

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



جامعة ابن خلدون تيارت
UNIVERSITE IBN KHALDOUN TIARET
معهد علوم البيطرية
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
قسم الصحة الحيوانية
DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master
complémentaire

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Vétérinaires

Présenté par :

- OTSMANE Mamar
- BENMEHIDI Bouthyna

Thème :

**Influence de l'état corporel sur les paramètres
de reproduction chez les vaches laitières**

Jury :

Président : ADNANE.M

Encadreur : OULD ALIA

Examineur : AKERMI. A

Grade :

MCA

MAA

MAA

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

En premier lieu, On remercie le bon Dieu le tout puissant de nous avoir donné la patience, la volonté et la force nécessaire pour terminer ce travail.

*On tient à remercier tout particulièrement notre encadreur **OULD ALI**, d'avoir confié ce travail et de l'avoir corrigé avec simplicité et objectivité, qu'il trouve ici l'expression de nos respects et reconnaissances.*

J'adresse mes vifs remerciements aux membres de jury, Docteur AKERMI, et Docteur ADNANE d'avoir accepté d'examiner et corriger mon travail.

Je voudrai remercier aussi toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à nos recherches

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents qui m'ont éclairé le
Chemin de la vie par leur amour et leur grand soutien et leurs
Encouragements et les énormes sacrifices qu'ils m'ont
Consentis durant mes études. Je les remercie pour tout ce
Qu'ils m'ont fait

À mon frère *ilyes* et sa petite famille, et mes chères sœurs (*Sanaa, Asmaa,*
et *Samah*), Pour ses soutiens moral, leur amour et les conseils précieux
tout au long de mes études, que Dieu les bénisse

À *mohamed Hamadouche* et mes neveux (*Amir, islam* et *Alice*)

A ma tante, son mari *mohamed* et ses enfants (*hanine, bachir, karim, et idriss*)

A toutes les personnes de ma grande famille

A mes chères amis (*krimo, Noureddin, krimo, Mahfoud, Samir,*
hakim, amine, Omar....)

A mon chère cousin (*Abdelkader*) pour leur soutien moral

A *belkiss* qui m'a aidé et supporté dans les moments difficiles

A *Ines* pour son aide précieuse

A toutes mes collègues

M.A.M.A.R

Dédicaces

En premier lieu, je tiens à remercier mon bon Dieu qui m'a donné la force pour terminer ce travail.

Je dédie ce travail spécialement pour mon père que Dieu bénisse son âme et plus particulièrement pour ma mère que le Dieu la garde pour moi...qu'ils trouvent ici toutes mes reconnaissances.

À toutes les personnes que j'aime en générale, et à mon frère et ma sœur en particulier...

BOUTHYNA

Résumé

L'influence de l'état corporel sur la reproduction de la vache laitière constituant une part importante dans la reproduction bovine.

L'objectif de ce travail consiste à faire une étude bibliographique sur les modifications physiologiques qui influencent les paramètres de la reproduction des vaches laitières à différents stades, afin de maintenir un bon rendu de reproduction qui joue un rôle primordial pour la rentabilité économique de l'élevage, et cela en présentant la notation et physiologie de l'état corporel des vaches laitières. La méthode de notation de l'état corporel est présentée comme un outil zootechnique fiable et pratique pour l'évaluation de la balance énergétique des femelles reproductrices.

Mots-clés : L'influence, état corporel, reproduction.

ملخص

يشكل تأثير حالة الجسم على تكاثر البقرة الحلوب جزءاً مهماً في تكاثر الأبقار. يتمثل الهدف من هذا العمل في إجراء دراسة ببليوغرافية عن التعديلات الفسيولوجية التي تؤثر على معلمات التكاثر للأبقار الحلوب في مراحل مختلفة، من أجل الحفاظ على تقديم تكاثر جيد يلعب دوراً أساسياً في الربحية الاقتصادية للأبقار التربوية، وذلك من خلال عرض الترميز وعلم وظائف الأعضاء لحالة جسم الأبقار الحلوب. يتم تقديم طريقة قياس حالة الجسم كأداة موثوقة وعملية في تربية الحيوانات لتقييم توازن الطاقة للإناث المتكاثرة.

الكلمات المفتاحية : تأثير؛ حالة الجسم؛ التكاثر.

Abstract

The influence of body condition on the reproduction of the dairy cow constituting an important part in bovine reproduction.

The objective of this work consists in carrying out a bibliographical study on the physiological modifications which influence the parameters of reproduction of dairy cows at different stages, in order to maintain a good reproduction rendering which plays an essential role for the economic profitability of the breeding, and this by presenting the notation and physiology of the body condition of dairy cows. The body condition scoring method is presented as a reliable and practical zootechnical tool for the assessment of the energy balance of breeding female.

Keywords: Influence, bodily condition, reproduction.

Sommaire

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION..... 1

Etude bibliographique

Chapitre I

Notation et physiologie de l'état corporel chez la vache laitière

I.1. Méthode de notation de l'état corporel chez la vache laitière	2
I.1.1. Définition de la note d'état corporel	2
I.1.2. Echelle de notation	2
I.1.2.1. Echelle de notation de 1 à 9.....	3
I.1.2.2. Echelle de notation d'Edmonson de 1 à 5.....	5
I.1.2.2.1. Note 1 : vache très maigre	5
I.1.2.2.2. Note 2 : vache maigre.....	5
I.1.2.2.3. Note 3 : vache normal.....	6
I.1.2.2.4. Note 4 : vache grasse	6
I.1.2.2.4. Note 5 : vache très grasse	7
I.1.2.3. Echelle de notation de Ferguson.....	7
I.1.3. Intérêt de la notation de l'état corporel.....	9
I.1.3.1. Représentativité du statut énergétique de l'animal.....	9
I.1.3.2. Fiabilité de la méthode.....	9
I.1.3.3. Autres intérêts zootechniques	9
I.1.4. Qualité de la notation.....	9
I.1.4.1. Reproductibilité et répétabilité.....	9
I.1.4.2. Commodité.....	10
I.1.4.3. Rapidité	10
I.1.4.4. Coût.....	10
I.1.5. Exécution de la notation	10
I.1.5.2. Suivi	10
I.1.6. Les facteurs de variation de la note d'état corporel.....	11
I.1.6.1. Race.....	11
I.1.6.2. Numéro de lactation	11
I.1.6.3. Génétique	11
I.1.6.4. Saison de vêlage	11
I.1.6.5. Alimentation	12
I.2. Eléments de physiologie de la reproduction chez la vache laitière.....	12
I.2.1. Le cycle œstral de la vache.....	12
I.2.1.1. Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache.....	13

I.2.1.2. Régulation hormonale du cycle sexuel chez la vache	13
I.2.2. Physiologie reproductrice postpartum de la vache laitière	13
I.2.2.1. Péri-partum et postpartum immédiat.....	13
I.2.2.2. Reprise d'activité sexuelle après le vêlage.....	14
I.2.3. Fertilité et objectifs de reproduction en élevage bovin laitier.....	14
I.2.3.1. Notion de fertilité: application en élevage bovin laitier.	14
I.2.3.2. Objectifs standards pour la reproduction des vaches laitières	14

Chapitre II

Paramètres influençant les performances de la reproduction

II.1. Paramètres individuels	15
II.1.1. Production laitière	15
II.1.2. L'âge.....	15
II.1.3. Génétique	16
II.1.4. Vêlage et la période périnatale	16
II.1.5. Involution utérine.	17
II.1.6. Activité ovarienne au cours du post-partum	17
II.2. Paramètres pathologiques.....	17
II. 3. Paramètres liés au troupeau.....	18
II 3.1. Nutrition.....	18
II.3.2. Politique d'insémination post-partum.....	19
II.3.3. Détection des chaleurs.....	19
II.3.4. Moment et la technique d'insémination	19
II.3.5. Diagnostic de gestation.	20
II.3.6. Type de stabulation	20
II.3.7. Taille du troupeau	20
II.3.8. Autres facteurs d'environnement	20
II.3.4. Moment et la technique d'insémination	19
II.3.5. Diagnostic de gestation.	20
II.3.6. Type de stabulation	20
II.3.7. Taille du troupeau	20
II.3.8. Autres facteurs d'environnement	20

Chapitre III

Relation entre l'état corporel et les paramètres de la reproduction

III.1. Influence de la note d'état sur la reprise de cyclicité en post-partum	22
III.1.1. Reprise D'activité Sexuelle En Post-Partum	22
III.1.1. Rétablissement de l'activité hormonale.....	22
III.1.1.2. Rétablissement de l'activité ovarienne.....	22
III.1.1.3. La lutéolyse.....	22
III.1.2. Les anomalies de reprise de cyclicité	23
III.1.2.1. Reprise d'activité différée	23

III.1.2.2. Cessation d'activité après une première ovulation	23
III.1.2.3. Phase lutéale prolongée.....	23
III.1.2.4. Phase lutéale courte.....	23
III.1.2.5. Profils irréguliers	23
III.1.2.3. Kystes	24
III.1.2.3.1. Définition.....	24
III.1.2.3.2. Effet de l'alimentation	24
III.1.2.3.3. Physiopathogénie	24
III.1.3. Note d'état corporel et œstrus	24
III.1.3.1. L'expression des chaleurs	24
III.1.3.1.1. Détecter: une étape cruciale pour l'éleveur	24
III.1.3.1.2. Exprimer: collaboration de la vache?	25
III.1.3.1.3. Recommandations pour l'éleveur.....	25
III.1.3.2. Influence de la cyclicité	26
III.1.3.3. Relation note d'état/détection/expression des chaleurs?.....	26
III.2. Note d'état Corporel Et Fertilité/Fécondité	26
III.2.1. Mesure des paramètres de fertilité/fécondité	26
III.2.1.1. Définitions	26
III.2.1.2. Paramètres de fertilité/fécondité.....	27
III.2.1.3. Objectifs de reproduction.....	28
III.2.2. Impact de la note d'état corporel sur ces variables	29
III 2.2.1. Relation entre la note d'état à un instant précis et fertilité/fécondité	29
III 2.2.1.1. Note d'état corporel au vêlage.....	29
III 2.2.1.2. Note d'état corporel à la première IA	29
III.2.2.2. Relation entre la perte d'état en post-partum et fertilité/fécondité.....	30
III.2.2.3. Relation entre note d'état corporel et mortalité embryonnaire.....	30
III.2.2. Note d'état corporel et avortement.....	30
III.3. Note d'état corporel, vêlage et post-partum	30
III.3.1. Mise bas.....	30
III.3.1.1. Etat corporel au vêlage.....	30
III.3.1.2. Mise bas dystocique.....	31
III.3.1.2. Relation note d'état corporel et dystocie	31
III.3.2. Retention placentaire	32
III.3.3. Métrites.....	32
Conclusion	34
Références bibliographiques.....	35

LISTE DES ABREVIATIONS

FSH: Hormone Folliculostimulante

GnRH: Gonadotropin-Releasing Hormone

IA: Insémination Artificielle

IAF: Insémination Artificielle Fécondante

LH: Hormone lutéinisante

Nb: Nombre

NEC: Note d'état corporel

PGF2a: Prostaglandine

TRIA: Taux de réussite à l'insémination Artificielle

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°01 : Grille d'évaluation des notes d'état corporel.....	4
Tableau n°02 : Définition des variables intéressant la fertilité et la fécondité chez la vache laitière.....	28
Tableau n°03 : Objectifs standards pour la reproduction des vaches laitières.....	29

LISTE DES FIGURES

Figure n°01 : Zone de notation de la NEC, avant et arrière	3
Figure n°02 : Note 1 en vu arrière.....	5
Figure n°03 : Note 2 en vu arrière.....	5
Figure n°04 : Note 3 en vu arrière.....	6
Figure n°05 : Note 4 en vu arrière.....	6
Figure n°06 : Note 5 en vu arrière.....	7
Figure n°07 : Lignes formant un V et U	7
Figure n°08 : Vue de derrière des ischions et hanches.....	8
Figure n°09 : Vue de derrière de ligament sacro-tubéral et crête iliaque	8

Introduction générale

INTRODUCTION

La durabilité du système mondial de production bovine est actuellement l'une des questions les plus débattues en matière de production alimentaire. Le bétail ruminant fournit des aliments d'origine animale de haute qualité en conjonction avec une myriade d'avantages économiques et sociaux associés pour les communautés du monde entier **(Peter, 2015)**.

L'élevage bovin assure une bonne partie de l'alimentation humaine et constitue par la même une source de rentabilité pour les producteurs, par voie de conséquence le temps improductif doit être réduit au maximum en diminuant la période de vie non productive de l'animal. Un objectif de dix mois de lactation et un veau par vache et par an devrait être atteint, ce niveau de rentabilité est conditionné par un diagnostic des performances de la reproduction du cheptel en s'appuyant sur des critères objectifs d'évaluation **(Bouzebda et al, 2003)**.

La réussite de la reproduction est primordiale pour la rentabilité économique de l'élevage, elle constitue un préalable indispensable à toute production. Alors que la sélection génétique intense a permis une progression spectaculaire du niveau de la production laitière **(Bosio, 2006)**.

Les systèmes d'appréciation des réserves d'énergie stockées chez les bovins laitiers ont été introduits dans les années 1970. Il existe des corrélations négatives entre l'état d'embonpoint et la reproduction et on assiste depuis quelques temps à une chute des paramètres de fertilité et de fécondité **(Latreche, 2017)**.

Les origines probables d'échec sont régulièrement expliquées par la difficulté de maîtrise du post-partum. Cette période est à risque pour la vache qui voit sa production laitière croître chaque jour et de la même façon ses besoins énergétiques alors que d'une part l'alimentation, aussi bien gérée soit-elle, ne peut subvenir à ces besoins et que d'autre part, cette période correspond à celle de la mise à la reproduction **(Froment, 2007)**.

En effet, la dégradation des performances de reproduction en élevage laitier est devenue la source de développement des nouvelles techniques permettant d'en appréhender les facteurs de risque. Dans ce contexte, notre travail consiste à une étude bibliographique de l'influence de l'état corporel sur les paramètres de la reproduction chez la vache laitière.

*Etude
bibliographique*

Chapitre I

*Notation et physiologie de
l'état corporel chez la vache
laitière*

I.1. Méthode de notation de l'état corporel chez la vache laitière

I.1.1. Définition de la note d'état corporel

La notation de l'état corporel permet d'apprécier indirectement le statut énergétique d'un animal, par l'évaluation de son état d'engraissement superficiel. Cette méthode couramment employée à l'avantage d'être peu coûteuse en investissement et en temps. Sa fiabilité reste supérieure à celle de la pesée de l'animal, sujette à des variations suivant le poids des réservoirs digestifs et de l'utérus, mais aussi la production laitière (**Bosio, 2006**).

Ainsi, la notation de l'état corporel apparaît comme un moyen intéressant pour l'estimation de la quantité d'énergie métabolisable, stockée dans la graisse et les muscles, et de la mobilisation des réserves tissulaires. Elle est de plus en plus utilisée dans les exploitations bovines pour contrôler l'adéquation entre les apports et les besoins nutritionnels (**Bosio, 2006**).

Les variations annuelles de poids vif, qui peuvent atteindre 18% du poids moyen, ne reflètent qu'imparfaitement celles des réserves corporelles, du fait des variations du contenu digestif (jusqu'à 6% de perte de poids vif à la mise à l'herbe et du contenu utérin (1,4 à 1,7 fois le poids du veau) (**Agabriel et Petit, 1993**).

I.1.2. Echelle de notation

La note d'état corporel est attribuée à l'animal sur la base de l'apparence des tissus recouvrant des proéminences osseuses des régions lombaire et caudale. Plus précisément, les zones anatomiques évaluées comprennent les processus transverses et épineux des vertèbres lombaires, les tubérosités iliaques (pointe de la hanche) et ischiatiques (pointe de la fesse), le détroit caudal, la base de la queue et la ligne du dos. La couverture tissulaire peut être estimée par la palpation et/ou l'inspection visuelle (**Bosio, 2006**).

Indépendamment de l'échelle utilisée, les valeurs faibles reflètent un état d'émaciation et les valeurs élevées sont assimilées à un état d'obésité. Il existe différentes échelles de notation de 0 à 5 (Royaume Uni), de 1 à 5 et (Etats-Unis), de 1 à 8 (Australie), de 1 à 10 (Nouvelle-Zélande), mais le système le plus couramment utilisé pour les vaches laitières est l'échelle de 1 à 5 avec 1 pour une vache émaciée, 2 mince, 3 moyenne, 4 grasse, 5 obèses. Il est courant de diviser la gamme en incrément de 0.25 ou 0.50 point (**Abdessemed et Bennaceur, 2016**).

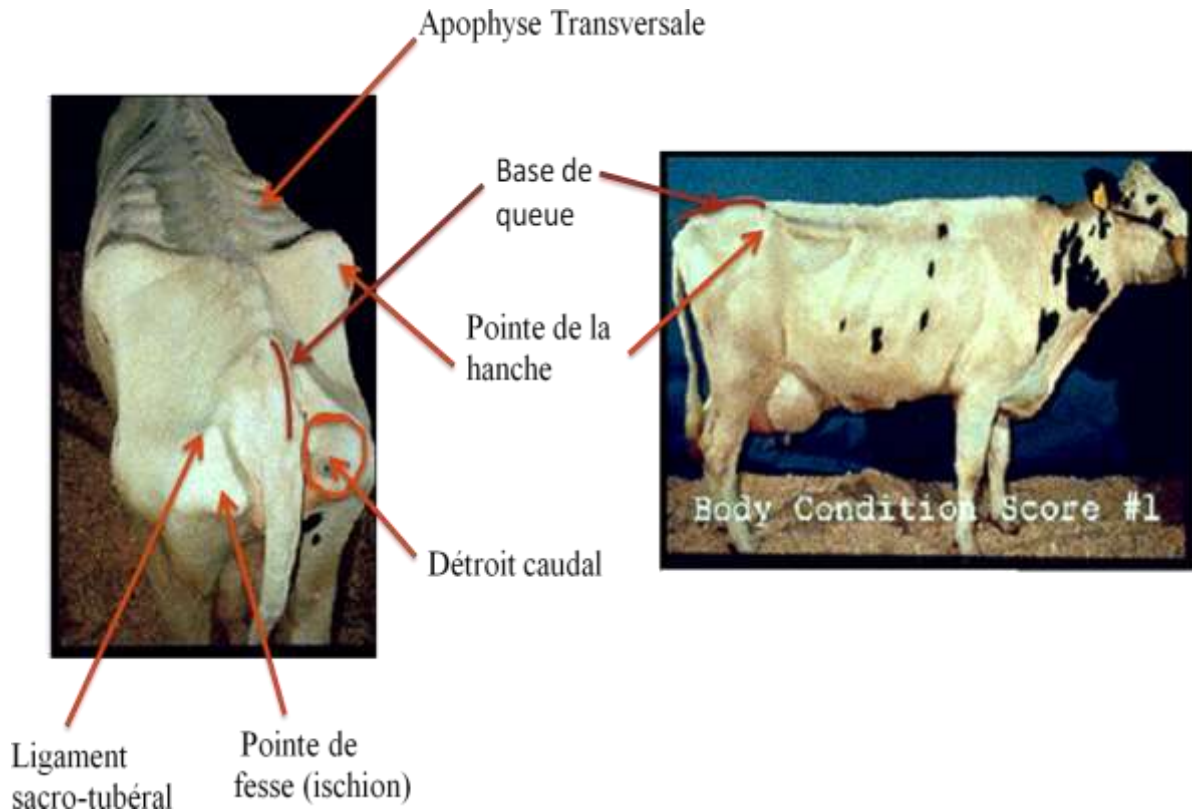


Figure n°01 : Zone de notation de la NEC, avant et arrière (Elanco, 1996).

I.1.2.1. Echelle de notation de 1 à 9

Cette méthode est basée sur une échelle de 1 à 9, avec une note de 1 pour une vache cachectique (très mince) et 9 pour une vache très grasse, elle est présentée dans le tableau ci-dessous:

Condition	Note	Description
Mince	1	Très émaciée, toutes les côtes et structures osseuses facilement visibles. Physiquement faible.
	2	Émacié, semblable à 1 (ci-dessus), mais pas affaibli. Peu de tissu musculaire visible.
	3	Très mince, pas de gras sur les côtes ou poitrine, et certain muscles restent visibles et le dos facilement visible.
Limite	4	Mince, avec des côtes bien visibles mais les épaules et l'arrière train montrent une musculature nette et l'épine dorsale visible.
Optimale	5	Modérée à mince, les deux ou trois dernières côtes peuvent être visibles. Faible évidence de graisse sur la poitrine, sur les côtes et autour de la base de la queue.
	6	Apparence globale lisse, certains dépôts de graisse sur la poitrine et la base de la queue. Les côtes couvertes et le dos apparaît rond.
	7	Très bon état d'embonpoint, poitrine pleine, la base de la queue montre des poches de gras et le dos semble carré à cause du gras avec des côtes très lisses.
Grasse	8	Obèse, dos très carré, poitrine développée, grosses poches de gras autour de la base de la queue, et la vache a une apparence carrée à cause d'un excès de graisse. Cou épais et court.
	9	Rarement vu. Très obèse. Description de 8 exagérée à l'extrême. Gros dépôts de graisse sur la mamelle.

Tableau n°01 : Grille d'évaluation des notes d'état corporel selon (Whittier et al, 1993).

I.1.2.2. Echelle de notation d'Edmonson de 1 à 5

Selon une grille de notation établie par Edmonson et al (1989), chaque critère anatomique se voit attribuer par un observateur une note de 1 à 5, de 1 pour vache maigre à 5 pour vache très grasse (**Abdessemed et Bennaceur, 2016**).

I.1.2.2.1. Note 1 : vache très maigre

Apophyses transverses très saillantes, les points des hanches et les vertèbres visibles, détroit caudal profond et le ligament sacro-tubérale en lame (**Abdessemed et Bennaceur, 2016**).



Figure n°02 : Note 1 en vu arrière (Elanco, 1996).

I.1.2.2.2. Note 2 : vache maigre

Le d'étréit caudal peu profond mais pointes des fesses saillantes, Les apophyses transverses peuvent être identifiées individuellement, leurs extrémités sont arrondies (**Abdessemed et Bennaceur, 2016**).



Figure n°03 : Note 2 en vu arrière (Elanco, 1996).

I.1.2.2.3. Note 3 : vache normal

Attache de la queue un dépôt adipeux recouvre toute la zone et la peau est lisse, les hanches sont perceptibles à la palpation. Tandis que Les apophyses transverses sont discernables au toucher (**Abdessemed et Bennaceur, 2016**).



Figure n°04 : Note 3 en vu arrière (Elanco, 1996).

I.1.2.2.4. Note 4 : vache grasse

Attache de la queue complètement entouré de graisse mais proéminente. Les apophyses transverses ne peuvent pas être senties mais les hanches sont perceptibles (**Abdessemed et Bennaceur, 2016**).



Figure n°05 : Note 4 en vu arrière (Elanco, 1996).

I.1.2.2.4. Note 5 : vache très grasse

La base de la queue est enterrée dans l'épaisse couche de tissu de gras. Les os du bassin ne peuvent jamais se faire sentir avec une pression ferme. Epine dorsale invisible (dos plat) (Abdessemed et Bennaceur, 2016).



Figure n°06 : Note 5 en vu arrière (Elanco, 1996).

I.1.2.3. Echelle de notation de Ferguson

Une autre méthode d'évaluation de la condition physique basée sur des critères uniques a été mise en place par Ferguson. La note de l'état corporel peut être simplifiée en utilisant les principales descriptions des changements uniques pour chaque classe de note. Les régions décrites sont: la croupe, les tubérosités ischiatique et iléale, les ligaments sacro-tubérale, les apophyses transverses et épineuses des vertèbres lombaires (Abdessemed et Bennaceur, 2016).



V : Ligne formant un V BCS ≤ 3 .

Ou



U: Ligne formant un croissant

U ouvert BCS $\geq 3,25$.

Figure n°07 : Lignes formant un V et U (Elanco, 1996).

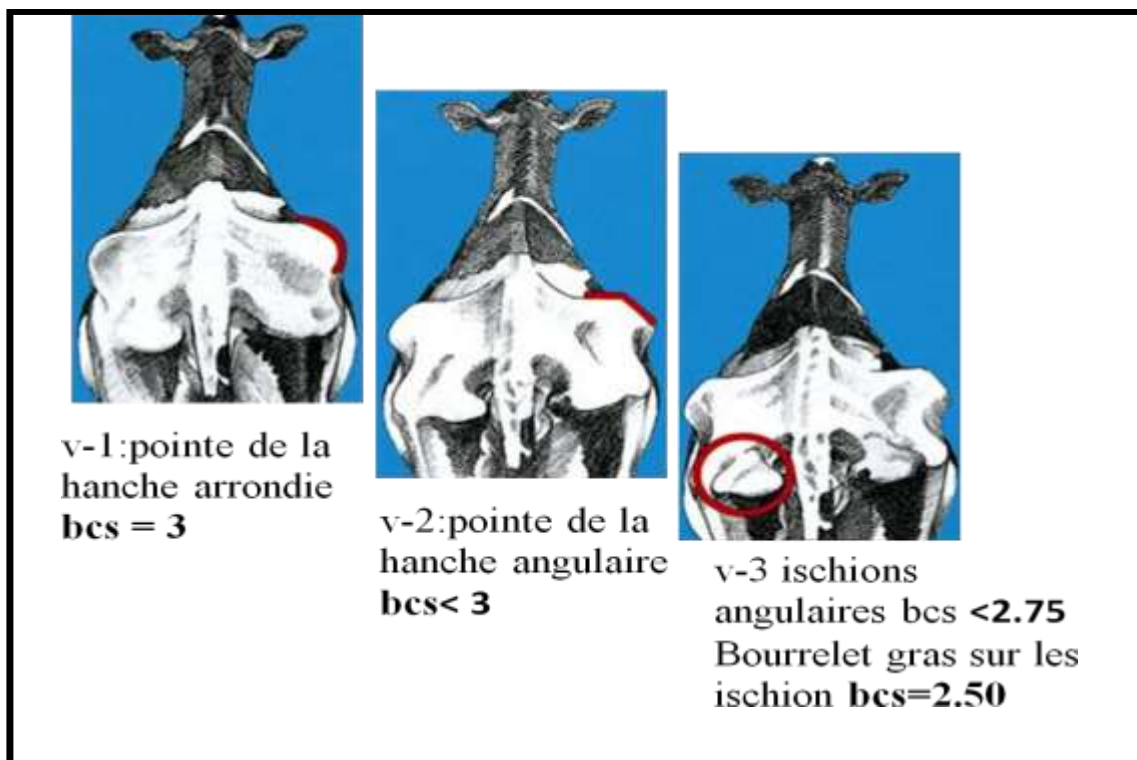


Figure n°08 : Vue de derrière des ischions et hanches (Elanco, 1996).

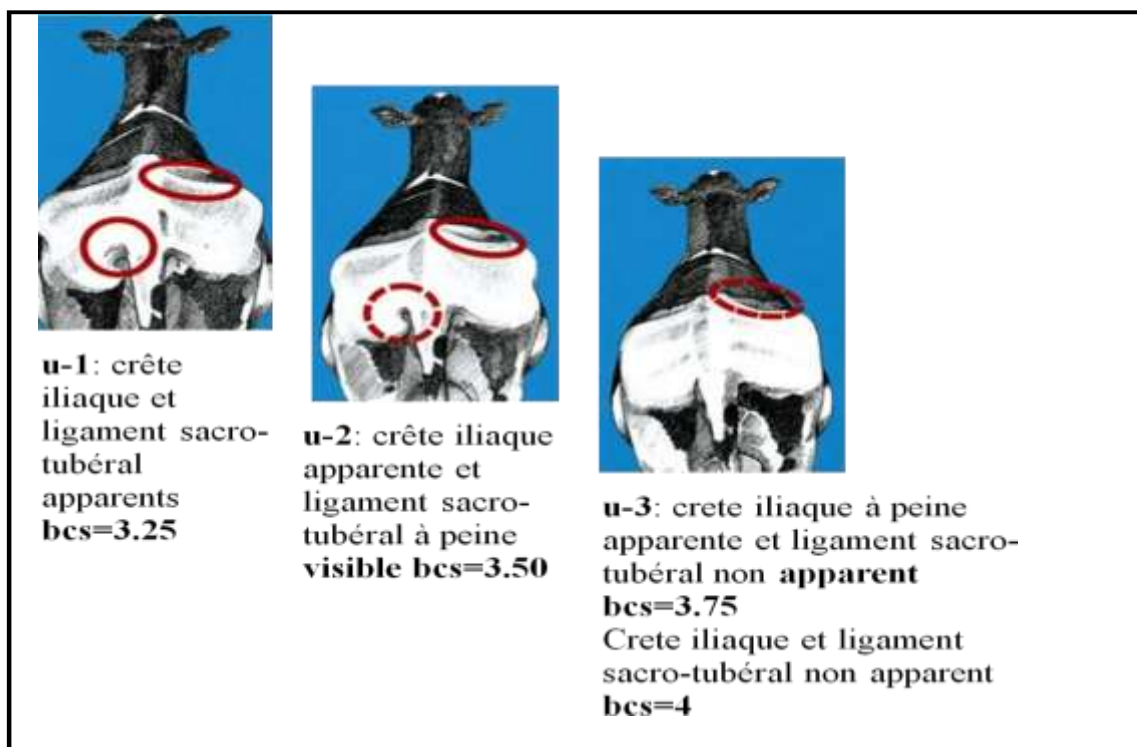


Figure n°09 : Vue de derrière de ligament sacro-tubéral et crête iliaque (Elanco, 1996).

I.1.3. Intérêt de la notation de l'état corporel

I.1.3.1. Représentativité du statut énergétique de l'animal

Bien que subjective, la méthode de notation de l'état corporel chez la vache peut toutefois être corrélée à d'autres mesures, objectives celles-ci, comme le poids vif ou la composition des tissus corporels. La note d'état corporel reflète l'épaisseur de la graisse sous-cutanée.

Une corrélation positive a également été démontrée entre la note d'état corporel chez la vache et la lipomobilisation, mais aussi avec la balance énergétique négative cumulée. Une variation d'un point de la note d'état corporel représente environ 56 kg de variation de poids corporel et 400 Mcal d'énergie nette, sur une échelle de score de 1 à 5 (**Bosio, 2006**).

I.1.3.2. Fiabilité de la méthode

La notation de l'état corporel apparaît comme une méthode répétable mais également reproductible: une corrélation de 82 % entre les notes attribuées à un animal par le même observateur, et de 79 % entre les notes accordées par les observateurs lors d'un même test ont été rapportées. Environ 90 % des notations entre 2 observateurs ne diffèrent que de 0,25 point. D'autre part, il semble que l'utilisation de grilles sous forme de diagramme permet à un observateur débutant d'évaluer la note d'état corporel avec la même précision qu'un initié (**Bosio, 2006**).

I.1.3.3. Autres intérêts zootechniques

La notation de l'état corporel peut constituer un outil diagnostique intéressant dans l'évaluation de l'adéquation entre les apports et les besoins d'énergie. L'observation et le suivi de l'état corporel d'un troupeau au cours de la lactation permettent une meilleure gestion de la conduite alimentaire, notamment par une correction de la ration si nécessaire.

D'autre part, la note d'état elle-même ou ses variations sont associées à des troubles sanitaires nombreux comme des boiteries, des troubles métaboliques (cétose, fièvre de lait) et de nombreux troubles de la reproduction: métrites, kystes ovariens, dystocies, rétentions placentaires et baisse de fertilité... (**Bosio, 2006**).

I.1.4. Qualité de la notation

I.1.4.1. Reproductibilité et répétabilité

La méthode de notation est subjective, mais reste une référence dans la mesure où elle est fiable, non invasive, et très précise. Elle est indépendante de l'ossature de l'animal, et en relation avec le poids et les réserves totales de l'animal (**Froment, 2007**).

Les études de reproductibilité et répétabilité, basées sur une méthode de notation de l'état

corporel visuelle et tactile sur une échelle allant de 1 à 5 montrent que la concordance des mesures varient de 94% pour la reproductibilité et de 97% pour la répétabilité (**Froment, 2007**).

I.1.4.2. Commodité

La commodité de la notation de l'état corporel s'explique d'une part par sa facilité de réalisation et d'autre part parce qu'elle est une méthode pragmatique. En effet, elle peut être réalisée, avec précision, par n'importe quel technicien d'élevage et a l'avantage de ne pas nécessiter d'équipements ou d'installations particulières (**Froment, 2007**).

I.1.4.3. Rapidité

La notation de l'état corporel est annoncée comme ne nécessitant que 10 à 15 secondes par vache, y compris par une méthode à la fois visuelle et palpatoire (**Froment, 2007**).

I.1.4.4. Coût

C'est une méthode qui présente également l'avantage d'être bon marché. En effet, elle ne nécessite pas d'investissement particulier, seul le temps passé peut conduire à un coût (**Froment, 2007**).

I.1.5. Exécution de la notation

I.1.5.1. Moments

Dans l'objectif de standardiser les recommandations et les objectifs de note d'état, il est important d'effectuer ce travail à des moments-clé du cycle de la vache: tarissement, vêlage, mise à la reproduction. Cela permet également de suivre l'évolution des réserves et donc la conduite d'élevage et de rationnement pendant des périodes stratégiques: période sèche, début de lactation, voire mi-lactation (**Froment, 2007**).

I.1.5.2. Suivi

Hady *et al* ont montré qu'une évaluation de l'état corporel se faisant tous les trente jours garantit des informations intéressantes. Ils mettent ainsi en valeur les avantages et les intérêts d'un tel outil dans le cadre d'un suivi d'élevage, en rappelant que c'est quasiment la fréquence à laquelle le vétérinaire ou un autre technicien passerait dans l'élevage pour un suivi de fécondité par exemple. D'après leur méthode, il est nécessaire de noter par lots selon le stade de lactation: un lot tous les 30 jours pour les vaches en production et deux lots de vaches tarées, en début et en fin de tarissement (**Froment, 2007**).

I.1.6. Les facteurs de variation de la note d'état corporel

Après le vêlage, les besoins nutritionnels élevés pour la lactation rendent l'entretien ou l'amélioration de l'état corporel au cours des 60 premiers jours de la lactation presque

impossible. Juste après le vêlage, les vaches utilisent leurs réserves de graisse pour fournir l'énergie supplémentaire nécessaire au déclenchement de la production de lait, car elles sont incapables de consommer suffisamment d'énergie de leur régime alimentaire pour répondre à la demande de la production de lait et l'entretien du corps, la réplétion de l'état corporel perdu commence environ entre 7 et 12 semaines après le vêlage. Et cette variation de perte d'état corporel est due à certains facteurs (**Abdessemed et Bennaceur, 2016**).

I.1.6.1. Race

L'état corporel est influencé par la race; non seulement le poids corporel total et le gras corporel total, mais aussi l'état d'embonpoint sont influencés par la race. La perte d'état corporel est plus importante chez les vaches à haute potentiel génétique, la race fortement laitière mobilise plus ces réserves corporelles contrairement aux races mixtes et viandes (**Abdessemed et Bennaceur, 2016**).

I.1.6.2. Numéro de lactation

Certains auteurs n'ont pas relevé d'effet significatif du numéro de lactation sur l'évolution de l'état corporel au cours du post-partum. Néanmoins, certaines observations relatent une diminution du nadir de la courbe de note d'état corporel en fonction de la production laitière mais aussi une augmentation de la durée avant d'atteindre ce minimum.

La perte d'état augmente d'ailleurs de 0,3-point en première lactation à 0,9 point pour les vaches en 4^{ème} lactation et plus (**Latreche, 2017**).

I.1.6.3. Génétique

L'influence des facteurs génétiques sur la note d'état corporel est modérée. Deux auteurs se sont intéressés à la quantifier. L'étude de *pryce et al* quantifie l'héritabilité de la note d'état corporel: elle varie de 0,32 en début de lactation jusqu'à 0,23 au 200^{ème} jour de lactation, avec une moyenne de 0,26 (**Latreche, 2017**).

I.1.6.4. Saison de vêlage:

La saison de vêlage s'est révélée être un important facteur de variation de l'état corporel. Les vaches vêlant en période de stabulation ont gardé un état corporel significativement inférieur à celles vêlant en pâture. Le rôle des conditions de stabulation et d'une diminution qualitative et quantitative des fourrages distribués en hiver est évoqué. D'autres auteurs n'ont toutefois pas montré de variation significative de l'état corporel liée aux saisons (**Abdessemed et Bennaceur, 2016**).

I.1.6.5. Alimentation

Chez les vaches laitières, le fourrage et les aliments concentrés sont nécessaires pour une production importante de lait qui, généralement atteint le pic cinq à huit semaines après le vêlage (**Abdessemed et Bennaceur, 2016**).

Le stade physiologique de l'herbe pour une consommation maximale d'éléments nutritifs digestibles et d'énergie, en vue de couvrir la part la plus large possible de production laitière (en plus d'entretien) (**Roger, 1997**).

La notation d'état corporel des vaches, permet de trier les animaux en différents groupes, pour gérer l'alimentation en fonction des besoins afin d'améliorer les performances de reproduction et laisser plus de temps pour une utilisation des compléments alimentaires. Cela permet aussi, d'améliorer des groupes de vaches en fonction de leurs rendements en lait et leurs états corporels (**Abdessemed et Bennaceur, 2016**).

I.2. Eléments de physiologie de la reproduction chez la vache laitière:

Chez tous les mammifères, l'appareil génital femelle présente au cours de la période d'activité génitale, des modifications morphologiques et physiologiques se produisant toujours dans le même ordre et revenant à intervalles périodiques, suivant un rythme bien défini pour chaque espèce.

Ces modifications, constituant le cycle sexuel ou cycle œstral, commencent à la puberté, se poursuivent tout au long de la vie génitale et ne sont interrompues que par la gestation. Elles dépendent de l'activité cyclique de l'ovaire, régulée par ses propres sécrétions hormonales, elles-mêmes sous dépendance étroite des hormones gonadotropes hypothalamo-hypophysaires (**Bosio, 2006**).

I.2.1. Le cycle œstral de la vache

L'œstrus ou chaleur est la période d'acceptation du mâle et de la saillie. C'est la période de maturité folliculaire au niveau de l'ovaire, suivie de l'ovulation. Cet œstrus dure de 6 à 30 heures, et se caractérise par des manifestations extérieures: excitation, inquiétude, beuglements, recherche de chevauchement de ses compagnes, acceptation passive du chevauchement et écoulement de mucus (**Bosio, 2006**).

I.2.1.1. Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache

1. **Ovogenèse** : débutée lors du développement embryonnaire, s'est arrêtée à la prophase méiotique, laissant les ovocytes I entourés de cellules folliculeuses.
2. **Folliculogenèse** : Une coupe d'ovaire de vache adulte permet de visualiser les follicules ovariens, présents depuis leur stade initial, ou follicule primordial, jusqu'au

stade de follicule mûr ou dominant, libérant l'ovocyte.

3. **Phase lutéale** : Immédiatement après l'ovulation débute la phase lutéale, tout follicule rompu étant le siège de remaniements cytologiques et biochimiques qui conduisent à la formation du corps jaune (**Bosio, 2006**).

I.2.1.2. Régulation hormonale du cycle sexuel chez la vache

- Aperçu du contrôle hormonal du cycle
- Régulation de la sécrétion de la GnRH
- Régulation de la croissance folliculaire (**Bosio, 2006**).

I.2.2. Physiologie reproductrice postpartum de la vache laitière

Chez la vache laitière, comme chez la vache allaitante, une période d'inactivité ovarienne suit le vêlage. L'intervalle vêlage-première ovulation, malgré une variabilité élevée, est court chez les femelles laitières, compris entre 15 et 30 jours. 85 à 90% des vaches ont ovulé dans les cinquante jours qui suivent la mise bas.

Les mécanismes qui conduisent au rétablissement de l'activité sexuelle chez la vache sont aujourd'hui relativement bien connus (**Bosio, 2006**).

I.2.2.1. Péri-partum et postpartum immédiat

Avant le vêlage, les taux élevés des œstrogènes fœtaux et de la progestérone maternelle et fœtale inhibent la sécrétion de LH et de FSH par l'axe hypothalamo-hypophysaire, réduisant l'activité ovarienne.

Le part, le volume de l'utérus diminue rapidement. La sécrétion utérine de PGF_{2α}, qui augmente deux jours avant le vêlage et atteint un pic au deuxième ou troisième jour postpartum, ainsi que la sécrétion neurohypophysaire d'ocytocine induisent l'involution utérine, qui sera complète au bout de 35 à 40 jours chez la vache (**Bosio, 2006**).

I.2.2.2. Reprise d'activité sexuelle après le vêlage

- Rétablissement de l'activité des gonadotrophines postpartum
- Reprise du développement folliculaire postpartum (**Bosio, 2006**).

I.2.3. Fertilité et objectifs de reproduction en élevage bovin laitier

I.2.3.1. Notion de fertilité: application en élevage bovin laitier

La fertilité peut se définir comme la capacité de se reproduire, ce qui correspond chez la femelle à la capacité de produire des ovocytes fécondables.

La fécondité, elle, caractérise l'aptitude d'une femelle à mener à terme une gestation, dans des délais requis. La fécondité comprend donc la fertilité, le développement embryonnaire et fœtal, la mise bas et la survie du nouveau-né. Il s'agit d'une notion économique, ajoutant à la fertilité un paramètre de durée (**Bosio, 2006**).

I.2.3.2. Objectifs standards pour la reproduction des vaches laitières

Chacun des paramètres de reproduction se voit attribuer un objectif en vue de l'optimisation de la productivité du troupeau. Les objectifs pour la reproduction peuvent varier en fonction de l'élevage et de la productivité (production laitière notamment) (**Bosio, 2006**).

Chapitre II

*Paramètres influençant les
performances de la
reproduction*

II.1. Paramètres individuels

II.1.1. Production laitière

L'étude et l'utilisation de l'état corporel pour la conduite d'élevage a plusieurs intérêts. S'il permet de juger évidemment de la conduite nutritionnelle du troupeau, il est alors intéressant de relier l'évolution de ce facteur à deux composantes de l'élevage: la production laitière d'abord aussi bien qualitativement que quantitativement et les résultats de reproduction ensuite (**Froment, 2007**).

Les études relatives aux effets de la production laitière sur les performances et les pathologies de la reproduction sont éminemment contradictoires. Le manque d'harmonisation relative aux paramètres d'évaluation retenus n'est pas étranger à cette situation. Celle-ci est également déterminée par des relations complexes existantes entre la production laitière et la reproduction influencée l'une comme l'autre par le numéro de lactation, la gestion du troupeau, la politique de première insémination menée par l'éleveur, la nutrition et la présence de pathologies intercurrentes (**Hamoudi et Helib, 2018**).

Il a été remarqué qu'une baisse significative de rendement de lait et de protéines à la première lactation, quand un groupe de génisses est sailli à 350 jours, par rapport à celui sailli à 462 jours. Il apparaît que la mise à la reproduction des génisses à un jeune âge, réduit le rendement de la lactation par diminution de la production moyenne journalière, plutôt que le nombre de jours de lactation (**Hamoudi et Helib, 2018**).

II.1.2. L'âge

La période d'élevage dépendra l'âge à la puberté, déterminant pour l'âge au premier vêlage, mais aussi, en partie, le bon déroulement du premier vêlage et la réussite de la reproduction durant les toutes premières années de la vie productive. L'âge des génisses à la puberté, définie comme le moment de l'apparition de la première ovulation ou de la première chaleur (souvent un peu plus tardive), dépend en premier lieu de leur origine génétique et de leur niveau d'alimentation depuis la naissance (**Petit et Troccon, 1959**).

A mesure qu'augmente l'âge au vêlage, l'involution utérine ralentit. Une involution utérine tardive s'accompagne plus souvent d'écoulement vulvaire anormal, juste après le vêlage, ainsi que d'anœstrus, de pyrométries et de kystes ovariens un peu plus tard. Ces anormalités s'accompagnent d'un prolongement de l'intervalle entre le vêlage, de retour en œstrus, de la première saillie et de la conception. L'intervalle vêlage-première saillie est plus long chez les vaches âgées que chez les plus jeunes L'intervalle vêlage-première saillie est plus étroitement

associé avec l'âge que le rendement laitier.

En général, les vaches âgées ont de faibles performances de reproduction. Toutefois, les vaches en seconde lactation ont des performances de reproduction égales à celles des vaches en première lactation. Les vaches en troisième lactation et plus ont de faibles taux de conception et de longs intervalles vêlage-premières chaleurs que celles qui sont dans les premières lactations. Les vaches à leur deuxième parité ont plus de chance de concevoir que les vaches primipares (**Hamoudi et Helib, 2018**).

II.1.3. Génétique

La littérature est assez homogène et présente une corrélation génétique négative modérée à forte entre production laitière et reproduction. Les corrélations génétiques intra-races augmentent avec le potentiel laitier de la race (**Courtheix, 2016**).

D'une manière générale, l'héritabilité des performances de reproduction est jugée faible et il semble illusoire, dans l'état des connaissances actuelles, de vouloir envisager un programme de sélection basé sur ces paramètres.

Selon BOICHARD, la fertilité reste un caractère génétiquement d'importance non négligeable mais secondaire. En effet, l'écart-type génétique du taux de conception est d'environ 5 points et sa valeur économique atteint 50 à 100 F, soit 5 à 10 fois moins que celle d'un écart -type génétique de caractère laitier. Ainsi, la sélection ne constitue donc pas la bonne méthode pour améliorer les performances de reproduction car elle serait coûteuse en termes de progrès laitier et très peu efficace, comparée à la marge de progrès très importante réalisable par une meilleure maîtrise des conditions de milieu (**Hamoudi et Helib, 2018**).

II.1.4. Vêlage et la période périnatale

La durée d'ancestrus et le délai d'obtention d'une gestation des vaches accouchant pendant les mois d'été sont plus courts que ceux des vaches accouchant en hiver. Par ailleurs, l'effet de la température sur les performances de reproduction se traduirait par une diminution des signes de chaleurs, par la diminution de la progestéronémie significativement plus basse selon certains auteurs en saison d'été qu'en hiver ou par une réduction du taux basal de la libération pré-ovulatoire du taux de LH (**Bendahmane et al, 2010**).

Le vêlage et la période périnatale constituent des moments préférentiels d'apparition de pathologies métaboliques et non métaboliques susceptibles d'être à moyen ou long terme responsables d'infertilité et d'infécondité. Leur description a fait l'objet de revues exhaustives

mettant en évidence leur caractère relationnel, leur influence variable mais également la nature des facteurs déterminants et prédisposant qui en sont responsables (**Hamoudi et Helib, 2018**).

II.1.5. Involution utérine

La durée de l'involution utérine et cervicale est normalement d'une trentaine de jours Elle est soumise à l'influence de divers facteurs tels le nombre de lactations, la saison ou la manifestation par l'animal de complications infectieuses ou métaboliques au cours du post-partum. Ses effets sur les performances de reproduction ont été peu étudiés. En l'absence de métrites, il ne semble pas qu'un retard d'involution réduise la fertilité ultérieure de la vache (**Hamoudi et Helib, 2018**).

II.1.6. Activité ovarienne au cours du post-partum

La reprise d'une activité ovarienne après le vêlage dépend physiologiquement de la réapparition d'une libération pulsatile de la GnRH et d'une récupération par l'hypophyse d'une sensibilité à l'action de cette hormone. Ces phénomènes sont acquis vers le 10ème jour du post-partum chez la vache et entre le 20ème et le 30ème jour suivant le vêlage chez la vache allaitante Diverses études hormonales, comportementales et cliniques ont identifié plusieurs évolutions possibles de l'activité ovarienne au cours du post-partum: reprise précoce mais cyclicité anormale, absence d'activité (anœstrus fonctionnel) et persistance du follicule (kyste ovarien) (**Hamoudi et Helib, 2018**).

II.2. Paramètres pathologiques

L'association de plusieurs maladies et la présence de douleur diminuent la consommation d'aliments. Le déficit énergétique en début de lactation s'accroît avec un effet négatif sur la reproduction (Bouamra, 2016)

Compte tenu de leurs conséquences biologiques, les maladies d'élevage représentent une composante importante des performances (diminution de la fertilité et de la production ...) et économiques (coût des soins vétérinaires, réforme précoce...). Presque 40 % de ces pathologies surviennent pendant le premier mois suivant le vêlage, il y a une différence très nette dans la fréquence des pathologies entre le premiers mois de lactation et les autres mois (**Hamoudi et Helib, 2018**).

➤ *Chaleurs irrégulières*

- *Chaleurs régulières et « repeat-breeding »*
- *Kystes ovariens*

II.3. Paramètres liés au troupeau

II.3.1. Nutrition

L'impact des facteurs alimentaires sur la reproduction ainsi que le mécanisme de leurs effets ont fait l'objet de descriptions exhaustives.

Le poids plus que l'âge détermine l'apparition de la puberté chez la femelle bovine. Il importe néanmoins que celui-ci soit acquis dans un délai normal puisqu'une relation inverse a été démontrée entre l'âge de la puberté et le gain quotidien moyen réalisé avant l'âge de 10 mois. Les erreurs d'alimentation sont fréquemment à l'origine des difficultés de reproduction (**Hamoudi et Helib, 2018**).

Leurs conséquences dépendent du stade physiologique de la vache au moment où elles se produisent. Tous les éléments nutritifs (par exemple, eau, énergie, protéines, minéraux, vitamines) devraient être fournis quotidiennement en quantités suffisantes pour répondre aux besoins des vaches gestantes et maintenir des performances optimales de la vache et du veau. Les génisses qui ont une ration alimentaire de niveau faible, manifestent moins les chaleurs et ont un mauvais taux de conception (30%) par rapport à celles dont le niveau de la ration alimentaire est modéré (62%) ou élevé (60%) (**Hamoudi et Helib, 2018**).

La production laitière croît quotidiennement du vêlage au pic de lactation, vers 2 mois post-partum. Pendant cette même période, la vache subit encore le contrecoup de la fin de sa gestation, pendant laquelle le volume et le poids du fœtus ont beaucoup augmenté, comprimant progressivement les réservoirs digestifs: sa capacité d'ingestion a fortement diminué. De plus, les bouleversements hormonaux liés au part provoquent une baisse de l'appétit. La vache ne peut alors assurer la couverture de ses importants besoins en énergie: elle présente un bilan énergétique négatif, qui s'accroît de jour en jour, atteint un maximum vers 7-15 jours post partum, puis diminue. Ce phénomène est l'apanage de la quasi-totalité des vaches laitières, mais son intensité et sa durée sont très variables d'un individu à l'autre : plus le déficit est intense, plus il faudra de temps pour le combler. Au fur et à mesure que la lactation progresse, l'appétit est restauré, les capacités d'ingestion augmentent, la production de lait diminue (**Poncet, 2002**).

La fréquence de la mortalité embryonnaire augmente avec la perte de poids de l'animal

(Dunn 1980, Robinson 1990). Cet effet serait imputable à une séquence hormonale inadéquate avant, pendant et après l'œstrus conduisant à une préparation du milieu utérin non synchrone de celle de l'embryon (**Hamoudi et Helib, 2018**).

La nutrition affecte également le développement fœtal. Un état de sous-nutrition contribue à réduire le poids du fœtus à la naissance sans modifier cependant la fréquence d'accouchement dystocique (**Hamoudi et Helib, 2018**).

Divers mécanismes ont été impliqués dans la médiation des effets de la nutrition sur la reproduction. Sans pouvoir rejeter de manière absolue un effet sur l'hormone de croissance et sur la prolactine, il semble qu'une réduction des apports alimentaires affecte davantage la libération hypothalamique de la GnRH que celle hypophysaire de la LH. La nature du ou des facteurs responsables est loin d'être déterminée (**Hamoudi et Helib, 2018**).

II.3.2. Politique d'insémination post-partum

L'obtention d'une fertilité et d'une fécondité optimales, dépend du choix et de la réalisation par l'éleveur d'une première insémination au meilleur moment du post-partum. En effet, la fertilité augmente progressivement jusqu'au 60ème jour du post-partum, se maintient entre le 60ème et le 120ème jour puis diminue par la suite. Il est par ailleurs unanimement reconnu que la réduction d'un jour du délai de la première insémination s'accompagne d'une réduction équivalente de l'intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante (**Hamoudi et Helib, 2018**).

II.3.3. Détection des chaleurs

Par ailleurs, l'intervalle vêlage –première insémination, les intervalles entre inséminations et le choix du moment de l'insémination par rapport au début des chaleurs dépendent de la détection des chaleurs, ce qui fait d'elle un des facteurs les plus importants de fécondité et de fertilité.

La détection des chaleurs est le facteur limitant le plus important et si elle est inefficace, il s'ensuit rapidement un décalage dans les mises à la reproduction. Des chaleurs manquées ou dont les signes n'ont pas été détectés constituent la raison numéro un de l'allongement des intervalles entre vêlages. De nombreux auteurs imputent le fait que 4 à 26 % des animaux ne sont pas réellement en chaleurs lors de leur insémination à une insuffisance de la fréquence de détection des chaleurs ou de l'interprétation de leurs signes (**Hamoudi et Helib, 2018**).

II.3.4. Moment et la technique d'insémination

Il est depuis longtemps recommandé pour obtenir une fertilité optimale de respecter un intervalle moyen de 12 heures entre la détection des chaleurs et l'insémination. D'autres facteurs liés à l'insémination doivent également être pris en considération comme la méthode de décongélation de la paillette, la facilité de pénétration du col, l'insémineur, le taureau, la nature de l'écoulement, la température extérieure, les critères de diagnostic d'un état œstral ou l'endroit anatomique (**Hamoudi et Helib, 2018**).

II.3.5. Diagnostic de gestation

Le diagnostic précoce de gestation revêt une importance particulière notamment chez les espèces à vocation économique. En effet, il permet:

- *D'améliorer les performances de reproduction en réduisant l'intervalle mise bas- saillie fécondante.*
- *De repérer les cas d'infertilité, de les traiter ou d'effectuer des réformes.*
- *De faciliter la constitution des lots d'animaux ayant des états physiologiques voisins afin d'optimiser leur alimentation.*
- *D'éviter l'emploi de certains médicaments susceptibles de provoquer l'avortement.*
- *D'éviter l'abattage des femelles gestantes (Mumporeze, 2007).*

II.3.6. Type de stabulation

Le mode de stabulation hivernale est aussi incriminé. Les femelles en stabulation libre ou en plein air ont une activité ovarienne plus élevée que les femelles en stabulation entravée (Hamoudi et Helib, 2018).

II.3.7. Taille du troupeau

La plupart des études concluent à la diminution de la fertilité avec la taille du troupeau. Cette constatation est sans doute imputable au fait que la première insémination est habituellement réalisée plus précocement dans ces troupeaux entraînant une augmentation du pourcentage de repeat-breeders. Ce facteur peut également ou non influencer la qualité de la détection des chaleurs (**Hamoudi et Helib, 2018**).

II.3.8. Autres facteurs d'environnement

Au nombre de ces facteurs, il faut signaler l'effet négatif exercé par le transport des

animaux ou par une mauvaise isolation électrique de la salle de traite ou de la stabulation des animaux. L'effet positif exercé par la présence d'un mâle ou d'une femelle androgénisée a été démontré chez des vaches allaitantes mais pas chez les génisses (**Hamoudi et Helib, 2018**).

L'importance des caractéristiques socio-psychologiques de l'éleveur comme variable explicative des différences de performances enregistrées entre les exploitations est de plus en plus reconnue. Divers questionnaires d'évaluation des capacités de gestion et des attitudes de l'éleveur face à son exploitation et de la perception de ses problèmes ont été mis au point et évalués sur le terrain. Ces études ont mis en exergue l'importance de ces facteurs non seulement sur la fréquence d'apparition des maladies mais également sur les performances de reproduction et de production. Certaines d'entre elles ont également mis en évidence l'impact majeur exercé par le vétérinaire sur la perception de l'importance des problèmes de reproduction par l'éleveur (**Hamoudi et Helib, 2018**).

Chapitre III

*Relation entre l'état corporel
et les paramètres de la
reproduction*

III.1. Influence de la note d'état sur la reprise de cyclicité en post-partum

III.1.1. Reprise D'activité Sexuelle En Post-Partum

La période immédiate après le vêlage est suivie d'une inactivité ovarienne chez la vache laitière comme chez la vache allaitante, au sens d'une absence d'ovulation. Les mécanismes qui conduisent au rétablissement de l'activité sexuelle chez la vache sont relativement bien connus. Avant le vêlage, les taux élevés d'œstrogènes fœtaux et de progestérone maternelle inhibent la sécrétion de LH et de FSH par l'axe hypothalamo- hypophysaire réduisant l'activité ovarienne (Froment, 2007).

III.1.1.1. Rétablissement de l'activité hormonale

Les concentrations en FSH augmentent en cinq à dix jours après le vêlage, celles de LH commencent à augmenter dix à vingt jours après le part, avec une sensibilité accrue à l'hormone hypothalamique GnRH ou gonadolibérine (Froment, 2007).

Le facteur crucial déterminant le moment où l'ovulation peut avoir lieu est l'obtention de pulses de LH suffisants : une fréquence de décharge toutes les trois ou quatre heures aboutit à la perte de dominance du follicule et donc à l'absence d'ovulation ; si la fréquence de décharge est d'un pic par heure, l'ovulation peut avoir lieu. Ces pulses sont conditionnés d'une part par la progestérone, principal agent inhibiteur de ces décharges durant la phase lutéinique et d'autre part par les œstrogènes qui, en quantité suffisante, exercent un rétrocontrôle positif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire (Froment, 2007).

III.1.1.2. Rétablissement de l'activité ovarienne

L'intervalle vêlage/première ovulation est assez court chez la vache laitière. Il est compris entre quinze et trente jours mais sa variabilité est élevée (écart type de quinze à vingt-cinq jours) (Froment, 2007).

III.1.1.3. La lutéolyse

La succession de vagues aboutit à l'ovulation et à la mise en place d'un corps jaune. La poursuite de la reprise de cyclicité nécessite l'élimination de celui-ci lorsqu'il n'y a pas fécondation (Froment, 2007).

La lutéolyse résulte d'une boucle d'interaction entre l'utérus et l'ovaire. Au moment de la lutéolyse, l'étude des variations hormonales montre une augmentation du taux d'œstrogènes suivie par une libération d'ocytocine puis de PGF2 α . En fin de phase lutéale, les œstrogènes folliculaires induisent la synthèse de récepteurs à l'ocytocine au niveau utérin.

A cette période, les grandes cellules lutéales ne synthétisent plus de la progestérone mais de

l'ocytocine. Celle-ci va se fixer sur les récepteurs utérins initiant un pulse de sécrétion de prostaglandines qui exercent alors une double action sur le corps jaune : d'une part, l'inhibition de la synthèse de progestérone, d'autre part, le déclenchement d'un pulse important d'ocytocine d'où une série d'interactions entre utérus et corps jaune qui aboutissent à la lutéolyse (**Froment, 2007**).

III.1.2. Les anomalies de reprise de cyclicité

Chez la vache laitière, cinq grands types d'anomalies de reprise de cyclicité ont été identifiés.

III.1.2.1. Reprise d'activité différée

La reprise d'activité différée se caractérise par un premier signe d'activité lutéale postérieur à 45-50 jours après le vêlage. Une vache est considérée en activité lutéale dès lors qu'elle présente au moins deux dosages de progestérone (pris deux fois par semaine) dans le lait supérieur ou égal à 1 ng/ml ou un dosage supérieur à 5ng/ml. Cette inactivité représenterait 10 à 20% des animaux. L'inactivité ovarienne prolongée touche essentiellement les primipares, notamment celles qui vêlent avec un état corporel inférieur à 2,5. Les difficultés de vêlage, les non délivrances, les mauvaises involutions utérines et les métrites perturbent la reprise de la cyclicité post-partum et sont autant de facteurs de risque connus d'inactivité ovarienne [21].

Cessation d'activité après une première ovulation (**Froment, 2007**).

III.1.2.2. Cessation d'activité après une première ovulation

On remarque une interruption de la sécrétion de progestérone pendant 12 à 14 jours. L'interruption de cyclicité est plus rare et touche 1 à 13% des animaux (**Froment, 2007**).

III.1.2.3. Phase lutéale prolongée

Corps jaune persistant avec une sécrétion de progestérone pendant plus de 19 à 28 jours (**Bosio, 2006**).

III.1.2.4. Phase lutéale courte

Sécrétion de progestérone pendant moins de dix jours (**Bosio, 2006**).

III.1.2.5. Profils irréguliers

Cette catégorie comprend des profils de progestérone non classables dans les catégories précédentes (**Froment, 2007**).

III.1.2.3. Kystes

III.1.2.3.1. Définition

Les kystes ovariens sont considérés comme une cause majeure d'infertilité. Cependant 50%

des kystes diagnostiqués disparaissent spontanément et ne perturbent pas la cyclicité. De plus, les kystes ne concernent que 10 à 15% des vaches laitières qui présentent des troubles de la reproduction (**Froment, 2007**).

III.1.2.3.2. Effet de l'alimentation

L'alimentation fait là encore partie des facteurs de risque contribuant à l'apparition de kystes sans qu'en soit précisé le type. Si l'insuffisance d'apport énergétique ou l'excès d'azote non protéique en période post-partum sont souvent évoqués, aucun effet de l'état corporel au tarissement, au vêlage, à trente jours post-partum, ni de la perte d'état entre le vêlage et trente jours post-partum n'a été mis en évidence. En revanche, la note d'état au tarissement [43], et bien plus encore, le gain d'un point de NEC pendant le tarissement est associé à un risque de kyste 8,4 fois plus élevé. D'une manière générale, l'état d'embonpoint est un facteur de risque (**Froment, 2007**).

III.1.2.3.3. Physiopathogénie

L'apparition de kyste est due à un défaut d'ovulation ou d'atrésie du follicule dominant. La fréquence des pulses de LH peut être insuffisante pour provoquer l'ovulation, mais suffisante pour permettre le maintien de la croissance du follicule dominant et de la production d'œstrogènes. Le déficit énergétique est alors mis en cause car il est à l'origine d'une diminution de la synthèse de LH. De la même manière, le gain d'état corporel durant la période sèche révèle une "sur-alimentation" et une accumulation de gras qui sera mobilisé en post-partum. L'augmentation de la concentration sanguine en acides gras non estérifiés est alors dans ce cas fortement suspectée comme facteur de risque de kystes ovariens (**Froment, 2007**).

III.1.3. Note d'état corporel et œstrus

III.1.3.1. L'expression des chaleurs

III.1.3.1.1. Détecter : une étape cruciale pour l'éleveur

Les premières chaleurs post-partum sont l'évènement le plus concret que l'éleveur va détecter et qui témoigne d'une cyclicité normale. C'est également une date prise en compte pour détecter les chaleurs suivantes. Pourtant, la détection des premières chaleurs est de plus en plus difficile car elles durent de moins en moins longtemps : à l'heure actuelle en moyenne entre quatre et quatorze heures toutes les trois semaines. Or la détection des chaleurs a une influence majeure sur les paramètres de reproduction, notamment sur l'intervalle vêlage/première insémination artificielle. Les premières chaleurs sont détectées en moyenne à

59 jours post- partum chez les vaches laitières mais l'intervalle vêlage/premières chaleurs peut parfois s'étendre à plus de 70 jours post-partum (tableau 12) [41]. Pourtant, les chaleurs utilisables pour une mise à la reproduction normales sont définies comme celles détectées entre 50 et 70 jours post-partum (**Froment, 2007**).

Environ 50% des chaleurs ne sont pas détectées en élevage actuellement et 5 à 20% des vaches sont inséminées en phase lutéale ou en début de gestation du fait d'une mauvaise détection de celles-ci. Une partie de ces mauvais résultats vient souvent de facteurs humains : le temps consacré par l'éleveur à cette tâche primordiale diminue avec l'augmentation de la taille des troupeaux (**Froment, 2007**).

III.1.3.1.2. Exprimer : collaboration de la vache ?

L'acceptation du chevauchement reste le principal facteur caractérisant l'œstrus : la vache s'immobilise lors d'un chevauchement par l'arrière ou avance un peu sous le poids de sa congénère. Mais certaines, plus actives que d'autres vont vers les autres et acceptent difficilement voire refusent d'être chevauchées. Il faudra aussi prendre en considération d'autres facteurs notamment environnementaux. L'acceptation du chevauchement n'est jamais exprimée en phase lutéale et est donc spécifique de l'œstrus. D'autres critères peuvent être repérés mais peuvent aussi être observés en phase lutéale (**Froment, 2007**).

Les signes secondaires sont donc assez subjectifs, ce qui rend difficile la détection des chaleurs. La tâche est encore compliquée par deux phénomènes : d'une part, nombre d'ovulations sont silencieuses. La première ovulation n'est accompagnée de signes d'œstrus que dans un cas sur trois. Mais en dehors de celle-ci, des études rapportent que 14% des vaches n'expriment aucun comportement de chaleurs et par conséquent sont indétectables. D'autre part, les vaches peuvent manifester également des fausses chaleurs. On parle de fausses chaleurs lorsque l'animal présente des signes d'œstrus alors que la concentration en progestérone excède 5 ng/ml (**Froment, 2007**).

III.1.3.1.3. Recommandations pour l'éleveur

Il est donc important de ne pas négliger cet évènement et de recommander aux éleveurs une observation matin et soir, pendant trente minutes au total, et en ne se consacrant qu'à l'observation des animaux : le temps de traite, de distribution de la ration ou le paillage, ne doivent pas être considérés dans le temps recommandé. Il existe également de nombreux dispositifs d'aide à la détection des chaleurs (**Froment, 2007**).

III.1.3.2. Influence de la cyclicité

10 à 15% des vaches laitières présentent des dysfonctionnements ovariens qui perturbent l'expression des chaleurs au moment de l'insémination artificielle (IA) première, c'est-à-dire au-delà de cinquante jours post-partum ; c'est 5 à 10% de plus que dans les années 80.

Quatre vaches sur cinq normalement cyclées depuis le vêlage sont détectées correctement. Cette proportion devient significativement inférieure pour les autres : en effet, malgré l'attention particulière portée à la détection, lorsque l'activité cyclique post-partum est irrégulière ou retardée, la détection des chaleurs de mise à la reproduction n'est réalisée que pour une vache sur deux (**Froment, 2007**).

III.1.3.3. Relation note d'état/détection/expression des chaleurs ?

Il semble difficile d'établir une relation directe entre note d'état et expression des chaleurs. Dans une étude visant à étudier les relations entre la note d'état de 0 à 120 jours post-partum et les paramètres de reproduction, les éleveurs devaient noter les signes d'œstrus. Soit ils observaient un seul signe, soit ils observaient plusieurs types de signes. La proportion de chaleurs comportant un seul signe d'œstrus noté a eu tendance à diminuer lorsque la perte d'état entre zéro et trente jours a été inférieure à un point. Ces résultats peuvent être à la fois mis en relation avec une moindre expression des chaleurs chez les femelles présentant une perte d'état élevée au cours du premier mois de lactation, ainsi qu'avec des facteurs liés à la détection des chaleurs, illustrant le rôle prépondérant de l'éleveur (**Froment, 2007**).

Le bilan énergétique a une influence majeure à cette période, l'expression des chaleurs diminue à chaque cycle tant qu'il reste négatif. En effet, au cours du deuxième cycle, seulement 66,7% des vaches en bilan énergétique négatif manifestent leurs chaleurs avant l'ovulation, contre 80% des vaches en bilan énergétique positif (**Froment, 2007**).

III.2. Note d'état Corporel Et Fertilité/Fécondité

III.2.1. Mesure des paramètres de fertilité/fécondité

60 % des éleveurs classent l'infécondité comme pathologie majeure de l'élevage

III.2.1.1. Définitions

On peut définir la fertilité comme la capacité à se reproduire, c'est-à-dire la capacité à produire des ovocytes fécondables.

Pour ce qui est de la fécondité, elle caractérise l'aptitude pour une femelle à mener à terme sa gestation, dans les délais requis. La fécondité englobe alors la fertilité, le développement embryonnaire et fœtal, la mise bas et la survie du nouveau-né (**Froment, 2007**).

III.2.1.2. Paramètres de fertilité/fécondité

En pratique courante, plusieurs paramètres sont employés pour caractériser la fertilité. D'une importance majeure, on retrouve le pourcentage de réussite en première IA (TRIA1 = taux de réussite à l'IA première) ainsi que le nombre de vaches à trois IA et plus (ou plus de deux IA). L'évaluation du nombre d'IA pour obtenir l'insémination fécondante est également très importante (IA/IF) (Froment, 2007).

En ce qui concerne la fertilité, on s'intéresse surtout à l'intervalle vêlage-vêlage (IVV), à l'intervalle vêlage-première insémination (IVIA1) et à l'intervalle vêlage-insémination fécondante (IVIF). Les paramètres calculés pour caractériser la fertilité et la fécondité sont présentés dans le tableau ci-dessous :

IA : Insémination Artificielle ; IF : Insémination artificielle Fécondante ; IA1 : Insémination Artificielle première ; V : Vêlage

Paramètres de fertilité	
Taux de mise bas	$= \frac{\text{Nb de mise bas à terme suite à IA1}}{\text{Nb d'IA1}} \times 100$
Taux de non-retour	$= \frac{\text{Nb d'IA1 sur mois (n) sans retour jusqu'à la fin du mois (n+2)}}{\text{Nb d'IA1 sur mois (n)}} \times 100$
Taux de réussite en première IA	$= \frac{\text{Nb d'IA1 suivi de gestation à 90 jours (ou de fécondation)}}{\text{Nb d'IA1}} \times 100$
IA / IF	$= \frac{\text{Nb d'IA pour toutes les vaches pour obtenir une IF}}{\text{Somme des IF}} \times 100$
Proportion des vaches > 2 IA	$= \frac{\text{Nb de vaches > 2 IA (fécondantes ou non)}}{\text{Nb d'IA1}} \times 100$
Paramètres de fécondité	

- Intervalle $V_n - V_{n+1}$ = nombre de jours entre le vêlage (n) et la date estimée du vêlage(n+1)
- Intervalle $V_n - IF_{n+1}$ = nombre de jours entre V_n et l'insémination fécondante suivante
- Proportion des intervalles $V_n - IA_{n+1} > 60$ jours = $\frac{\text{nb d'intervalles } V_n - IA_{n+1} > 60 \text{ jours}}{\text{nb d'intervalles } V_n - IA_{n+1} \text{ étudiés}}$
- Proportion des intervalles $V_n - IF_{n+1} > 60$ jours = $\frac{\text{nb d'intervalles } V_n - IF_{n+1} > 60 \text{ jours}}{\text{nb d'intervalles } V_n - IF_{n+1} \text{ étudiés}}$

Tableau n°02 : Définition des variables intéressant la fertilité et la fécondité chez la vache laitière (Froment, 2007).

III.2.1.3. Objectifs de reproduction

L'optimisation du bilan de reproduction nécessite de se fixer des objectifs. La comparaison des valeurs de l'élevage avec celles des objectifs doit se faire avec précaution en nuanciant la critique selon la stratégie d'élevage choisie (Froment, 2007).

FERTILITE	OBJECTIFS
IA/IF	< 1,6
% vaches à 3 IA et plus	< 15 %
TRIA1	> 60 %
FECONDITE	
IVIA1	70 jours
% vaches ayant IVIA1 > 80 jours	< 15 %
IVIF	90 jours
% vaches ayant IVIF > 110 jours	< 15 %
IVV	365 jours

Tableau n°03 : Objectifs standards pour la reproduction des vaches laitières (Froment, 2007).

III.2.2. Impact de la note d'état corporel sur ces variables

III.2.2.1. Relation entre la note d'état à un instant précis et fertilité/fécondité

III.2.2.1.1. Note d'état corporel au vêlage

Dans une étude comparative des résultats de différentes études, on trouve un lien de dépendance significatif entre la NEC au vêlage et le TRIA1 seulement pour les vaches ayant une NEC faible au vêlage par rapport à celles ayant une note intermédiaire. Les vaches vêlant en état insuffisant se voient diminuer de dix points leur TRIA1. Cette relation de dépendance n'est pas retrouvée pour les vaches ayant une note élevée au vêlage, mais, pour celles-ci, l'IVIF est supérieur [51, 61] (Froment, 2007).

III.2.2.1.2. Note d'état corporel à la première IA

Les résultats concernant la NEC à la première insémination sont homogènes. Que ce soit pour une note élevée ou faible, la relation n'est pas significative.

La note d'état a donc une influence sur les résultats de reproduction peu évidente. La significativité des relations est très peu constatée à l'exception de celle entre le taux de réussite en première IA et la note d'état au vêlage. Néanmoins, on observe malgré tout des tendances à la dégradation des résultats pour des notes extrêmes. Bon nombre d'auteurs soulignent d'ailleurs la limite d'interprétation de leurs résultats en évoquant qu'une étude forçant la note d'état corporel vers des notes extrêmes pourrait être judicieuse (Froment, 2007).

III.2.2.2. Relation entre la perte d'état en post-partum et fertilité/fécondité

La perte d'état corporel au cours du 1^{er} mois *postpartum* est associée à une diminution du taux de réussite à l'insémination les vaches perdant 0,4 et 0,8 points durant le 1^{er} mois de lactation ont un TRIA1 inférieur en valeur relative de 14,5 % et de 26,5 % respectivement par rapport aux vaches ne perdant pas de note d'état au cours de la même période.

Globalement, lorsque la perte d'état n'excède pas 1 point, sur une échelle de notation de 0 à 5, l'influence de l'amaigrissement sur les performances de reproduction reste modeste. Au-delà, l'effet devient important (Bosio 2006).

Les animaux présentant un profil de note d'état corporel constamment inférieur de près de 1,5 point au profil optimal, ou dont la perte d'état entre le vêlage et le 30^{ème} jour postpartum est supérieure à 1,5 point, présentent un IVIA1 augmenté de près d'une vingtaine de jours. A 110 jours de lactation, la probabilité de fécondation est inférieure de 15 points par rapport à

celle du profil optimal. Des corrélations positives significatives ont été démontrées entre les durées des intervalles vêlage-reprise de l'activité ovarienne, vêlage-première insémination, vêlage- conception et le degré de mobilisation des réserves corporelles (**Bosio 2006**).

III.2.2.3. Relation entre note d'état corporel et mortalité embryonnaire

Chez la vache laitière, les taux de vêlage après insémination sont proches voire inférieurs à 50%. Pourtant, plusieurs expériences ont démontré que les taux de fécondation étaient supérieurs à 80% (jusqu'à 90%). Hormis les cas d'avortement d'origine pathologique, les cas de mortalité fœtale chez les bovins sont peu nombreux (5%). En revanche, 30 à 40 % des embryons meurent après fécondation (**Froment, 2007**).

III.2.2. Note d'état corporel et avortement

Le diagnostic étiologique de l'avortement est assez difficile en élevage. La mise en évidence d'un rôle direct de la note d'état corporel l'est tout autant. Une perte d'état corporel élevée entre le vêlage et trente jours post-partum (**Froment, 2007**).

III.3. Note d'état corporel, vêlage et post-partum

III.3.1. Mise bas

La mise bas est un phénomène physiologique continu (**Froment, 2007**).

III.3.1.1. Etat corporel au vêlage

Un état corporel insuffisant au vêlage est défavorable à la reproduction. Un déficit énergétique précoce antérieur au vêlage, ou un défaut de reconstitution des réserves pendant la phase de tarissement pourrait être le reflet d'une sous-alimentation globale, susceptibles de pénaliser les fonctions de reproduction et de production (**Bosio, 2006**).

D'autre part, les vaches grasses voient leur capacité d'ingestion de matière sèche réduite du fait d'un appétit moindre : un état d'engraissement trop important au vêlage prédispose à un amaigrissement plus marqué en début de lactation. L'obtention d'un état corporel optimal au moment du vêlage doit constituer un objectif prioritaire. Des valeurs comprises entre 2,5 et 3,5 et entre 3,0 et 4,0 sont recommandées respectivement pour les vaches primipares et multipares (**Bosio, 2006**).

L'appétit étant habituellement déprimé au cours des périodes chaudes, on peut chez les hautes productrices tolérer à ce moment des valeurs plus élevées. Le choix d'un état d'embonpoint optimal lors du vêlage devrait idéalement tenir compte des objectifs de

l'exploitation. Si le pourcentage de matières grasses et le niveau de production laitière constituent des objectifs prioritaires, l'état d'embonpoint lors du vêlage pourra être supérieur aux valeurs recommandées, et inférieur si l'objectif est l'optimisation de la ration alimentaire (Bosio, 2006).

III.3.1.2. Mise bas dystocique

Il y a dystocie quand le déroulement de la parturition est prolongé ou arrêté à la suite d'un problème physique ou physiologique. La moindre entrave aux contractions abdominales ou utérines peut entraîner une dystocie. Elle concerne moins de 5% des gestations, la prévalence est plus élevée chez les vaches allaitantes et chez les primipares (Froment, 2007).

Les dystocies sont souvent classées selon leur origine, fœtale ou maternelle. Il est toutefois fréquent de diagnostiquer plusieurs problèmes. Une dizaine de diagnostics peuvent expliquer ces dystocies. 75% des dystocies chez les vaches adultes et 90% des cas chez les génisses résultent d'un défaut de présentation, de position ou de posture du veau ou d'une disproportion fœto- pelvienne. Le poids du veau à la naissance et le diamètre pelvien de la parturiente sont les deux éléments les plus critiques dans l'échec de mise-bas naturelle (Froment, 2007).

III.3.1.2. Relation note d'état corporel et dystocie

Le niveau énergétique de la ration dans la deuxième moitié de la gestation est l'élément le plus déterminant pour le poids du veau à la naissance. Le développement du diamètre pelvien est lui aussi dépendant, entre autres, de l'apport énergétique pendant la gestation. Le diamètre pelvien des génisses nourries avec une ration plus énergétique est en moyenne plus grand que celui des génisses nourries avec une ration moins énergétique. Cependant, quand la ration devient trop énergétique, le pourcentage de dystocie augmente sensiblement, dans ce cas, l'augmentation des dépôts de gras dans la filière pelvienne en réduit le diamètre. La note d'état corporel présente là encore un intérêt, les animaux en état d'engraissement excessif sont plus à risques d'un excès de gras dans la filière pelvienne, d'où un diamètre pelvien plus faible et un risque de dystocie plus élevé, surtout pour les primipares (Froment, 2007).

III.3.2. Rétention placentaire

L'état d'engraissement a là encore son rôle à jouer qu'il soit insuffisant ou excessif. L'état d'engraissement au vêlage inférieur à 2, révélateur d'un état de sous-nutrition, peut entraîner une fréquence plus élevée de rétentions placentaires. A l'inverse, un état d'engraissement excessif au vêlage (>4) est également un facteur de risque de rétention placentaire. Il favorise un part languissant, élevant le risque de non-délivrance et de métrite.

L'évolution de l'état corporel pendant le tarissement ne semble pas jouer de rôle significatif sur le taux de rétention placentaire (**Froment, 2007**).

III.3.3. Métrites

En cas de suralimentation énergétique au cours du tarissement, les vaches prêtes à vêler peuvent présenter un embonpoint excessif (note d'état corporel supérieure à 4). Ceci les expose à un risque augmenté de vêlage dystocique et, en conséquence, à des rétentions placentaires et des métrites postpartum, retardant l'involution utérine et prédisposant à des anomalies de reprise de cyclicité ovarienne.

Les vaches perdant de 1,0 à 1,5 point de note d'état corporel sont davantage exposées aux métrites que les vaches perdant 0,75 point ou moins (**Bosio, 2006**).

La note d'état corporel a son importance en suivi d'élevage en tant que révélateur du déficit énergétique. Ce sont alors les variations de note d'état corporel surtout en post-partum qui en témoignent. Les variations excessives, caractérisées par une variation de note d'état supérieur à un point sont souvent associées à des résultats de reproduction dégradés. Une perte d'état trop élevée a un impact sur la reprise de cyclicité et l'expression de l'œstrus. L'effet sur les différents paramètres de fertilité et/ou de fécondité est direct, ou indirect : une détection de l'œstrus médiocre augmente l'intervalle vêlage-premier œstrus et par la même l'intervalle vêlage- première insémination puis le taux de réussite à l'insémination, la vache étant bien souvent inséminée au mauvais moment. Il en est de même pour les différents événements post- partum dont la normalité conditionne les événements suivants. La réussite de la mise à la reproduction de la vache laitière est une succession d'évènements conditionnés les uns par les autres. Tout écart est préjudiciable sur les performances de reproduction, notamment celle de la variation de l'état corporel (**Froment, 2007**).

Conclusion

CONCLUSION

La réussite de la reproduction est primordiale pour la rentabilité économique de l'élevage, elle constitue un préalable indispensable à toute production. Ce qui nécessite une connaissance globale concernant les facteurs influençant les paramètres de la reproduction chez la vache laitière.

Parmi ces facteurs, l'état corporel de la vache qui occupe une place primordiale ainsi que sa notation permet d'apprécier indirectement le statut énergétique d'un animal, par l'évaluation de son état d'engraissement superficiel.

Des objectifs raisonnables, atteignables peuvent et doivent être définis en tenant compte de leurs contextes. Pour ce faire, il est plus que jamais de mettre en place des bases de données cliniques, zootechniques et thérapeutiques.

Références bibliographiques

1. ABDESSEMED Kamelia., BENNACEUR Wafaa., 2016 Relation entre la note d'état corporel et les performances de la lactation des vaches laitières.
2. Bendahmane M., Khaled M.B., Zineddine E., 2010 Performances de reproduction des vaches laitières recourant à l'insémination artificielle au niveau de l'institut technique des élevages Lamtar dans l'Ouest algérien.
3. BOSIO Laurent., 2006 Relations entre fertilité et évolution de l'état corporel chez la vache laitière : le point sur la bibliographie.
4. Bouamra M., Ghozlane F., Ghozlane M.K., 2016 Facteurs influençant les performances de reproduction de vaches laitières en Algérie.
5. BOUZEBDA Z., BOUZEBDA F., GUELLATI M.A., GRAIN F., 2003 Evaluation des paramètres de la gestion de la reproduction dans un élevage bovin du Nord Est Algérien.
6. COURTHEIX Pauline., 2016 Influence de la production laitière sur les performances de reproduction des vaches laitières.
7. FROMENT Pierre., 2007 Note d'état corporel et reproduction chez la vache laitière. Thèse de doctorat Vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort.
8. HAMOUDI Khadra., HELIB N. Elimane., 2018 Etude de quelques facteurs de la reproduction chez les bovins dans la région de MSILA.
9. LATRECHE Louiza., 2017 Influence de l'état corporel sur les paramètres de reproduction chez la vache laitière.
10. MUMPOREZE Natacha., 2007 Evaluation comparée de trois méthodes de diagnostic de gestation chez la vache inséminée au Sénégal: Progestérone, Protéines associées à la gestation et Palpation rectale.
11. PETER Cockcroft., 2015 Bovine Medicine - Third édition.
12. PETIT M., AGABRIEL J., 1993 Etat corporel des vaches allaitantes Charolaises : signification, utilisation pratique et relation avec la reproduction.
13. PETIT M., TROCCON J.L., 1989 Croissance des génisses de renouvellement et performances ultérieures.
14. PONCET Julie., 2002 étude des facteurs de risque de l'infertilité dans les élevages bovins laitiers de l'île de la réunion : influence de l'alimentation sur la reproduction.
15. ROGER Wolter., 1997 Alimentation de la vache laitière - troisième édition.
16. Whittier J.C, Barry S et Weaver D., 1993 Body condition scoring of beef and dairy animals. Agricultural publication G2230-Reviewed September 15, 1993.