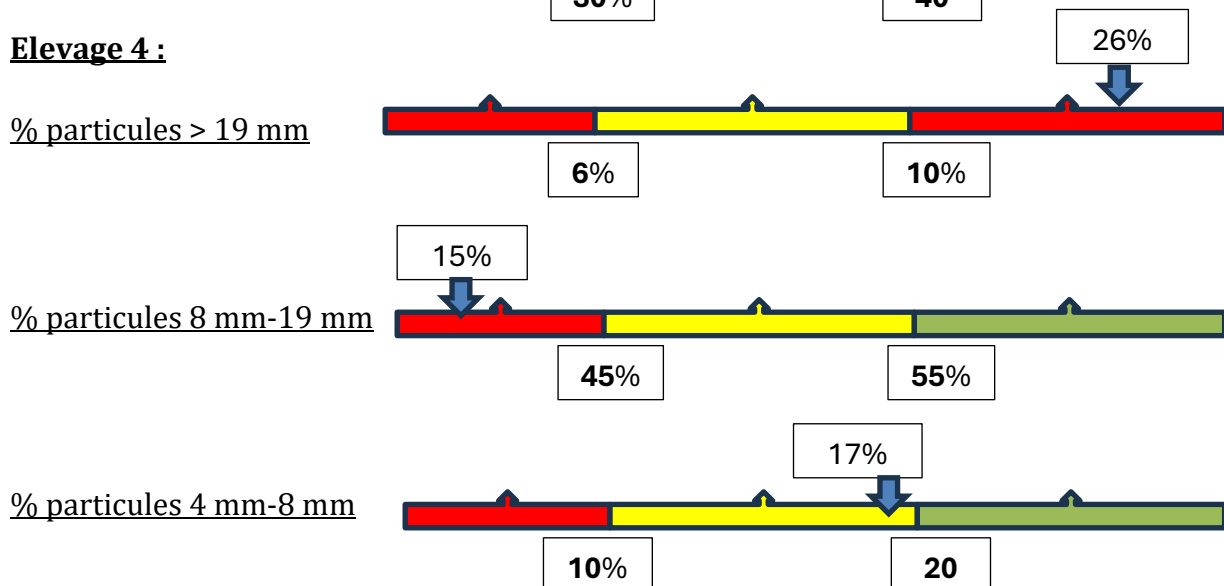


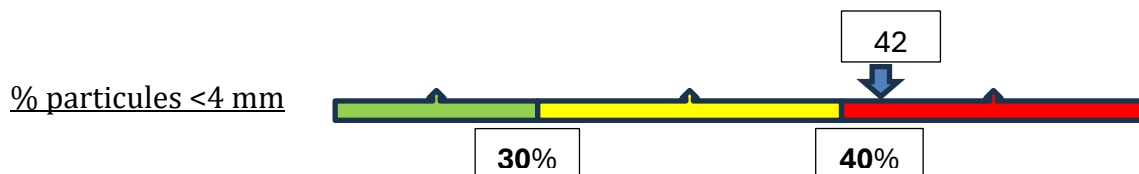


Elevage 3:



Elevage 4 :





Les figures ci-dessous montrent le pourcentage cumulé de sous-dimensionnement pour chaque tamis. Elles sont reportées selon les recommandations du Penn State University (2017) sur un papier log normal et une ligne appropriée est tracée entre les trois points (ligne d'ajustement optimale des différentes tailles des particules d'aliments) permettant une meilleure production de lait.

For: Maximum Milk Makers

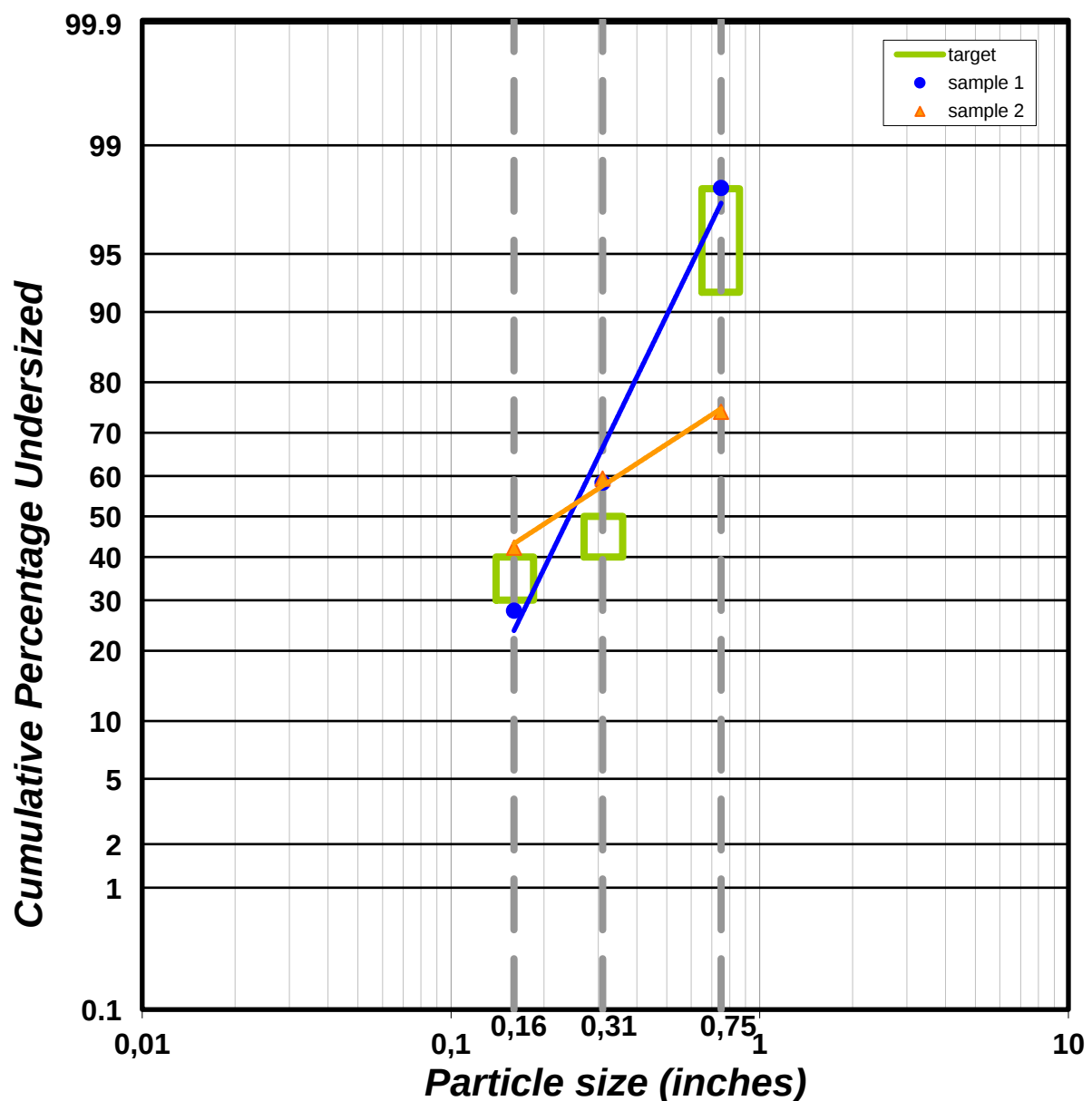


Figure 23: pourcentage cumulé de sous-dimensionnement pour les tamis des élevages 1 (sample1) et 2 (sample2)

Il a été observé que pour :

L'Elevage 1 (sample 1):

- Environ 95 % des aliments ont une longueur inférieure à 19mm (0.75 pouce).
- Environ 40 % des aliments ont une longueur inférieure à 8mm (0,31 pouce).
- Environ 31 % des aliments ont une longueur inférieure à 4mm (0,16 pouce).

L'Elevage 2 (sample 2):

- Environ 94 % des aliments ont une longueur inférieure à 19mm (0.75 pouce).
- Environ 22 % des aliments ont une longueur inférieure à 8mm (0,31 pouce).
- Environ 31 % des aliments ont une longueur inférieure à 4mm (0,16 pouce).

For: Maximum Milk Makers

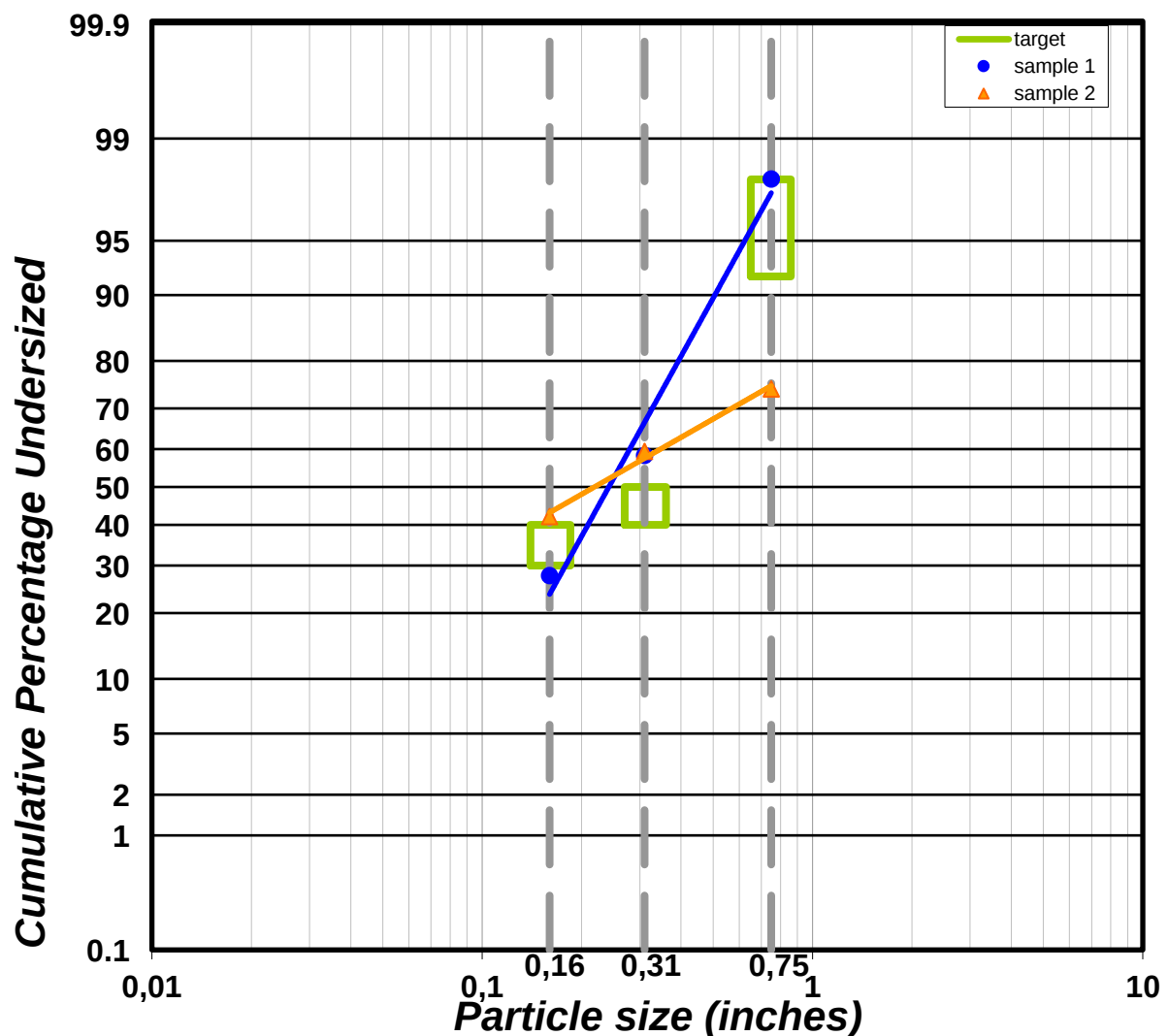


Figure 24: pourcentage cumulé de sous-dimensionnement pour les tamis des élevages 3 (sample1) et 4 (sample2)

Elevage 3 (sample 1) :

- Environ 98 % des aliments ont une longueur inférieure à 19mm (0.75 pouce).
- Environ 58 % des aliments ont une longueur inférieure à 8mm (0,31 pouce).
- Environ 28 % des aliments ont une longueur inférieure à 4mm (0,16 pouce).

Elevage 4 (sample 2) :

- Environ 74 % des aliments ont une longueur inférieure à 19mm (0.75 pouce).
- Environ 59 % des aliments ont une longueur inférieure à 8mm (0,31 pouce).
- Environ 42 % des aliments ont une longueur inférieure à 4mm (0,16 pouce).

II.4. DISCUSSION

Notre étude a révélé que la gestion des périodes de transition entre le tarissement et la lactation, qui sont particulièrement à risque pour le développement de maladies métaboliques, est l'une des pratiques de conduite alimentaire négligées par la majorité des éleveurs. En effet, des transitions trop courtes ne permettent pas à la microflore du rumen de s'adapter à la nouvelle ration. Ainsi, en début de lactation, les animaux sont soumis à une ration riche en énergie et en concentrés et le risque de développement d'une acidose ruminale subaiguë est élevé si la transition est inférieure à trois semaines.

Dans cette étude, nous avons utilisé des mesures et des scores établis à partir de données bibliographiques afin de mettre en relation l'apparition de certains signes cliniques et la présence de l'ARSA dans les élevages.

- **Score de la Note d'état corporel (NEC)**

Comme, la période à risque pour les maladies métaboliques est le postpartum (Mulligan et al., 2008), nous nous sommes intéressés dans cette étude qu'aux animaux à moins 150 jours de lactation. Les NEC de plus de 69% des vaches variaient de 2 à 2,5 pts, indiquant un état d'amaigrissement et de lipomobilisation à un moment crucial qui est le début de lactation. En effet, durant cette phase de cycle de production l'acidose ruminale subaiguë, la cétose subclinique mais aussi l'acéto-acidose ont pour conséquence une diminution importante de la NEC. En cas d'acidose, c'est l'irrégularité de l'ingestion et la mauvaise valorisation de la ration qui entraînent un amaigrissement. Selon Zaaier et Nordhuizen (2001), en conditions normales, 90 % des vaches d'un troupeau doivent avoir un score corporel compris, selon le stade de lactation, entre 2,5 et 3,5. Une diminution excessive de l'état corporel entre le vêlage et le pic de lactation alors que la ration distribuée est sensée couvrir les besoins en énergie et en protéines peut donner à penser à de l'acidose subclinique, surtout si elle s'accompagne d'une prise alimentaire inconstante (Owens et al., 1998 ; Mulligan et al., 2006). En effet, l'observation de scores corporels hétérogènes d'animaux au même stade de lactation au sein des élevages visités doit faire penser à des erreurs dans la séquence de distribution des aliments, à la possibilité de tri ou à la présence de compétition entre les animaux (Enjalbert, 2006), facteurs prédisposant à l'ARSA (Lessire et Rollin, 2013).

- **Score de la rumination**

L'acidose ruminale subaiguë a pour conséquence une baisse de la rumination due à une réduction de la fibrosité de la ration. Pour évaluer la rumination nous avons déterminés

(1) la proportion de vaches couchées et vigiles en train de ruminer afin d'apprécier la fibrosité de la ration. Nos résultats indiquent un taux très faible de vaches couchées et qui ruminent (33.33%, 28%, 20%, 17,64%). En effet, les vaches ruminent préférentiellement couchées et l'objectif est d'obtenir plus de 50 % des vaches couchées en train de ruminer quel que soit le moment de la journée (Nelson, 1996) et 80 % en période de repos (Mulligan et al., 2006 ; Oetzel, 2007). De plus, (2) le nombre moyen de 45,5% de coups de mâchoire par bol alimentaire observé dans l'ensemble des élevages, est inférieur à 60 coups de mâchoire par bol alimentaire indiqué par Vagneur, (2007) ; Lessire et Rollin, (2013). Cette situation indique clairement le manque de fibrosité dans la ration mais aussi un manque de confort constituant ainsi des facteurs de risque important de l'ARSA.

○ **Score de remplissage du rumen**

Dans notre étude 50% des vaches observées ont score de remplissage du rumen trop faible (< 3) qui peut être révélateur d'appétit inconstant et ou d'insuffisance d'apport alimentaire distribué. Par rapport à cette dernière supposition, il a été remarqué à travers le calcul de la ration, que la capacité d'ingestion chez l'ensemble des vaches (4.9kgMS, 7.1kgMS, 6.1kg MS, 7.2kgMS) a été inférieure à 16 -18 kg MS recommandée par Cuvelier et Dufrasne (2014).

Il faut néanmoins se rappeler que ce score évolue rapidement en fonction du moment de l'ingestion de la ration et qu'idéalement, il doit être pris dans les deux heures suivant la distribution des aliments. La consistance du contenu doit être également évaluée par palpation transabdominale. L'augmentation de la pression osmotique au niveau du rumen peut induire un appel d'eau au niveau du rumen, responsable de la diminution de consistance du contenu ruménal (Lessire et Rollin, 2013).

○ **Consommation de concentrés :**

L'ingestion rapide et/ou massive d'une ration riche en énergie peut entraîner le développement d'une acidose. Dans notre étude les critères observés concernent la quantité de concentrés distribuée. Le premier critère est la part de concentrés dans la ration : dans les quatre élevages visités le taux de concentrés/Matière sèche dépasse le seuil de 65%. En effet, une ration contenant plus de 45% de concentrés est considérée comme acidogène (Mulligan et al., 2006 ; Sauvant et al., 2010). Le deuxième critère est le nombre de repas de concentrés et la quantité par repas : dans les quatre élevages visités le nombre de repas a été de deux par jours ce qui est recommandé par (Institut de

l'élevage, 2013 ; Lessire et Rollin, 2013), cependant, 50% des éleveurs distribuent plus de 3kg de concentrés par repas facteurs prédisposant à l'ARSA (Lessire et Rollin, 2013).

○ **Tamissage et observation des bouses**

L'examen des bouses reflète le fonctionnement ruminal et intestinal (Vagneur, 2007). Le score de fraction fécale non digérée décrit par Zaaier et Noordhuizen (2001) peut servir à évaluer la présence de fibres non digérées dans les matières fécales, provenant d'une dénaturation de la flore bactérienne cellulolytique (Kleen et al., 2009 ; Colman et al., 2010). Dans la présente étude un score moyen de 3,5 a été observé pour l'ensemble des bouses des vaches ce qui est supérieur au score de 1 faisant référence à une digestion parfaite.

Les observations et les pesées des bouses ont montrés que les fibres non digérées et les grains non éclatés présentent les résidus les plus important dans les matières fécales, Les mêmes observations ont été décrites par Kleen *et al.*, (2003) chez les vaches présentant de l'ARSA. En effet, en cas d'acidose subclinique, l'équilibre du rumen est perturbé et la digestion des fibres et des grains est moins efficace d'où la présence de résidus important dans les bouses. Au contraire, des rations riches en fibres supérieures à 19mm permettent une bonne rumination et une bonne digestion (Peyraud et al., 2006).

○ **Analyse de la taille particulière et analyse de la ration :**

Dans la présente étude, les 04 rations tamisées ne possèdent pas les caractéristiques optimales recommandées. Il a été observé qu'au niveau du tamis de 19mm de diamètre que les pourcentages de particules sont le plus éloignées des recommandations (2 à 6 %). De plus, les rations 1, 2, 3 et 4 présentent un bon nombre de valeurs de particules de taille fines élevés qui se rapprochent de la valeurs limite de 50% (Mulligan et al., 2006). Confirmant ainsi le manque de fibrosité des rations distribuées et la baisse de rumination constatée. Cette situation prédispose au risque de l'ARSA. En effet, la taille des particules peut influencer sur l'ingestion et la fermentescibilité. Une ration avec des particules trop fines favorise l'ingestion mais la fermentescibilité est augmentée avec un risque d'acidose ruminale (Lessire et Rollin, 2013). A l'opposé, la présence de nombreuses particules grossières limite la fermentescibilité mais l'ingestion est pénalisée (Mulligan et al., 2006 ; Enemark, 2008).

Nos résultats montrent que le rapporte Ca/P des rations calculées est déséquilibré et s'éloigne des valeurs recommandées de 1-1.4, prédisposant ainsi à l'apparition de certaines maladies telles que l'hypocalcémie et l'urolithiase (Meschy,2007). De même, le rapport protéine/énergie de l'ensemble des rations calculées est déséquilibré ce qui perturbe le fonctionnement optimal du rumen (Cuvelier et Dufrasne, 2014). Le déséquilibre nutritionnel des rations distribuées semblent être un des facteurs majeur entrainant la baisse du niveau de production laitière dans les élevages visités (12.8L, 15.8L, 16.4L, 21.1L), qui reste faible et en dessous du potentiel productif des races Holstein (30 L/J) et Montbéliardes (23.5 L/J) selon (BENBOUAIL M ;2006)

II.5. CONCLUSION ET RECOMMANDIONS

L'acidose ruminale subclinique ou l'Acidose Rumenale Subaiguë (ARSA), est une maladie fréquente dans les élevages qui entraîne des pertes économiques importantes. Il est plus difficile de déterminer la forme subclinique car aucun signe clinique n'est bien défini. Il devient donc évident que le diagnostic de l'ARSA s'appuie sur une analyse globale des différents paramètres d'évaluation de la santé et de la ration des animaux. Dans cette optique, l'objectif principal de cette étude était d'identifier les indicateurs mesurables en élevage bovin laitier afin de diagnostiquer de manière optimale le risque de développer l'ARSA.

Plusieurs critères mentionnés dans la littérature ont été utilisés dans cette étude afin de mettre en évidence l'ARSA dans les élevages de bovins laitiers. Les critères choisis pour le diagnostic sont : les pratiques de la conduite alimentaire, le score corporel, la rumination moyenne, le score de remplissage du rumen, le passage de la ration aux tamis, la présence de fibres et de grains mal digérés, le poids et le pourcentage moyen des résidus des bouses après lavage, le pourcentage de particules de la ration, et le calcul de la ration distribuée.

Les observations et les résultats de cette étude suggèrent que plusieurs critères sont indicateurs de la présence d'acidose subclinique chez les vaches. En effet, nous avons constaté l'association de divers facteurs de risque de l'ARSA, tels que: les faibles NEC (69%) indiquant un état d'amaigrissement liée à une baisse d'ingestion ou une ingestion irrégulière, le faible nombre de vaches couchées qui ruminent (<50%), la rumination moyenne très faible (45,5%) , le score de remplissage du rumen trop faible (< 3), les rations contenant plus de 45% de concentrés, la quantité élevée de concentrés distribués par repas (>3kg), la présence de résidus de fibres non digérées et de grains non éclatés dans la plupart des matières fécales des vaches, et le manque de fibrosité des rations distribuées. Néanmoins, il est à noter que l'étude présente des limites en raison du nombre limité d'élevages participant à l'investigation (04) car il a été difficile de trouver des élevages qui répondent aux critères de sélection lors de l'étude (5J-150J de lactation). En outre, l'évaluation de l'état corporel est subjective en partie, de plus, le tamisage et le lavage des bouses est une étape très lourde.

En fin, des recommandations peuvent être formulées aux éleveurs afin de prévenir l'apparition de l'ARSA et améliorer les performances de production laitière, à savoir :

- Corriger les pratiques d'alimentation et de conduite de l'élevage pour réduire l'incidence de ce trouble digestif. Il faut, pratiquer une bonne gestion de périodes de transition « tarissement- début de lactation » en :

- Adaptant progressivement l'écosystème ruminal au nouveau régime riche en concentrés
 - Eviter de provoquer de changements brusques des régimes alimentaires. Il est recommandé, pendant la période de transition de 3 semaines, d'augmenter la ration de concentrés par paliers progressifs, à intervalles de 5 à 7 jours.
- Apports réguliers de ration adapter au stade physiologique tout au long de la journée afin d'éviter les fluctuations du pH ruminal.
 - Limiter l'apport de concentrés à moins 45% /MS
 - Limiter l'apport de concentrés à 3kg par repas.
 - Formuler une ration qui comprend une quantité adéquate de fibres alimentaires et de qualité qui devra être apportée par les fourrages.
 - Veiller à ce que les fourrages et l'ensilage soient hachés à la bonne longueur.
 - Rééquilibrer les rations sur le plan minéral et protéo- énergétique
 - Assurer à toutes les vaches un bon confort et l'accès à l'aliment
 - Apporter pour les rations présentant un risque élevé d'acidose un supplément de substances tampons dans le régime (tel que le bicarbonate de sodium à raison de 1 à 2% de la matière sèche ingérée)

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUE

1. **Allen, M. and R. Grant.** Interactions Between Forage and Wet Corn Gluten Feed as Sources of Fiber in Diets for Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci* 83(2). 2000 P: 322-331.
2. **Allen, M.** Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *J Dairy Sci* 80(7) .1997. P:1447-1462.
3. **Aschenbach, J., Fruhwirth, R., Ossowski, S., Huber, J., & Forster, R.** Rumen microbial composition as affected by diet and animal genotype. *Journal of Dairy Science*, 94(12) .2011. P : 5654-5663
4. **Bauman, D. E. and J. M. Griinari.** Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual review of nutrition* 23(1); 2003; P :203-227.
5. **Beauchemin, K., W. Yang, D. Morgavi, G. Ghorbani, W. Kautz, and J. Leedle.** Effects of bacterial direct-fed microbials and yeast on site and extent of digestion, blood chemistry, and subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle. *J Anim Sci* 81(6): 2003a ; P: 1628-1640.
6. **Benbouajili M.** Evaluation génétique des bovins Holstein du domaine agricole Douiet sous le modèle de lactation de référence et le modèle de contrôle individuel. Mémoire 3e cycle Agronomie, IAV Hassan II, Rabat, Maroc. 2006.
7. **Briki , K., Debab, S .** Etude microbiologique de la microflore ruminale des ovins, Méthanogènes et additifs alimentaires. Mémoire en ligne. Université Mohamed Boudiaf, Msila, Algérie. 2009.
8. **Cauty.I. et Perreau.J.M.** La conduite du troupeau laitier. ED. France Agricole, Paris. 2003 P : 288.
9. **Chatel, P.** Diagnostic de l'acidose ruminale subclinique et de la cétose subclinique : création d'un outil d'estimation du risque. Mémoire de Fin d'Etudes. Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage, France. 2013. P :188.
10. **Christian Huyghe | Luc delaby.** Prairie et systèmes fourragers.2013(2ème édition) P :224.
11. **Christine Cuvelier, Isabelle Dufrasne.** Livret de l'agriculture L'ALIMENTATION DE LA VACHE LAITIERE Aliments, calculs de ration, indicateurs d'évaluation des déséquilibres de la ration et pathologies d'origine nutritionnelle. 2005 P :105.
12. **Colman E., Fokkink W.B., Craninx M., Newbold J.R., Baets B.D., Fievez V.** Effect of induction of subacute ruminal acidosis on milk fat profile and rumen parameters. *J. Dairy Sci* 93. 2010 P :4759-4773.
13. **Demarquilly C, Andrieu J et Sauvant D** Composition et valeur nutritive des aliments. In : Alimentation des Ruminants ,INRA Publications Versailles.1978 .P: 469-518.
14. **Dirksen, G.** Rumen acidosis in cattle. *Vet Med Rev Bayer* 2: 1965. P: 98-125.
15. **Dragomir C, Sauvant D, Peyraud J-L, Giger-Reverdin S, Michalet-Doreau B.** MetaAnalysis of 0-8 hours post-prandial kinetics of ruminal pH. *Animal*. 2008 ; P : 37-48.
16. **Edmonson A.J., Lean I.J., Weaver L.D., Farver T., Webster G.** A body condition scoring chart for holstein dairy cows. *J Dairy Sci*. 1989.P: 68-78.

17. **Enemark J.M.D.** The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): A review. *The Veterinary Journal*. 2009, 176, P: 32–43.
18. **Enemark J.M.D.** The monitoring, prevention and treatment of subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *Vet. J.*, 2008, 176, P: 32-43.
19. **Enemark J.M.D., Jørgensen R. J.** Rumen acidosis with special emphasis on diagnostic aspects of subclinical rumen acidosis. 2002.20 (42), P: 16-29.
20. **Enjalbert F.** Assessment of nutritional adequacy in dairy cows through diet characteristics and animal responses. In: *World Buiatrics Congress, Nice, 2006*. P :180-190
21. **Enjalbert, F., Y. Videau, M.-C. Nicot, and A. Troegeler-Meynadier.** Effects of induced subacute ruminal acidosis on milk fat content and milk fatty acid profile. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2008. 92(3). P :284-291.
22. **Garry, F.** Indigestion in ruminants in *Large Animal Internal Medicine*, B. P. Smith, ed, Mosby, St Louis and Baltimore.2002. P: 722-747
23. **Gozho, G., D. O. Krause, and J. C. Plaizier.** 2007. Ruminal lipopolysaccharide concentration and inflammatory response during grain induced subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J Dairy Sci* .2002. 90(2). P :856-866.
24. **Hungate, RE.** The rumen and its microbes. Academic Press. 1966. P: 533
25. **Jenkins, TC., Wallace, RJ., Moate, PJ., Mosley.** Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *J Anim Sci . EE* (2008) .86. P : 397-412
26. **Jouany, JP.** Les fermentations dans le rumen et leur optimisation. *INRA Productions animales*. <https://www6.inra.fr/productions-animales/>.1994. P : 207-225.
27. **Kamra, D. N.** The role of the rumen microbial ecosystem in digestion and nutrient supply to the host animal (Publication: *Journal of Animal Science*). 2005. 83(8), P: 1616-1634. DOI : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6140983/>
28. **Khafipour, E., D. O. Krause, and J. C. Plaizier.** A grain-based subacute ruminal acidosis challenge causes translocation of lipopolysaccharide and triggers inflammation. *J Dairy Sci* 92(3) 2009b. P : 1060-1070
29. **Kleen J.L, Hooijer G.A, Rehage J, Noordhuizen J.P.** Subacute ruminal acidosis in Dutch dairy herds. *Vet. Rec.* 2009,164. P: 681-684.
30. **Kleen, C., Cannizzo.** Incidence, prevalence and impact of SARA in dairy herds. *Animal Feed Science and Technology*.2012. 172. P : 4-8.
31. **Kleen, J.L., Hooijer, G.A., Rehage, J., Noordhuizen, J.P.** Subacute ruminal acidosis (SARA), a review. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med*, 50 .2003. P: 406-414.
32. **Krause K.M., Oetzel G.R.** Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 126. 2006. P : 215-236.
33. **Krause K.M, Oetzel G.R.** Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2006, 126, P: 215-236.
34. **Krause, K., D. K. Combs, and K. A. Beauchemin.** Effects of Forage Particle Size and Grain Fermentability in Midlactation Cows. I. Milk Production and Diet Digestibility. *J Dairy Sci*. 2002b. 85(8). P :1936-1946.

35. **Lessire F, Rollin F.** L'acidose subaigüe du rumen : une pathologie encore méconnue. Annales de Médecine Vétérinaire, sous presse.
36. **Lessire F. Le Protiwanze.** une alternative économique aux tourteaux de soja et de colza dans l'alimentation des vaches laitières. Wallonie Elevages, 2012. 12.P : 36-39.
37. **M. Vermorel, J.B. Coulon.** Alimentation des vaches laitières : Comparaison des systèmes d'alimentation énergétique. INRA Productions animales, 1992, 5 (4), P : .289-298.
38. **Marguet, C.** Etude épidémiologique de l'acidose ruminale subaigüe dans les élevages bovins laitiers français : prévalence, persistance et lien avec la production laitière. Thèse de Doctorat. ONIRIS-Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation, Nantes Atlantique. 2015.
39. **Martin, C., L. Brossard, and M. Doreau.** Mécanismes d'apparition de l'acidose latente et conséquences physiopathologiques et zootechniques. INRA Productions Animales 2006. 19(2). P :93-108.
40. **Meissner, S., F. Hagen, C. Deiner, D. Günzel, G. Greco, Z. Shen, and J. R. Aschenbach.** Key role of short-chain fatty acids in epithelial barrier failure during ruminal acidosis. J Dairy Sci. 2017.
41. **Meschy, F.** « Alimentation minérale et vitaminique des ruminants : actualisation des connaissances », Productions animales, Institut National de la Recherche Agronomique, 2007, 20 (2): 119-128.
42. **Morgante, M.** Digestive disturbances and metabolic-nutritional disorders. In G. Pulina, & R. Bencini, Dairy Sheep Nutrition. UK : CAB International, Oxfordshire.2004 . P :165-191.
43. **Mulligan F.T., O'grady, Rice D.A, Doherty M.L.** A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. Anim. Reprod. Sci., 2006, 96. P: 331-353.
44. **Mulligan, F.J., Doherty, M.L.** Production diseases of the transition cow. The Veterinary Journal, 2008. 176 (1). P : 3-9.
45. **Nagaraja, T. and M. Chengappa.** Liver abscesses in feedlot cattle: a review. J Anim Sci .1998.76(1).P: 287-298.
46. **Nelson, A. and M. Cattell.** Culling and laminitis: Real herds, real cows, real deaths. Bovine Practitioner .2001.35(1). P: 42-46.
47. **Nocek, J.** Bovine acidosis: implications on laminitis. J Dairy Sci .1997. 80(5).P :1005-1028.
48. **Nordlund, K., E. F. Garrett, and G. R. Oetzel.** Herd-based rumenocentesis-a clinical approach to the diagnosis of sub-acute rumen acidosis. 1995.
49. **O'Grady, L., M. L. Doherty, and F. J. Mulligan.** Subacute ruminal acidosis (SARA) in grazing Irish dairy cows. The Veterinary Journal .2008.176(1)P: 44-49.
50. **Oba, M. and M. Allen.** Effects of corn grain conservation method on feeding behavior and productivity of lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. J Dairy Sci . 2003.86(1). P:174-183.

51. **Oetzel G.R.** Herd-Level Ketosis – Diagnosis and Risk Factors. Preconference seminar 7C: Dairy Herd Problem Investigation Strategies: Transition Cow Troubleshooting. Vancouver, Canada. 40th Annual Conference, 2007 September 19. P: 67-91.
52. **Oetzel, G.** Management of dry cows for the prevention of milk fever and other mineral disorders. The Veterinary clinics of North America. Food animal practice .2000. 16(2). P: 369-386, vii.
53. **Owens F.N., Secrist D.S, Hill W.J, Gill D.R.** Acidosis in cattle: a review. J. Anim. Sci. 1998. 76. P : 275-286..
54. **Peyraud J.-L., Apper-Brossard E.** L'acidose latente chez la vache laitière. INRA Productions Animales, 2006.19 (2). P : 79-92.
55. **Plaizier J.C., Li S., Krause D.O.** Diagnosis of subacute ruminal acidosis (SARA) on-farm by analyzing bacterial toxins in the feces. Proceedings of the Western Canadian Dairy Seminar Advances in Dairy Technology. 2009. Volume 21, Abstract, p 371.
56. **Raboisson, D., Derville, M., Herman, N., Cahuzac, E., Sans, P., Allaire, G.** Herd-level and territorial-level factors influencing average herd somatic cell count in France in 2005 and 2006. Journal of Dairy Research, 2012. 79(3). P : 324-332.
57. **Roger wolter, Andrew ponter.** Alimentation de la vache laitière Élevage bovin - 2013 (4ème édition).P : 194 .
58. **Russell, JB.** Rumen Microbiology and Its Role in Ruminant Nutrition. Ithaca. 2002.
59. **Sauvant D., Peyraud J.-L.** Calculs de ration et évaluation du risque d'acidose. INRA Productions Animales. 2010. 23 (4). P : 333-342.
60. **Sauvant, D. and D. Mertens.** Empirical modeling of ruminal pH from dietary NDF and mean particle size. J. Dairy Sci. 2001.84. P:198-199.
61. **Sauvant, D., F. Meschy, and D. Mertens.** Les composantes de l'acidose ruminale et les effets acidogènes des rations. INRA Productions animales. 1999. 12. P : 49-60.
62. **Shaver R.D.** Rumen acidosis in dairy cattle: bunk management considerations. In : Proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants, Orlando, 2002. P: 75-81.
63. **Stone, W.** Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis indairy cattle. Journal of Dairy Science 87:E13-E26 . P: 2004.
64. **Tiret, L.** Physiologie de la digestion. Polycopié, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort,Unité Pédagogique de Physiologie et Thérapeutique. 2001. P : 69.
65. **Vagneur M.** Acidose ruminale sub-aiguë : Facteurs de risques zootechniques et moyens de prévention. Bulletin des GTV. 2007. 41.P : 35-40.
66. **Van Zwieten, JT., van Vuuren, AM., Dijkstra, J.** Effect of nylon bag and protozoa on in vitro corn starch disappearance. J Dairy Sci . 2008. 91. P : 1133-1139.
67. **Weimer, P. J.** How animals use their digestive systems: A model for the future. In Ruminant physiology. Springer, Boston, MA. 1996. P : 435-463.
68. **Zaaijer D., Kramer W., Noordhuizen J.P.T.M.** Dairy cow monitoring in relation to fertility performance: Scoring cards. Ir. Vet. J. 2001

BOUKHELKHAL Adel

CHENAFI Amar

Université de Blida- 1 / Institut des Sciences Vétérinaires

Promoteur : Dr GHARBI I

THEME:

Enquête sur l'acidose ruminale subaigüe chez les vaches laitières

Résumé :

L'acidose ruminale subaiguë (ARSA) est une maladie métabolique fréquente chez les vaches laitières, qui survient principalement pendant la période de transition alimentaire et entraîne des pertes économiques importantes. Les principaux objectifs de cette étude ont été : (1) d'enquêter sur les conditions générales de production laitière en mettant l'accent sur les pratiques alimentaires (2) Identifier les indicateurs mesurables en élevage bovin laitier permettant d'estimer de manière optimale le risque de développer l'Acidose Ruminale Subaiguë.

L'étude a été réalisée sur quarante-deux vaches laitières provenant de 04 élevages situés dans la région de Blida. Dans un premier temps, il a été effectué une collecte des informations relatives aux caractéristiques des élevages, vaches sélectionnées et à la conduite alimentaire. Par la suite, nous avons pris des mesures et observé des critères : la note d'état corporel (NEC), la rumination, le score de remplissage du rumen, le tamisage de la ration et des bouses, et le calcul de la ration distribuée.

Les résultats montrent l'association de divers facteurs de risque de l'ARSA, comme: les faibles NEC (69%) indiquant un état d'amaigrissement qui semble être liée à une baisse d'ingestion ou une ingestion irrégulière, un faible nombre de vaches couchées qui ruminent (< 3), une rumination moyenne faible (45,5%), des rations alimentaires contenant plus de 45% de concentrés/matière sèche, une distribution d'une quantité élevée de concentrés par repas ($> 3\text{kg}$), la présence de résidus de fibres non digérées et de grains non éclatés dans la plupart des matières fécales des vaches, et le manque de fibrosité des rations tamisées.

En fin, l'utilisation de plusieurs critères combinés comme outil d'estimation des facteurs de risque de l'ARSA semble intéressante, néanmoins il est indispensable d'effectuer des travaux supplémentaires afin de mettre en œuvre cet outil de diagnostic.

Mots clés : *Diagnostic, acidose ruminale, subclinique, facteurs de risque, vache laitière.*