

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BLIDA 1

جامعة البليدة 1



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE VIE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE DES ORGANISMES

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master 2

Option : Reproduction Animale

Thème

**EFFET DE L'ETAT CORPOREL ET DES
CORPS CETONIQUES SUR LES
PARAMETRES DE LA REPRODUCTION
CHEZ LES VACHES LAITIERES.**

Présenté par : ZAIDI Soumia.

Soutenu le : 15/09/2020

AOUA Hadjer.

Jury :

Mr KAIDI R	Professeur	U.S.D Blida	Président.
Mme CHEKIKEN A.H	M.A.A	U.S.D Blida	Examinatrice.
Mr KHELEF D	Professeur	ENSV Alger	Co-promoteur.
Mr BESSAD M.A	M.C.B	U.S.D Blida	Promoteur.

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Au terme de notre travail ; nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères d'abord au bon dieu le plus puissant qui nous a donné la santé, la force et la patience tout au long de ce travail.

Nous tenons à remercier **Pr. KAIDI** qui a bien voulu nous faire l'honneur d'accepter la présidence de notre séance de soutenance, ainsi qu'à **Mme. CHEKIKEN** pour l'honneur qu'elle nous a fait de bien vouloir examiner notre travail.

Nos remerciements s'étendent également à notre Co-promoteur **Pr. KHELAF. D** pour la proposition du thème de notre mémoire, pour nous avoir guidé dans la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier notre promoteur **Mr. BESSAD MOHAMED AMINE** pour votre encadrement, votre confiance, disponibilité, conseils, soutien et encouragement qui nous ont permis de mener à bien ce travail.

Nos sincères remerciements à **Mme AMMADJ R** pour son aide et encouragement.

A toute personne ayant participé de près ou de loin à notre formation et à tous ceux qui nous ont apporté leurs soutien et encouragements durant la réalisation de ce travail.



Dédicaces

Tout au début, je tiens à remercier le bon dieu de m'avoir donné du courage et de patience afin de réaliser ce modeste travail que je dédie à :

***Ma chère mère** qui m'a appris d'être femme et qui m'a beaucoup aidé dans mes études, pour les sacrifices qu'elle a fait pour mon éducation et la confiance et l'amour qu'elle m'a toujours accordés.*

***Mon cher père** qui a été toujours un exemple pour moi, mon soutien moral et source de joie et de bonheur et qui a veillé à ma réussite en déployant tous les efforts nécessaires,*

Que dieu les gardes

*A ma chère sœur **Chahinez** pour son soutien, amour et encouragements.*

*A ma chère collègue ; **Hadjer** merci d'avoir partagé ce travail avec moi et tous les moments Difficiles, qu'on a vécu ensemble.*

A tous ce qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

SOUMIA





Dédicaces

*Au nom de Dieu le tout puissant Je dédie ce travail à :
Celle qui m'a tout donnée sans rien en retour tous mes espoirs, quel plaisir de rentrer
chez soi chaque soir à toi*

Maman chérie.

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur,
celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, qui éclair
Mon chemin et m'illumine de douceur et d'amour ; que dieu te garde pour nous
Papa.*

*A mes chères sœurs **Djalila, Fatma** et mon frère **Mohamed** à qui je souhaite une vie pleine de
bonheur, de santé et de réussites.*

*A celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de
ce projet un grand merci à mon fiancé **Djihad** ma source de joie pour son encouragement son
support moral*

*A ma chère collègue que j'aime, **Soumia** avec laquelle j'ai partagé des meilleurs
Moments.*

*A ma famille et tous ceux qui m'ont soutenu et aidé pour la réalisation de ce
modeste travail.*

Que Dieu les protège pour moi.

HADJER



أجريت هذه الدراسات في محطات تربية مختلفة، وتتألف من دراسة تأثير درجة حالة الجسم وأجسام الكيتون على إحياء نشاط المبيض في فترة ما بعد الولادة في أبقار الألبان من سلالات مختلفة من مونتبيليارد وهولشتاين.

كشفت درجة حالة الجسم عن تباين بين [2,75-3,5] في الجفاف حتى الولادة وأقل من 2.5 خلال 8 أسابيع من الرضاعة، وتعافي تدريجي ملحوظ للحالة الجسمية بعد 60 يومًا من الولادة.

أثناء الولادة، تقوم البقرة باستهلاك احتياطياتها الجسمية بسبب توازن الطاقة السلبي، مما يؤدي إلى زيادة في تركيز الأحماض الدهنية غير المعالجة مما قد ينتج عنه تراكم أجسام الكيتون في الدم. تم استخدام الملامسة عبر المستقيم لتحديد توقيت تعافي المبيض بعد الولادة، فقد عادت بعض الأبقار إلى الدورة في وقت مبكر وهي التي تتميز بحالة جسمية لا بأس بها بينما البعض الآخر شهدت تأخر في استئناف نشاطها المبيضي.

كلمات مفتاحية: تكاثر بقري، حالة الجسم، البيسياس، الأحماض الدهنية غير المؤسفرة، أسيتون الدم.

RESUME :

Les études sur le lien entre la note d'état corporel et la reproduction, ont été réalisées dans divers stations d'élevage, elles consistent à étudier l'effet de la note d'état corporel, et de son évolution, et celui des corps cétoniques sur la relance de l'activité ovarienne dans la période du post partum chez les vaches laitières de différentes race, Montbéliard et Holstein principalement.

La note d'état corporel a révélé une variation entre [2,75-3,5] pendant la période de tarissement et ce jusqu'à vêlage et une valeur inférieure à 2,5 au cours des 8 premières semaines de lactation, un rétablissement de la note d'état corporel BCS est observé après les 60 jours post partum.

Au vêlage la vache mobilise ses réserves corporelles pour répondre au bilan énergétique négatif, ce qui a pour effet une augmentation de la concentration en AGNE, celle-ci peut être à l'origine de l'accumulation de corps cétoniques dans le sang.

La palpation transrectale a servi à déterminer le moment de la reprise de l'activité ovarienne en post partum, les vaches qui ont repris leur cyclicité précocement, sont celles dont le BCS était correct, les autres avec un mauvais BCS ont repris leur cyclicité plus tardivement.

BCS et les corps cétoniques, peuvent être utilisées comme des éléments du suivi de la reprise des chaleurs, l'activité ovarienne, la reproduction de ce fait chez la vache.

Mots clés : Reproduction bovines, Note d'état corporel, BCS, AGNE, L'acétonémie.

SUMMARY:

These studies have been realized in the different breeding stations, which examined the effect of body condition score on the relaunch of ovarian postpartum activity in caws Dairy of different Montbéliard and Holstein breed.

The body condition score revealed a variation between [2,75-3.5] from drying off until calving and less than 2.5 in 8 first week of lactation, recovery from BCS after 60 days postpartum.

During calving, the cow mobilizes her body reserves because of a negative energy balance, which induces an increase in the concentrations of AGNEs, this can cause an accumulation of ketone bodies in the blood. Of cows resumed their cyclicity early, which have a significant BCS, and others resumed their cyclicity later.

Keywords : bovine reproduction, Body condition score, BCS, AGNE, Acetonemia.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	01
---------------------------	-----------

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : PHYSIOLOGIE ET CRITERES DE LA REPRODUCTION.

I. Le cycle sexuel de la vache.....	02
I.2 Endocrinologie : Régulation hormonale du cycle.....	03
I.3. Reprise de l'activité sexuelle post-partum.....	05
I.3.1. L'activité hormonale cyclique en post-partum.....	05
I.3.2. L'involution utérine.....	06
I.3.3. Anomalies de reprise de la cyclicité post-partum.....	06

CHAPITRE II : NOTATION DE L'ETAT CORPOREL.

II.1. Notation d'état corporel.....	08	II.1.1.
Définition.....	08	
II.1.2. Système de BCS.....	08	
II.1.3. Principe et méthode de détermination du BCS.....	08	
a. Principe de notation.....	08	
b. Méthode de détermination de BCS.....	09	
II.1.4. Repère anatomique.....	09	
II.1.5. Variation normales de la note d'état corporel.....	10	
A. Facteurs de variation lié à l'animal.....	10	
a. Race.....	10	
b. Saison de vêlage.....	10	
c. Numéro de lactation.....	10	

SOMMAIRE

d. Alimentation.....	11
d.1. Les besoins des vaches.....	12
d.1.1. Besoins d'entretien.....	12
d.1.2. Besoins de croissance.....	12
d.1.3. Besoins de gestation.....	12
d.1.4. Besoins de production laitière.....	13
d.2 Sources alimentaires d'énergie.....	13
B. Variation en fonction du stade physiologique.....	13
a. Note d'état corporel au tarissement.....	13
b. Note d'état au vêlage, post partum.....	13
II.2. Corrélation entre note d'état et d'autre paramètre de la vache.....	14
II.2.1. Le poids Vif.....	14
a. Estimation du poids d'une vache.....	14
b. Relation avec la note d'état.....	15
II.2.2. Bilan énergétique.....	15
a. Définition.....	15
b. Déficit énergétique.....	15

CHAPITRE III : LA CETOSE, LES CORPS CETONIQUES.

III.1. Définition de la cétose.....	17
III.2. Les types de cétose.....	18
III.3. Métabolisme des corps cétoniques.....	21
III.3.1. Origine des corps cétoniques.....	21
III.3.2. Formation des corps cétoniques.....	21
III.3.3. Rôles des corps cétoniques.....	22

SOMMAIRE

III.4. Les paramètres utilisés pour la détection de l'acétonémie.....	22
III.4.1. Les dosages sanguins.....	22
a. Les dosages de BHB.....	22
b. Mesure de la concentration en AGNE.....	23
c. Evaluation de la glycémie.....	23
III.4.2. La détection des corps cétoniques sur les urines.....	23
III.4.3. La détection des corps cétoniques dans le lait.....	24

CHAPITRE IV : RELATION ENTRE NOTE D'ETAT, CORPS CETONIQUE ET REPRODUCTION.

IV.1. Relation entre note d'état et reproduction.....	25
IV.1.1. Influence de la note d'état sur la reprise de cyclicité en post-partum.....	25
A. Relation entre BCS et BEN et l'impact sur la reprise de l'activité ovarienne.....	25
B. Relation entre BCS et parité et l'impact sur la reprise de l'activité ovarienne.....	26
a. Chez les génisses.....	26
b. Chez les multipares.....	26
IV.2. Relation entre corps cétonique et reproduction.	28
IV.2.1. Impact de la cétose.....	27
a. Impact sur la production de lait.....	27
b. Impact sur la reproduction.....	27
c. Liens avec les autres maladies du péripartum.....	28

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE V : MATERIELS ET METHODES.

V.1. Objectif.....	30
V.2. Choix des vaches.....	30

SOMMAIRE

V.3. Matériels utilisés.....	30
V.4. Plan expérimentale.....	30
V.5. Cadre de travail.....	30
V.5.1. Anamnèse.....	30
V.5.2. Détermination du BCS des vaches.....	31
V.5.3. Prélèvement et analyse de lait.....	31
V.5.4. Prélèvement et analyse de colostrum.....	33
V.5.2. Etude théorique.....	34

CHAPITRE VI : RESULTATS ET DISCUSSIONS

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

Liste des figures

Figure 1 : Cycle œstral chez la vache.....	03
Figure 2 : Régulation hormonale du cycle de la vache	03
Figure 3 : Localisation anatomique.....	10
Figure 4 : Evolution de la note d'état corporel en fonctions du numéro de lactation.....	11
Figure 5 : Production, capacité d'ingestion et besoins énergétiques	16
Figure 6 : Devenir des corps cétoniques.....	22
Figure 7 : La perte de BCS retarde la 1 ^{ère} ovulation chez la vache laitière en lactation.....	26
Figure 8 : Diagramme récapitulatif de l'étude expérimentale.....	31
Figure 9 : Echelle de la notation de l'état corporel.....	33
Figure 10 : Bandelette colorimétrique (Keto-test)	32
Figure 11 : Influence du glucose sur le devenir des AGNE dans la cellule hépatique.....	46
Figure 12 : les voies oxydatives des acides gras non estérifiées.....	46

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les hormones de la reproduction chez la vache.....	04
Tableau 2 : Les notes d'état corporel (BCS) idéales.....	14
Tableau 3 : Résumé des différents types de cétose observée dans les troupeaux laitiers.....	20
Tableau 4 : Tableau récapitule les matériels et les méthodes des articles.....	34
Tableau 5 : Tableau récapitule des résultats et les objectifs des articles	39
Tableau 06 : Résumé des résultats et les discussions des articles.....	47

Liste des abréviations

LH: Hormone lutéinisante.

FSH: Hormone folliculo-stimulante.

GNRH: Gonadolibérine.

PGF2 α : La prostaglandine.

NEC: Note d'état corporel .body condition score (BCS).

BEN : Bilan énergétique négatif.

BEP : Bilan énergétique positif.

IVV : Intervalle vêlage / vêlage.

VL : Vache laitière.

BHB : β -hydroxybutyrate.

HMG-CoA : Hydroxy-Methyl-Glutaryl-Coenzyme A.

CC : Corps cétoniques.

AGV : Acide gras volatile.

AGL : Acide gras libre.

AGNE : Acide gras non estérifié

NADH, H : Nicotinamide Adénine Di nucléotide réduit.

PNN : Phagocytose des Polynucléaires Neutrophiles.

AcAc : AcétoAcétate.

PP : post partum

INTRODUCTION

En Algérie, l'élevage bovin laitier a été retenu comme axe majeur pour la couverture des besoins nutritionnels de la population en protéine animale [1].

La reproduction est une fonction biologique fondamentale, qui assure la continuité et la diversité des espèces. La reproduction bovine est un domaine en pleine évolution avec l'augmentation du nombre d'inséminations artificielles et le développement du transfert d'embryons [2].

Dans les trente dernières années, la notation de l'état corporel s'est développée pour évaluer les réserves énergétiques et adipeuses d'un animal, qui est la méthode la plus couramment employée en raison des avantages qu'elle présente notamment le fait d'être peu coûteuse en investissement et en temps [3]. La perte d'état corporel en post-partum est le reflet de déficit énergétique inhérent à tout début de lactation et donc un gage d'échec de la production relié directement à la reproduction.

Les besoins énergétiques de la vache sont extrêmement différents entre la période de tarissement et le début de lactation [4]. La vache sollicite son métabolisme énergétique au maximum pour valoriser une ration très riche. Les troubles de ce métabolisme énergétique sont fréquents en élevage laitier, notamment ceux liés au déficit énergétique du début de lactation où coïncident la faiblesse de la capacité d'ingestion au pic de lactation et l'augmentation de la production laitière [5]. Pour combler ce déficit, l'animal mobilise ses réserves graisseuses, ce qui entraîne une accumulation de corps cétoniques (produit de dégradation des triglycérides) sanguins. Cette accumulation peut engendrer des troubles cliniques qui peuvent influencer sur la reprise de l'activité reproductrice notamment les remises en chaleur.

L'objectif de notre étude, consiste à établir le degré de lien entre la note d'état corporel ainsi les corps cétoniques et déterminer leurs influences sur les performances reproductives bovines en période post-partum.

CHAPITRE I : PHYSIOLOGIE ET CRITERES DE LA REPRODUCTION

Les connaissances sur la physiologie de la fonction reproductrice de la vache laitière se sont considérablement améliorées au cours des 30 dernières années [6].

La fécondité est la capacité d'une femelle à mener à terme sa gestation, mettant bas un ou des produits vivants et viables, en élevage bovin laitière.

L'intervalle mise-bas nouvelle fécondation ne doit pas dépasser les 90 à 100 jours. 2 facteurs essentiels qui conditionne la remise à la reproduction pendant post-partum : l'involution utérine et la reprise de l'activité ovarienne. [7]

I.1. Le cycle sexuel de la vache :

L'activité sexuelle débute à la puberté au cours de laquelle se met en place la fonction de reproduction. Elle correspond à l'apparition de la possibilité de la fécondation. L'âge moyen à la puberté varie beaucoup selon les observations : de 12 mois à 30 mois [8].

Des modifications au niveau de l'ovaire et du comportement permet l'existence de :

- **Cycle œstral :** Le cycle œstral est divisé en différentes phases : pro-œstrus, œstrus, met-œstrus et di-œstrus. [9] (figure 01)

Le pro-œstrus correspond à la croissance folliculaire terminale [10].

L'œstrus ou chaleur correspond à la fin de la phase folliculaire chez la vache et se caractérise par l'acceptation du chevauchement, un comportement particulier, accompagné de modifications anatomiques et physiologiques. L'ovulation se produit environ 10 heures après la fin de l'œstrus (post-œstrus) [11].

met-œstrus le corps jaune se forme à partir du follicule qui a ovulé. Cette étape a une durée d'environ quatre (4) jours chez la vache.

Le di-œstrus la présence d'un ou plusieurs corps jaunes. En absence de fécondation, le corps jaune régresse, les animaux retournent en **pro-œstrus**. C'est le débute un nouveau cycle [10].

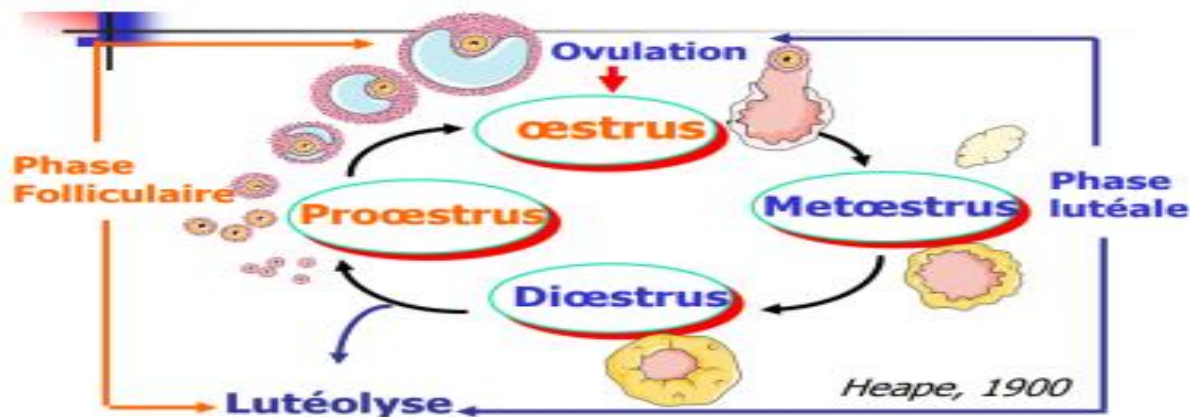


Figure 01 : Cycle œstral chez la vache. [9]

- **Cycle ovarien** : intervalle entre deux ovulations successives [12].

I.2. Endocrinologie : Régulation hormonal du cycle :

La régulation hormonale fait entrer en jeu différentes hormones (Tableau 1) Le contrôle hormonal du cycle intervient à quatre niveaux : le complexe hypothalamo-hypophysaire, les ovaires et l'utérus [13].

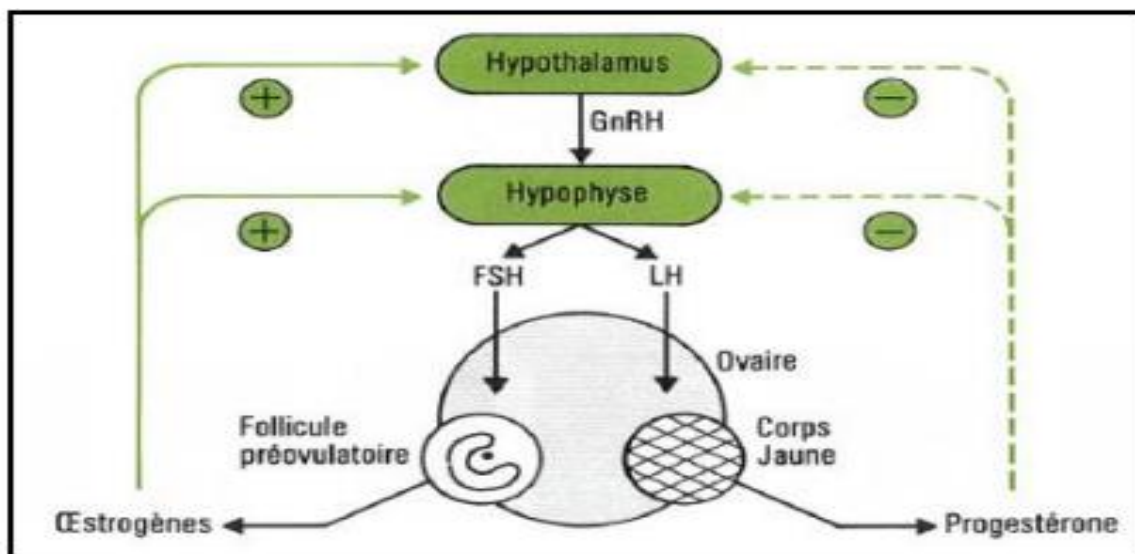


Figure 02 : Régulation hormonale du cycle de la vache. [14]

La progestérone exerce directement par un rétrocontrôle négatif sur la production de GnRH par l'hypothalamus et indirectement celles de FSH et LH par l'hypophyse [14].

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

Tableau 1 : Les hormones de la reproduction chez la vache. [12]

Hormone	Site de production	Tissu cible	Action
GnRH	Hypophyse	Hypophyse antérieure	Libération de FSH et LH
FSH	Hypophyse	Ovaire (follicule)	Développement et maturation de follicule
LH	Hypophyse	Ovaire (follicule)	Induit l'ovulation et développement du corps jaune
Œstrogène	Ovaire (follicule)	Cerveau	Comportement de la vache
		Hypophyse antérieure	Agit sur la sécrétion de FSH et LH Activité musculaire
		Oviductes, utérus, cervix, vagin et vulve	Production du fluide de faible viscosité qui facilite la migration des spermatozoïdes
Progestérone	Ovaire (corps jaune)	Utérus	Empêche le démarrage de la phase folliculaire en bloquant la sécrétion de FSH Diminue l'activité musculaire de l'utérus et le rendre un lieu adéquat pour le développement embryonnaire
Prostaglandine	Utérus	Ovaire (corps jaune)	Permet la régression du corps jaune et la diminution de la progestéronémie

I.3. Reprise de l'activité sexuelle postpartum :

En fin de gestation, les taux élevés des œstrogènes fœtaux et de la progestérone maternelle et fœtale inhibent la sécrétion de LH et de FSH, réduisant l'activité ovarienne [15].

Après le vêlage, le volume de l'utérus diminue rapidement, on observe une augmentation de la sécrétion de PGF2 α , avec une involution utérine sous l'influence de la sécrétion de neurohypophysaire d'ocytocine [16].

La période post-partum a un rôle déterminant sur l'efficacité de la reproduction en élevage. En effet la reproduction reprend après une période d'inactivité ovarienne ou anœstrus, cette inactivité définie comme étant l'absence de manifestations œstrales jusqu'à 60j post partum [17], représente le facteur majeur responsable de l'allongement de l'intervalle vêlage – vêlage.

Il faut distinguer :

- **L'anœstrus physiologique**, c'est l'absence de chaleur en début de postpartum.
- **L'anœstrus pathologique**, c'est l'absence de chaleur au-delà de 50 jours postpartum. [18]

I.3.1. L'activité hormonale cyclique en post-partum :

Durant l'activité post-partum, l'utérus involue et l'axe hypothalamo-hypophysio-gonadique est à nouveau fonctionnel ce qui aboutit à la première ovulation et à la reprise de l'activité cyclique. [18].

Chez les vaches laitières l'intervalle vêlage première ovulation (IV-OP) est compris entre 15 et 30 jours.

Les étapes de la reprise de l'activité :

De J0 à J4 : les ovaires sont réfractaires à la FSH et à la LH, l'hypophyse redevient sensible à la GnRH, augmentation de la concentration de FSH mais il n'y a pas de croissance folliculaire en raison de la période réfractaire.

De J4 à J10 : l'augmentation de FSH permet la mise en place de la première vague folliculaire mais celle-ci n'aboutit pas à une ovulation en raison de l'absence de pic de LH, due à la présence de progestérone.

De J10 à J20 : la sensibilité de l'hypophyse à la GnRH s'accroît et il y a alors sécrétion de LH aboutissant à une ovulation à 15-17 jours. Celle-ci n'est généralement pas accompagnée de chaleur.

De J18 à J24 : première phase lutéale souvent courte, environ 14 jours en raison d'une

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

insuffisance de lutéinisation. Cette étape peut amener à la formation de kyste.

De J25 à J35 : le retour à une activité ovarienne normale et cyclique indique la restauration des interactions entre hypothalamus, hypophyse, ovaires et utérus. Ces interactions sont nécessaires au démarrage d'un nouveau cycle de reproduction.

L'augmentation de la fréquence des décharges de LH constitue l'événement majeur et limitant à l'origine de la reprise de l'activité ovarienne postpartum. [18]

I.3.2. L'involution utérine :

L'involution utérine c'est le retour de l'utérus à son poids et à sa taille d'avant gestation. Les prostaglandines et les œstrogènes se sont les hormones essentielles intervenant dans le contrôle de l'involution utérine.

Après le vêlage, une relation marquée entre l'activité ovarienne et celle de l'utérus [19]. La reprise d'une activité ovarienne précoce post-partum entraînant des taux circulants d'Eoestradiol-17.β pourrait aider à accélérer l'involution utérine par la diminution de taille, l'augmentation de la contractilité utérine [20] et le renforcement des mécanismes de défense utérine [21].

Les modifications associées à l'involution utérine sont d'ordres morphologiques et histologiques suivies par l'expulsion de lochies ; ces changements sont principalement, sous le contrôle des prostaglandines. [22]

I.3.3. Anomalies de reprise de la cyclicité post-partum :

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

- 1- Reprise d'activité différée (anœstrus).
- 2- Cessation d'activité après une première ovulation.
- 3- Phase lutéale courte.
- 4- Phase lutéale prolongée (corps jaune persistant).
- 5- Cyclicité ovarienne irrégulière.

Les facteurs de risques de ces anomalies sont multiples, citons les plus importants :

- Précocité de la première ovulation.
- Maladies intercurrentes.
- Déficit énergétique.
- Stress thermique, qui est parfois à l'origine d'un anœstrus. [23]

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

Les anomalies de reprise à l'activité cyclique après vêlage peuvent donc expliquer une partie des troubles de la fertilité rencontrée sur le terrain. [24]

CHAPITRE II : NOTATION DE L'ETAT CORPOREL

II.1. Notion de notation de l'état corporel (NEC) :

II.1.1. Définition :

La note d'état corporel ou Body condition score (BCS) est une technique subjective qui donne un indice des réserves corporel en graisse, en évaluant la quantité de graisse sous-cutanée. Une vache avec une note de 1 est considérée émaciée, 2 est maigre, 3 est moyenne, 4 est grasse, et 5 est obèse [25]. Le changement dans le BCS des vaches laitières indique l'ampleur et la durée du bilan énergétique négatif (BEN).

Des études antérieures ont prouvé que les notes d'état corporel (BCS) au vêlage et la perte d'état corporel en début de lactation ont été liées à la santé, à la fertilité et à la production laitière. [26]

II.1.2. Système de BCS :

. Le système de notation diffère selon l'espèce animale, l'orientation de l'élevage (laitier ou viandeux), les climats et les notes peuvent varier (de 0 à 12). Les points bas représentent les vaches minces et les plus hauts les vaches grasseuses [27].

Il existe différentes échelles de notation, de 0 à 5 (Royaume Uni), de 1 à 5 (Etats-Unis), de 1 à 8 (Australie) et de 1 à 10 (Nouvelle-Zélande), mais le système le plus commun en service pour des vaches laitières est celui utilisé aux États-Unis. Une échelle de 1 à 5 (BCS). [28]

II.1.3. Principe et méthode de détermination du BCS :

a. Principe 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. [29]

b. Méthode de détermination de BCS :

Plusieurs barèmes ont été proposés pour noter l'état des vaches laitières, ils reposent soit sur la simple observation de l'animal soit sur le maniement de différentes régions anatomiques.

. Une vache maigre semble très tranchante et anguleuse, alors qu'une vache grasse semble lisse et carrée avec des structures osseuses cachées à la vue et au toucher [30]. Pour effectuer la notation on suit les étapes suivantes :

. Premièrement, il faut se tenir directement derrière la vache. Afin qu'elle soit détendue puisque la raideur musculaire se traduit par une fausse notation.

. Ensuite on observe le degré de dépression autour de la base de la queue, puis on note la région de la croupe en plaçant la main sur l'os de la pointe des fesse et l'os pelvien et palper la quantité de gras de couverture.

. On note la croupe à un demi-point près, et on note la région lombaire de la même manière en utilisant la même main. Cette évaluation se réalise en attribuant un score à la quantité de graisse observée sur plusieurs parties du squelette chez la vache.

Dans la notation de l'état corporel, ont pris en considération uniquement la région lombaire et la région de la base de la queue [31].

Actuellement, la plupart des systèmes incluent les régions de la colonne vertébrale (dos, lombes, et croupe), les côtes, les apophyses épineuses (lombes), les tubérosités sacrale (os de la hanche) et ischiatique (pointe de la fesse), les vertèbres coccygiennes antérieures (base de la queue) et la région de la cuisse. [32]

II.1.4. Repères anatomiques :

Il existe des consensus sur les régions les plus révélatrices de l'état d'engraissement. Dans la plupart des études, se retrouve l'importance de l'approche par l'arrière et par le côté [33]. On retrouve d'ailleurs dans ces mêmes études les mêmes repères anatomiques : processus épineux des vertèbres thoraciques et lombaires, processus transverses des lombaires, attache de queue, contour des côtes, principalement [33].

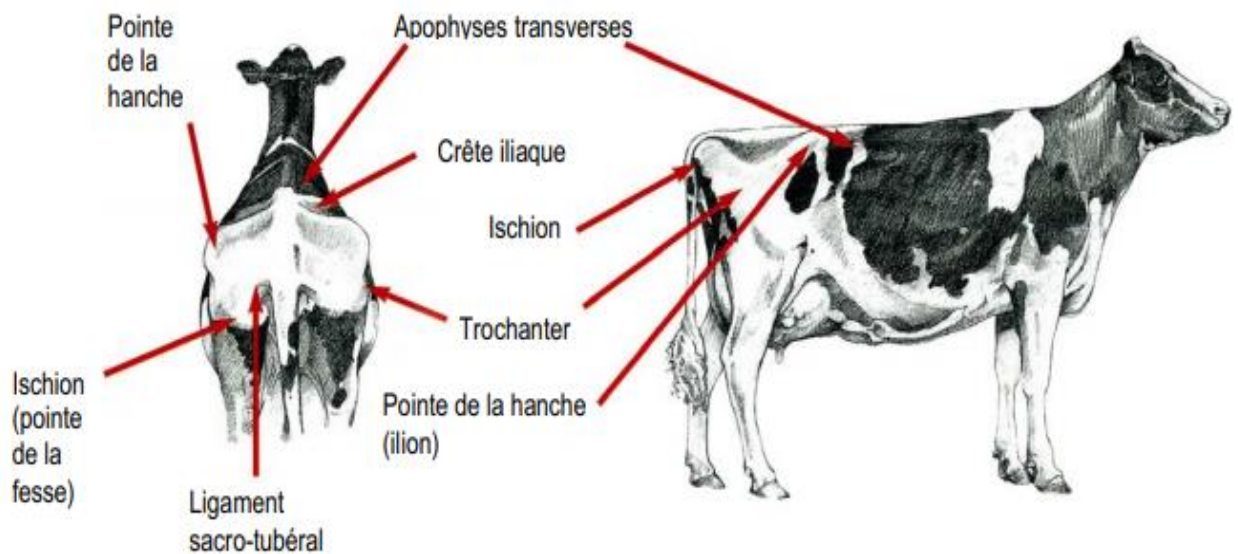


Figure 03 : Localisation anatomique. [34]

II.1.5. Variation normales de la note d'état corporel :

A. Facteurs de variation lié à l'animal :

a. La race :

D'après Bewley (2008), 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. [35]

b. Saison de vêlage :

Dans l'étude de Drame et al. [36] 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. [36]

c. Numéro de lactation :

Les vaches primipares ne perdent pas autant de leur état corporel que les vaches multipares, ainsi les vaches en première lactation ne peuvent pas reconstituer les réserves d'énergie perdues aussi efficacement que les plus âgées, ce qui indique un besoin potentiel d'alimenter les vaches en

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

première lactation séparément. Les bovins âgés ont tendance à avoir moins de conditions corporelles que les bovins plus jeunes. La perte de poids vif post-partum augmente avec la parité. La perte d'état augmente d'ailleurs de 0,3 point en première lactation à 0,9 point pour les vaches en 4ème lactation. Le score d'état corporel chez les vaches est faible à la première parité et est plus élevé à la quatrième (figure 4).

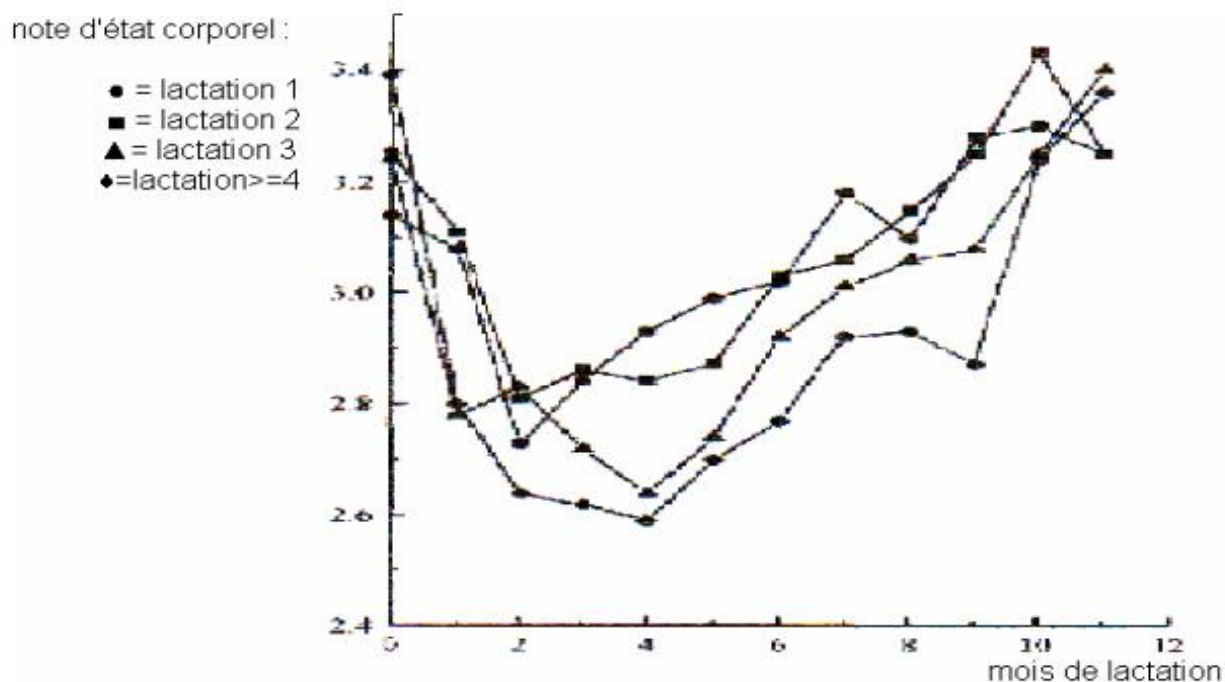


Figure 04 : Evolution de la note d'état corporel en fonction du numéro de lactation [37].

d. 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. 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 [38]. La période la plus efficace pour évaluer l'état corporel est en fin de lactation, lorsque la vache est dans un bilan énergétique positif.

Le rationnement des vaches laitières il est en relation étroite avec la capacité d'ingestion et les besoins alimentaires de la vache, la capacité d'ingestion varie de façon progressive, dans le sens que les dépenses de production, tout au long de leur cycle gestation-lactation. Elle est minimale

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

juste après le vêlage, augmente jusque vers la 12^{ème} semaine puis diminue très lentement jusqu'au tarissement. [39]

d.1. Les besoins nutritifs de vache :

L'organisme a besoin d'énergie et de matériaux pour se renouveler, se multiplier ou produire. La vache laitière au cours du cycle gestation-lactation, doit faire face à différentes dépenses, à savoir assurer les besoins d'entretien, les besoins de croissance, de gestation et enfin de production laitière. [40]

d.1.1. Besoins d'entretien :

C'est la consommation des nutriments nécessaires au maintien de la vie d'un animal sans subir des variations de sa masse corporelle. Ils se traduisent par l'utilisation de l'énergie pour l'accomplissement des fonctions de base de l'organisme (respiration, circulation sanguine, tonicité musculaire) et pour le renouvellement d'une partie des matériaux constitutifs des tissus animaux [41].

Ces besoins varient proportionnellement au poids métabolique, mais dans la pratique, ils sont exprimés par rapport au poids vif, un animal lourd a des besoins en énergie et en protéines supérieurs à ceux d'un animal maigre. [42]

d.1.2. Besoins de croissance :

Tous les organes, les tissus et les régions anatomiques augmentent de poids, au cours de la croissance, La croissance de la vache laitière se produit pendant plusieurs lactations, elle n'est importante que chez les primipares notamment en cas de vêlage à 2 ans (environ 60 kg par an ou 200 gr par jour de GMQ) et chez les multipares la croissance est plus réduite et les besoins correspondant sont considérablement négligeables. [40]

d.1.3. Besoins de gestation :

Ces besoins correspondent à la croissance et aux dépenses de fonctionnement de fœtus et du placenta, à l'accroissement des enveloppes des liquides fœtaux, de la paroi utérine et enfin de la mamelle dans les dernières semaines de gestation.

Ces dépenses sont relativement négligeables pendant les deux premiers tiers, elles augmentent plus vite en dernier tiers de gestation. [43]

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

d.1.4. Besoins de production laitière :

Ces besoins correspondent à l'ensemble des synthèses et exportations réalisées par la mamelle pour la production laitière [44], dépendent des quantités de matières (lactose, protéines et matières grasses) exportées dans le lait, et donc de la quantité de lait produit et de sa composition [38].

Les besoins de la vache laitière varient, entre autre, en fonction du stade de la lactation ; d'où le début de celle-ci correspond à une période critique dans la vie de la vache, elle se caractérise par une très forte et très rapide augmentation des besoins nutritifs alors que l'appétit ne progresse que lentement et modérément. [45]

d.2. Sources alimentaires d'énergie :

Les principales sources d'énergie qui se trouve dans les aliments sont : les hydrates de carbone (amidon, sucres, fibres digestibles) et les graisses. Les aliments riches en énergie sont les concentrés (céréales, graines oléagineuses et leurs sous-produits, mélasse) et le fourrage de qualité. Le paillet, les graminées mûres ont une faible teneur en énergie et en protéines et sont difficiles à digérer parce qu'elles contiennent beaucoup de fibres indigestes. [46]

B. Variation en fonction du stade physiologique :

Les notes d'état corporel changent durant tous les stades du cycle de production (tableau 2) [47].

a. Note d'état corporel au tarissement :

La note d'état corporel devrait rester stable pendant cette période. Le tarissement est une période stratégique et déterminante quant à l'avenir nutritionnel de l'animal et du troupeau [48].

L'objectif retenu de note d'état au tarissement est situé entre 3 et 3,5 sur une échelle de 0 à 5.

Les variations de NEC, que ce soit amaigrissement ou reprise d'état, supérieures à un point sont sources de problèmes [49]. Il est d'ailleurs intéressant, lors d'une visite d'élevage, d'analyser deux lots, celui des vaches tariées récemment et celui des vaches en fin de tarissement, prêtes à vêler, pour évaluer l'efficacité de la gestion alimentaire au tarissement. [50]

b. Note d'état au vêlage, post-partum :

La note d'état au vêlage sont généralement comprises entre 3 et 4 sur une échelle d'allant de 0 à 5 [51], l'idéal étant une note de 3,5 [52]. Il y'a des changements de l'état corporel au cours des différentes étapes d'une lactation [53]. Les vaches en début de lactation sont en BEN et subissent

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

une perte d'état corporel et perdent de poids (suite à la mobilisation des réserves corporelles). En fin de lactation sont en bilan énergétique positif (BEP) et gagnent du poids pour compléter le niveau des réserves corporelles perdues en début de lactation. La récupération d'état corporel devrait commencer entre la 7^{ème} la 12^{ème} semaine P.P.

Les points optimaux d'état corporel de vaches tarées devraient être au-dessus des 3.00 et au-dessous des 3.75. Le risque des problèmes en post-partum peut être évité quand les vaches tarées ont des notes de 3.25 à 3.50. La perte d'état corporel dans la période sèche a été associée à un risque élevé de dystocie et de réforme. [54]

Tableau 02 : Les notes d'état corporel (BCS) idéales. [55]

Stade	Score idéal	Limites
Tarissement	3,50	3,25-3,75
Vêlage	3,50	3,25-3,75
Début de lactation	3,00	2,50-3,25
Milieu de lactation	3,25	2,75-3,25
Fin de lactation	3,50	3,00-3,50
Génisses en croissance	3,00	2,75-3,25
Génisses au vêlage	3,50	3,25-3,75

II.2. Corrélation entre note d'état et d'autre paramètre de la vache :

II.2.1. Le poids Vif :

a. Estimation du poids d'une vache :

La pesée est la méthode la plus fiable mais elle est lourde de manipulation. Elle n'est d'ailleurs pas si fiable car le poids varie en fonction du contenu digestif, ou reste stable alors que la vache perd des réserves : par exemple chez une vache gestante, les pertes sont masquées par la croissance du veau pendant la gestation ou par l'augmentation des contenus digestifs et mammaires pendant la première semaine de lactation [56].

Il existe des grilles établissant le poids correspondant au périmètre mesuré. Il existe également des rubans bovométriques. Ils sont conçus en tissu de fibre de verre très résistant à la traction.

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

Pour évaluer le poids de l'animal sur pied, il suffit de mesurer son tour de poitrine en arrière de l'épaule. Après avoir déterminé le tour en centimètres, on trouve la valeur du poids en kg correspondant à la mesure indiquée à l'envers du mètre. [33]

b. Relation avec la note d'état :

Il ne peut exister de relation directe entre la note d'état et le poids de l'animal. La note évalue un état d'engraissement : deux animaux de poids très différents peuvent avoir la même note [57].

En pratique, la morphologie des vaches ayant fortement évolué ces deux dernières décennies, la valeur retenue pour un point d'état corporel actuellement, est de 40 kg. [58]

II.2.2. Bilan énergétique :

a. Définition :

Le bilan énergétique a été positivement relié aux performances de reproduction des vaches laitières [59]. Le bilan énergétique est la différence entre l'énergie consommée et l'énergie dépensée par l'animal. L'énergie est utilisée pour divers fonctions telles que l'entretien, la croissance, la production laitière et la croissance fœtale.

Quand le bilan énergétique est positif, il y'a stockage d'énergie en excès sous forme de graisse. Lorsqu'il est négatif qui survient tôt après vêlage, on observe une mobilisation des réserves graisseuses afin de répondre aux besoins et aux apports ce qui engendre une détérioration de l'état corporel de la vache [60].

Le bilan énergétique est estimé à partir de la variation des masses graisseuses et protéiques de l'animal donnée par les mesures de poids et de note d'état corporelle. [61]

b. Déficit énergétique :

En début de lactation, la vache laitière est soumise à une balance énergétique négative. Ce déficit énergétique compte tenu de l'augmentation brutale et massive des besoins nutritifs, d'une part, et de la progression lente et modérée de la capacité d'ingestion (Figure 5) induit une mobilisation des réserves corporelles. seules réserves mobilisables sont les graisses, cette mobilisation est associée à une augmentation de la concentration sanguine en AGNE (Acides Gras Non estérifiés) [62].

Les AGNE sont le reflet du degré de lipomobilisation chez une vache laitière. Une concentration élevée en AGNE est un indicateur d'un déficit énergétique, Celle-ci peut engendrer une

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

accumulation de corps cétoniques dans le sang à l'origine de la cétose (chapitre III). Cette pathologie métabolique peut entraîner des signes cliniques mais elle reste le plus souvent subclinique tout en entraînant des répercussions zootechniques importantes [5].

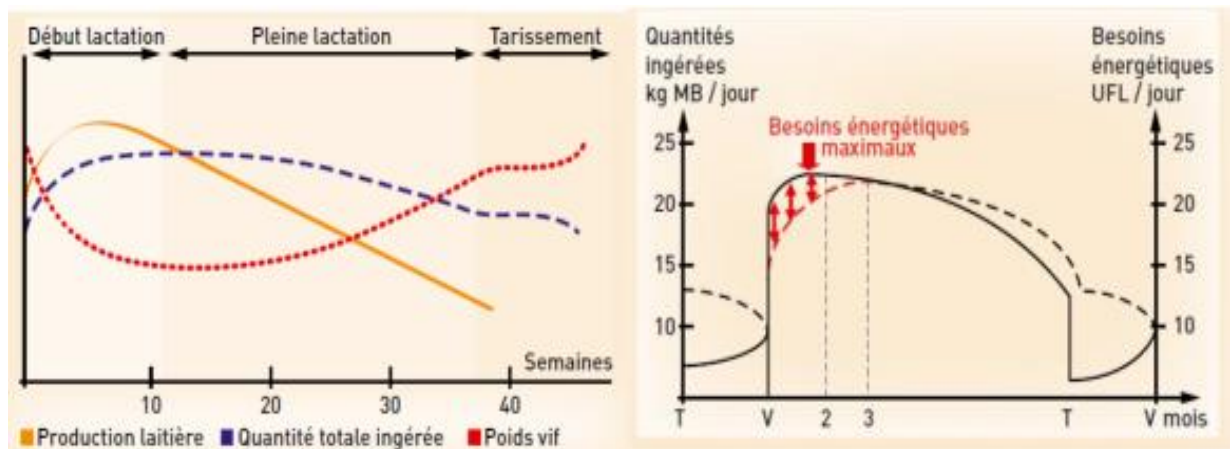


Figure 05 : Production, capacité d'ingestion et besoins énergétiques. [5]

A gauche : Variations de la production laitière, de la quantité de ration ingérée et du poids vif au cours de la lactation, **A droite :** Variations des besoins et des apports énergétiques au cours des stades physiologiques.

CHAPITRE III : LA CETOSE, LES CORPS CETONIQUES

III.1. Définition de la cétose :

La cétose ou l'acétonémie de la vache laitière est un trouble du métabolisme énergétique survenant le plus souvent au pic de lactation, parfois dès la mise-bas [63], de mortalité rare et de forte morbidité qui affecte les bovins et particulièrement les femelles productrices de lait [64]. Elle est la résultante d'un bilan énergétique trop fortement négatif (voir chapitre II), elle peut être clinique ou subclinique. [62]

Sur le plan étiologique, la cétose résulte de la dégradation de l'approvisionnement en énergie surtout en fin de gestation et en début de lactation.

Plusieurs formes de cétose existent et sont majoritairement attribuées à un déséquilibre alimentaire.

- La cétose primaire, l'un des facteurs de risque c'est la production laitière élevée [65], alors que la densité énergétique de la ration ingérée durant le péripartum est faible.
- La cétose d'anorexie est due à un manque d'appétit.
- La cétose d'obésité est le résultat d'un excès d'engraissement à l'approche du vêlage.
- La cétose minérale apparaît lors de carence en cobalt, phosphore.
- La cétose hépatique naît à la suite d'une insuffisance hépatique (parasitose, intoxication, surcharge).
- La cétose secondaire est consécutive soit à une mammite, métrite ou une pyélonéphrite. [64]

Du point de vue symptomatique, la cétose de la VL évolue sous deux formes.

- **La forme subclinique** ou précéto-sique correspond à une augmentation des corps cétoniques dans le sang, sans signe clinique [66], mais elle se caractérise par une chute considérable de la production lactée et des troubles de fertilité. Cette forme est très fréquente dans nos fermes laitières, elle arrive souvent en début de lactation.

- **La forme clinique** ou céto-sique apparaît au cours des 6 semaines de post partum, elle est due à un déficit énergétique chez la vache laitière suite à l'augmentation de la production de lait qui atteint un maximum [67], est reconnue par l'extériorisation des signes cliniques de la maladie qui se présente de deux sortes:

- ♦ La cétose de dépérissement se manifeste par des troubles de comportement alimentaire avec baisse d'appétit, amaigrissement rapide et chute de production lactée. La VL a une haleine d'acétone.

♦ La cétose nerveuse fait apparaître des crises épisodiques d'agressivité et d'ataxie. La réduction du volume de la mamelle traduit l'arrêt de la production de lait. [64]

Selon les études, le seuil limite varie entre 1000 et 1400 $\mu\text{mol/L}$ de β -hydroxybutyrate (BHB) pour l'acétonémie subclinique et ne dépasse pas 2600 $\mu\text{mol/L}$, seuil à partir duquel la vache développe une acétonémie clinique. [68]

Sur le plan biochimique, La cétose se traduit par une hypoglycémie suite à un déséquilibre ou baisse d'apport en glucides alimentaires. Les besoins en glucose sont prédominants en début de lactation pour la production de lait et en fin de gestation pour le développement du fœtus, donc la cétose résulte de la dégradation de l'approvisionnement en énergie et d'une mobilisation exagérée de la graisse corporelle. [64]

III.2. Les types de cétozes :

• **Cétose type I :** Il s'agit de la forme classique de cétose qui apparaît 3 à 6 semaines après vêlage parfois même dès la première semaine (et dans de rares cas avant la mise-bas), qui est un trouble du métabolisme énergétique. Elle est la conséquence d'un déficit énergétique qui induit des déviations du métabolisme en stimulant la mobilisation lipidique et aboutit ainsi à une production excessive en corps cétoniques. Elle peut être primaire ou secondaire [69]. Elle est dite primaire lorsque la cétose est la résultante d'une balance énergétique négative sans autre affection. En revanche, elle est dite secondaire lorsqu'elle fait suite à une maladie ayant entraîné une dépression de l'ingestion et par conséquent, a provoqué un déficit énergétique. [69]

• **Cétose type II (stéatose) :** est une affection rencontrée chez la vache haute productrice, qui arrive trop en état en fin de gestation-début de lactation. La stéatose hépatique correspond à une surcharge en graisse du foie. Face au déficit énergétique, l'organisme répond par une lipomobilisation du tissu adipeux. Et c'est l'intensité du bilan énergétique négatif ainsi que l'état des réserves graisseuses de la vache à ce moment qui conditionnent l'apparition de la stéatose. C'est lorsque les capacités d'élimination des triglycérides du foie sont dépassées que nous aboutissons à la dégénérescence graisseuse [70].

Elle concerne surtout :

- les vaches hautes productrices.
- Elle apparaît chez les vaches qui ont l'état d'engraissement trop élevé (note supérieure ou égale à 4) [71].

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

La stéatose hépatique a des conséquences importantes sur la production de lait, la vache s'amaigrit rapidement (diminution de plus de 1,5 points de l'état corporel), la reprise d'état post partum apparaît tardivement et le pic de lactation sera moins élevé. [72]

- **Cétose butyrique (d'ensilage)** : certains troupeaux ont des problèmes de cétose persistants qui sont causées par l'alimentation cétogène type ensilages [71]. Les ensilages de foin de culture, coupés trop humides ou à faible teneur en hydrates de carbone solubles dans l'eau, favorisent la croissance des bactéries type *Clostridium sp.* Ces bactéries fermentent des glucides en acide butyrique à la place de l'acide lactique désiré.

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

Tableau 05 : Résumé des différents types de cétose observée dans les troupeaux laitiers.
[72]

Résultat	Type de cétose		
	Type I	Type II	Butyrique
Description	Cétose spontanée, cétose de dépérissement	Syndrome de la vache grasse	Ensilages humides
BHB sanguin	Très élevé	Elevé	Très élevé à élevé
AGNE sanguin	Elevé	Elevé	Normale à élevé
Glycémie	Basse	Basse (peut être élevée au début de la maladie)	Variable
Insulinémie	Basse	Basse (peut être élevée au début de la maladie)	Variable
Etat corporel	Normal à maigre	Obèse (mais peut être maigre suite à une forte perte de poids)	Variable
Devenir des AGNE	Corps cétoniques	Stockage sous forme de triglycérides dans le foie puis formation de corps cétoniques	Variable
Néoglucogenèse hépatique	Elevée	Faible voire absente	Variable
Atteinte hépatique	Aucune en général	Stéatose hépatique-lipidose	Variable
Période à risque	3 à 6 semaine après vêlage	1 à 2 semaines après vêlage	Variable
Pronostic	Excellent	Sombre	Bon

III.3. Métabolisme des corps cétoniques :

III.3.1. Origine des corps cétoniques :

Les CC sont constitués de trois substances chimiques qui sont : le β - hydroxybutyrate (BHB), l'acéto-acétate et l'acétone.

- **L'acéto-acétate** synthétisé principalement dans le foie à partir de deux molécules d'acétyl coenzyme A (acétyl-CoA). Ils sont aussi synthétisés par la paroi du rumen et les cellules de la glande mammaire en lactation.
- **Le BHB** est synthétisé aussi dans le foie. Il peut être également synthétisé chez les ruminants dans la paroi du rumen et dans les lames du feuillet à partir du butyrate.
- **L'acétone** dérive de l'acéto-acétate par décarboxylation ou de l'acétate. [72]

III.3.2. Formation des corps cétoniques :

L'hydrolyse des triglycérides du tissu adipeux produits des acides gras non estérifiés. Les AGNE captés par le foie suivent deux grandes voies métaboliques :

- Soit ils pénètrent dans les mitochondries où ils sont dégradés en acétylcoenzyme A intermédiaire, qui peut être transformés en corps cétoniques (oxydation partielle).[73]
- Soit ils restent dans le cytosol où ils sont transformés en triglycérides (estérification), ou alors accumulés dans les hépatocytes lorsque les capacités d'exportation sont saturées.

La production de l'acétyl-CoA peut avoir deux origines:

- ♦ **Origine alimentaire:** chez les ruminants les acides gras volatiles (AGV) produits par la fermentation microbienne intra-ruminale peuvent entraîner la formation de l'acétyl CoA.[74].
- ♦ **Origine métabolique:** la synthèse de l'acétyl CoA peut se faire par l'intermédiaire du pyruvate provenant de la glycolyse; la mobilisation des lipides et de l'oxydation des acides gras libres (AGL) et la désamination des acides aminés glucoformateurs ou des acides aminés cétoènes. De toutes les voies de réutilisation de l'acétyl-CoA, la synthèse des CC est la voie préférentielle d'autant que la "machinerie enzymatique" des hépatocytes est orientée vers l'oxydation intra mitochondriale où a lieu la cétoénese. Les enzymes de la cétoénese sont des enzymes mitochondriales [75].

L'accumulation de l'acétyl-coenzyme A dans le foie se transforme en corps cétoniques déversés dans le sang, le lait et divers tissus (muscles, poumons).

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

La synthèse des CC se fait dans le Cycle de l'hydroxy-méthyl-glutaryl-CoA (HMG-CoA) (Annexe 1) la condensation de deux molécules d'acétyl-CoA conduit à l'acéto-acétyl-CoA dont les propriétés sont masquées par le coenzyme A. L'acéto-acétyl-CoA formé donne un composé-intermédiaire, l'HMG-CoA en présence de la HMG-CoA-synthétase par addition d'une molécule d'acétyl-CoA.

La HMG-CoA grâce à la HMG-CoA-lyase se clive en acétyl-CoA et en acétoacétate, premier CC formé et à partir duquel les autres CC vont être synthétisés. [72].

III.3.3. Rôle des corps cétoniques :

L'acéto-acétate et le BHB sont utilisés comme source d'énergie par les divers tissus comme le muscle, le rein et le cerveau. Ces tissus peuvent réactiver l'acétoacétate qui en présence de succinyl Co A et suite à une thiolyse se scinde en acétyl-Co A pour rentrer dans le cycle de Krebs. [76]

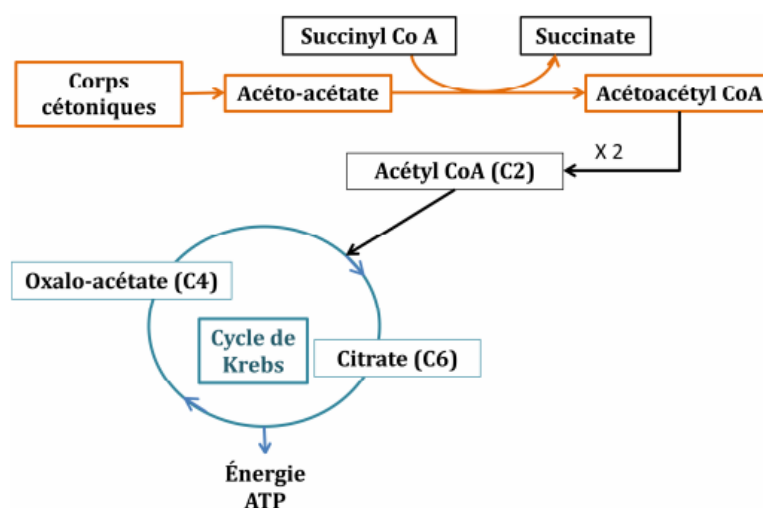


Figure 06 : Devenir des corps cétoniques [77]

III.4. Les paramètres utilisés pour la détection de l'acétonémie :

Le Béta-hydroxybutyrate (BHB) est le plus couramment dosé car il représente environ 80% des corps cétoniques produits lors de cétose. [78]

III.4.1. Les dosages sanguins :

a. Les dosages sanguins BHB :

La concentration de BHB augmente dans les 14 premiers jours de lactation. Pour mesurer le BHB ils utilisent des bandelettes contenant de la bêta-hydroxybutyrate déshydrogénase et un

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

médiateur oxydé (PQ) permettant le transfert d'électrons lors de l'oxydation du BHB en acétoacétate. Cette réaction crée un courant électrique proportionnel à la quantité de BHB dans l'échantillon qui est mesuré par l'appareil.

Ces appareils ont l'avantage de donner un résultat en 10 secondes et d'être suffisamment petit pour être utilisés directement dans l'élevage. Les bandelettes contenant les réactifs sont à usage unique et l'appareil de lecture est réutilisable. [78]

b. Mesure de la concentration en AGNE dans le sang :

Le dosage des AGNE permet d'évaluer le statut énergétique de la vache et l'existence d'une balance énergétique négative, dans les 2 dernières semaines de gestation jusqu'à 5 jours après le vêlage. La concentration sanguine des AGNE varie fortement s'il existe un déficit. [66]. La valeur de référence des AGNE dans le sang pendant le tarissement est inférieure à 0,4 mmol/l, et inférieure à 0,7 mmol/l pendant la lactation. Le dépassement de ces valeurs indique le développement d'une cétose. [66]

c. Evaluation de la glycémie :

L'hypoglycémie apparaît facilement pendant la période de transition chez les vaches laitières [79]. Une hypoglycémie apparue dans les 28 jours avant la mise-bas va favoriser l'hypoglycémie post-partum et donc une balance énergétique négative.

La glycémie est normale si les valeurs sont comprises entre 0,47 et 0,75 g/l

III.4.2. La détection des corps cétoniques sur les urines :

La concentration en corps cétoniques est beaucoup plus importante dans les urines que dans le sang, autour de 4 fois supérieure.

Un test basé sur la réaction de l'acétoacétate avec le nitroprussiate de sodium existe et donne un résultat colorimétrique. Le test utilisé des bandelettes est le Ketostix, qui présentant une sensibilité de 78% et une spécificité de 96%. [80]

L'acétoacétate réagit avec le nitroprussiate de sodium en conditions alcalines, ce qui donne le changement de couleur de blanc à violet (annexe 2). Plus la quantité de corps cétoniques est importante, plus le violet obtenu est sombre et le degré de cétose est donc plus important. [81]

III.4.3. La détection des corps cétoniques dans le lait :

Dans le lait il existe une bonne corrélation avec la cétonémie [63] et les tests réalisés ont bien plus l'avantage que les tests urinaires [82].

Les corps cétoniques présents dans le sang sont en partie excrétés dans le lait. Les outils disponibles pour les détecter sont :

- **Des bandelettes** donnant un résultat semi-quantitatif (Keto-Test® anciennement appelé Ketolac® et Porta BHB®). Elles utilisent la méthode enzymatique de Williamson pour dégrader le BHB en produisant du NADH,H+ qui réduit ensuite un réactif en un produit coloré violet
- **Du nitroprusside en poudre ou en liquide** qui se colore en violet en présence d'acétoacétate ou d'acétone
- **Des méthodes de spectrophotométrie infrarouge et d'analyse d'injection de flux** pour détecter le BHB et/ou l'acétone
- Deux études ont étudié les performances de **l'appareil Precision Xtra®** utilisé sur le lait.

De même, les corps cétoniques peuvent être mesurés par spectrophotométrie sur les échantillons de lait obtenus avec le contrôle laitier. [82]

CHAPITRE IV : RELATION ENTRE NOTE D'ETAT, CORPS CETONIQUE ET REPRODUCTION

IV.1. Relation entre note d'état et reproduction

La baisse de la fertilité et l'allongement de l'infécondité, les anomalies de cyclicité sont aujourd'hui très fréquentes puisqu'elles peuvent concerner de 30 à 50 % des vaches [83].

L'implication de la note d'état corporel et surtout de ses variations en post-partum est largement étudiée, il est important de traiter de cet impact sur la reprise de cyclicité et sur les différents profils de progestérone associés puis, sur les paramètres de fertilité et de fécondité. [83]

IV.1.1. Influence de la note d'état sur la reprise de cyclicité en post-partum :

A. Relation entre BCS et BEN et l'impact sur la reprise de l'activité ovarienne :

En début de lactation, l'augmentation rapide des besoins en énergie entraîne un BEN quelques jours avant vêlage et qui habituellement atteint le nadir environ 2 semaines plus tard [84]. Le moment où le BEN atteint le nadir a été associé avec celui de la première ovulation qui survient environ entre 17 à 42 j post partum avec une moyenne de 30 j [85], le BEN durant les 3 premières semaines de lactation est hautement corrélé avec l'intervalle vêlage- 1 ère ovulation [86].

La perte de NEC est étroitement associée avec les réserves graisseuses corporelles initiales [87]. Chez les vaches trop grasses au vêlage montrent un appétit réduit et un BEN plus sévère que les vaches modérément grasses [38]. Par conséquent les vaches trop grasses subissent une lipomobilisation trop intense et accumulent plus de triacylglycérols au niveau hépatique [88] qui sont associés avec des intervalles vêlage- 1 ère ovulation plus longs et une fertilité réduite.

Un BEN et une perte de NEC plus accusés lors des 30 premiers j PP retardent la survenue de la 1ère ovulation (figure 7). Un nombre significatif de vaches (28 à 50%) demeure anovulatoire au-delà du 50ème j de lactation [85]. Il est évident que les vaches qui ne reprennent pas leur cyclicité sont infertiles, mais même les vaches dont la 1ère ovulation est retardée n'auront pas la possibilité d'exprimer plusieurs cycles œstraux et auront une moindre fertilité.

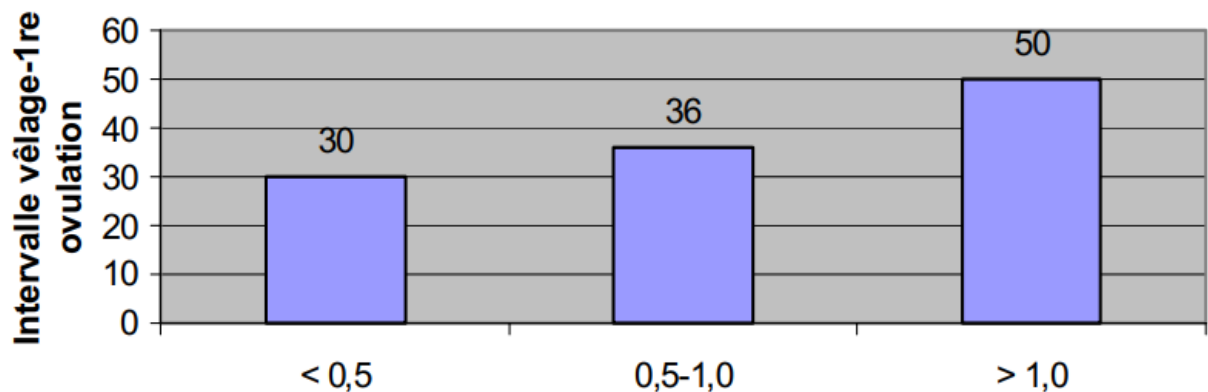


Figure 07 : La perte de BCS retarde la 1 ère ovulation chez la vache laitière en lactation.
[89]

B. Relation entre BCS et parité et l'impact sur la reprise de l'activité ovarienne :

La parité avait un plus grand effet que le BCS au vêlage sur les performances de reproduction.
[90]

a. Chez les génisses :

Une reprise d'activité ovarienne retardée chez les vaches primipares et chez les vaches maigres est associée à des états corporels insuffisants au moment du vêlage. Cette situation est rencontrée lorsque les apports alimentaires dans le dernier tiers de gestation sont insuffisants [91].

La durée de l'anoestrus a été associée à la perte de BCS et était plus longue chez les vaches primipares. [84]

b. Chez les multipares :

Des vaches ayant une perte supérieure à 1,5 entre 0 et 60 jours PP significativement différente selon les profils. On les retrouve en majorité dans les profils d'absence de cyclicité ou de phase lutéale prolongée. 50% des femelles ayant une note minimale inférieure ou égale à 1,5 présentent ce type de cycle (47,4% absence de cyclicité et 41,7% phase lutéale prolongée) [92].

Les auteurs rapportent que l'importance de la note d'état au vêlage et d'une bien moindre importance comparativement à celle de la perte d'état pendant les premiers mois de lactation [93]. L'état corporel est placé comme le paramètre le plus impliqué dans la reprise d'activité ovarienne. Ils trouvent une note d'état corporel à 5, 7, 9, 11 semaines post-partum significativement plus faible pour les vaches présentant une inactivité ovarienne prolongée.

La perte d'état supérieure ou égale à un point apparaît aussi comme un facteur de risque de retard d'activité ovarienne [93].

Finalement, l'évolution de l'état corporel influence significativement la reprise et la régularité de la cyclicité entre 30 et 80 jours PP. Le risque de présenter une phase lutéale prolongée ou une inactivité ovarienne prolongée est plus élevée chez les vaches perdant plus de 1 à 1,5 point entre 0 et 60 jours ainsi que chez celles présentant une note insuffisante à 30 jours de lactation (note < 2). Une note intermédiaire (entre 2 et 2,5) diminue le risque d'activité ovarienne désordonnée. [94].

Les vaches multipares maigres reprennent plus précocement leurs activités cycliques que les vaches primipares grasses. [95]

IV.2. Relation entre le corps cétonique et reproduction

IV.2.1. Impact de la cétose :

Chez la vache laitière trois fonctions, à savoir nutrition, production laitière et reproduction évoluent en début de lactation : la capacité d'ingestion diminue après vêlage, la production laitière augmente et la reprise de la cyclicité est progressive [96].

La cétose subclinique a de nombreux impacts sur les différents paramètres :

a. Impact sur la production de lait :

La cétose subclinique est associée à une diminution non négligeable de la quantité de lait produit. Il a été démontré qu'une hypercétonémie est associée à une diminution de la production laitière de l'ordre de 1 à 1,4 kg de lait par jour (soit 4,4 à 6 % de diminution de la production de lait par jour) [97]. Des vaches présentant une élévation de la concentration en BHB (> 1800 $\mu\text{mol. L}^{-1}$) au cours de la première et la deuxième semaine postpartum BHB (> 1400 $\mu\text{mol. L}^{-1}$), présentent une diminution de la production laitière aux deux premiers contrôles laitiers.

La production laitière est meilleure que chez les vaches non cétosiques (+ 240 kg en moyenne sur l'ensemble de la lactation). [98]

b. Impact sur la reproduction :

L'apparition d'un épisode de cétose subclinique est directement associée à une diminution des performances de reproduction durant la période de vêlage.

ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

Dans le cas d'un déficit énergétique l'hypoglycémie s'installe, l'absence du glucose, perturbe le développement des follicules et la production d'embryon donc le glucose est la principale source d'énergie utilisée par l'ovaire [99].

L'infertilité semble être liée principalement à une insuffisance endocrinienne. La cétose conduit à une diminution de la fréquence des pulses de GnRH car le rétrocontrôle exercé par l'œstradiol sur l'hypothalamus est perturbé. Ceci entraîne une diminution de la sécrétion de LH [100], les ovaires s'atrophient à cause d'une moindre réceptivité à la sécrétion de LH affectant ainsi la croissance des follicules particulièrement par altération des petits follicules et l'anœstrus s'installe avec hypoprogéstéronémie pouvant conduire à une anovulation [101].

Une vache ayant présentée une concentration sanguine en BHB supérieure à 1,400 mmol.L⁻¹ dans les deux premières semaines postpartum voit son pourcentage de réussite à la première insémination artificielle (IA1) diminué de moitié [102]. D'autre part, l'intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante est allongé à 130 voire 140 jours selon les études [103].

Tous ces troubles provoqueraient des avortements, un ralentissement voir un arrêt de l'activité ovarienne et l'absence des chaleurs ou apparition des chaleurs silencieuses.[104]

c. Liens avec les autres maladies du péripartum :

A cause de l'immunosuppression, de nombreuses affections peuvent toucher les vaches laitières en péripartum. La prévalence de celles-ci augmente lorsque la vache est en cétose subclinique.

Parmi elles, il convient de citer :

- Le déplacement de caillette, à gauche comme à droite.
- La rétention placentaire.
- La métrite.
- La mammite.
- La boiterie (fourbure). [105]

CHAPITRE V : MATERIELS ET METHODES

V.1. Partie expérimentale prévu au départ :

Ce diagramme suivant explique l'idée général sur les différentes étapes de notre travail expérimentale prévu au départ.

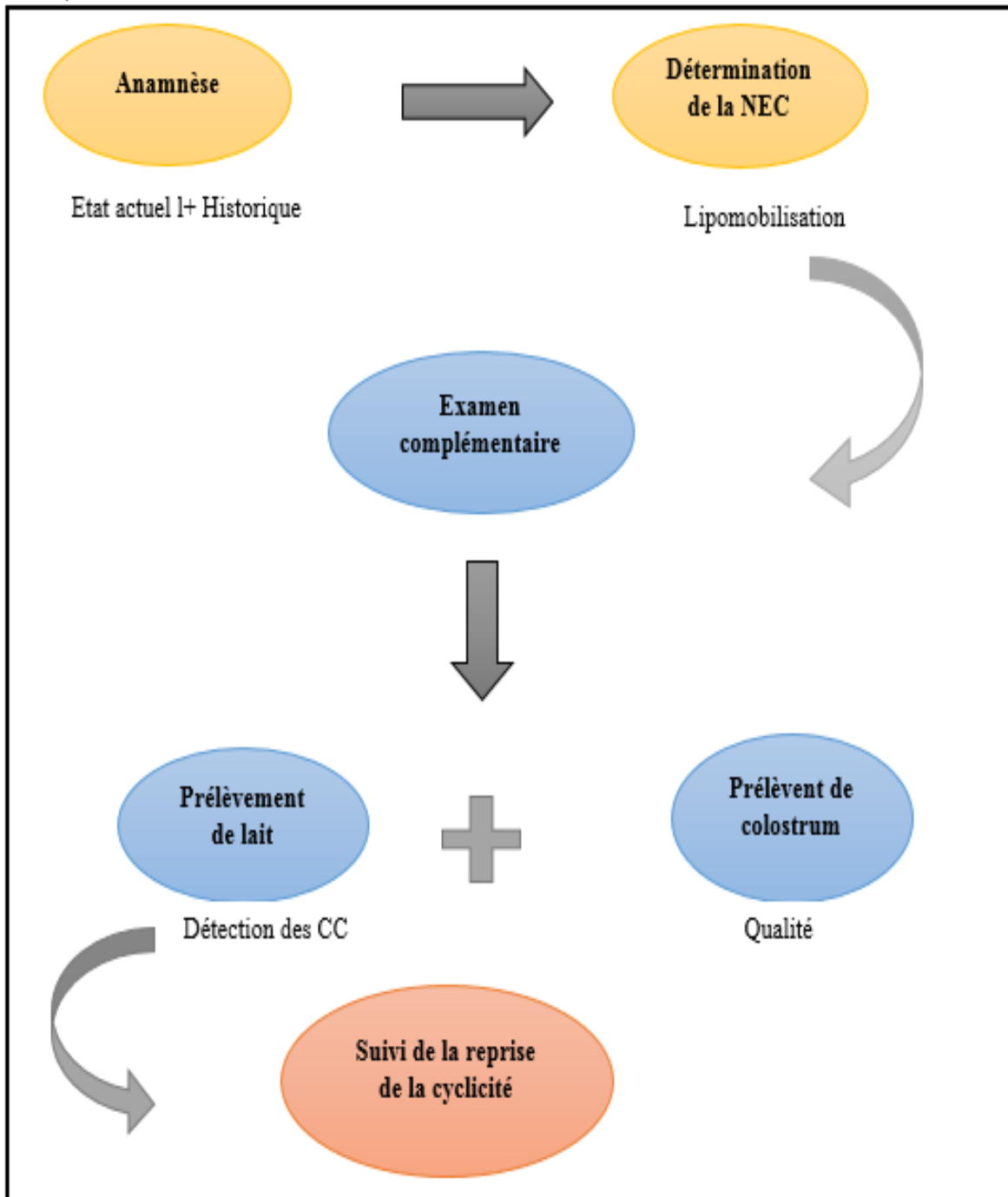


Figure 08 : Diagramme récapitulatif de l'étude expérimentale.

MATERIELS ET METHODES

V.1.1. Objectif :

Etablir le degré de lien entre la note d'état corporel ainsi les corps cétoniques et la reproduction des vaches.

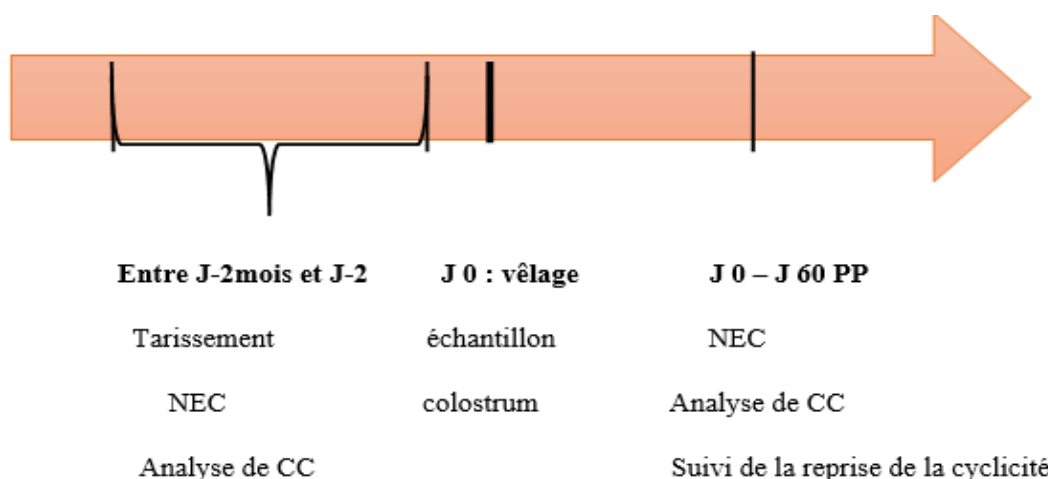
V.1.2. Choix des vaches :

Nous aurions choisi des vaches laitières gestantes et dont la date de vêlage prévue était comprise entre Mars 2020 et Juin 2020.

V.1.3. Matériels utilisés :

- Animaux et élevages : Pour cette étude, vaches laitières de race Montbéliarde (pie rouge) et Holstein (pie noire) ont été prévu utilisées au niveau de centre national de l'insémination artificiel et de l'amélioration génétique (CNIAAG) de Birtouta Alger.
- Matériels stérile (Flacon, bandelettes colorimétriques, Pèse de colostrum).

V.1.4 Plan expérimentale :



V.1.5. Cadre de travail prévu :

a. Anamnèse (état actuel + historique) :

Il est important de pouvoir rassembler les données suivantes :

- Age : date de naissance et le nombre de vêlage.
- Vêlage ou avortement : vêlage normal ou avec des complications (dystocie).
- Chaleurs.
- Inséminations naturelles ou artificielles.

b. Détermination du BCS des vaches :

Nous allons faire la détermination de la note d'état corporel une fois par mois (NEC) par inspection et par palpation :

- du caractère saillant des structures osseuses.
- de la mobilité de la peau.
- de la présence de dépôts graisseux sous-cutanés.

Et cela en se plaçant derrière l'animal, et en palpant avec la main les différentes régions anatomiques choisis dans le cadre du protocole, et en fin nous allons procéder à l'attribution d'une note. Toutes les vaches ont été estimée par le même opérateur selon la méthode décrite par (Ferguson et al., 1994) utilisant une échelle de 5 points est décrite en détail dans l'annexe 4.

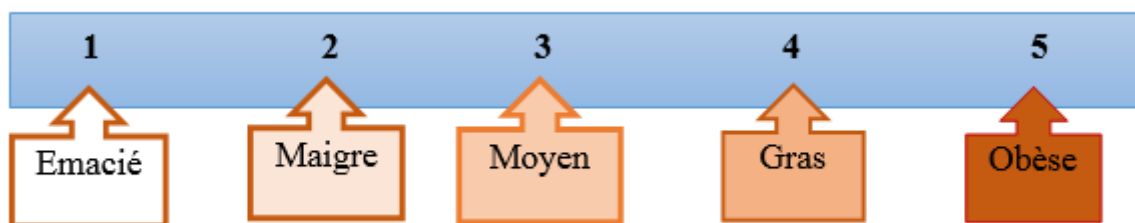


Figure 09 : échelle de la notation de l'état corporel.

Dans notre étude, nous allons effectuer deux estimations d'état corporel à différents stades physiologiques de l'animal, à savoir :

- 2 mois avant vêlage : tarissement.
- J0-J7 : vêlage.
- J30-J60 : mise à la reproduction à nouveau.

c. Prélèvement et analyse de lait : (détection de corps cétonique)

Nous allons faire l'utilisation des bandelettes colorimétriques (Keto-test) pour mesurer la concentration de béta-hydroxybutyrate (BHB) dans le lait, les vaches doivent être dépistées 2mois avant et 2 à 21 jours après le vêlage.

- Prélèvement d'un échantillon de lait : Il faut éviter les courants d'air et les manipulations de fourrages qui pourraient contaminer le lait.

- Nettoyer le trayon avant le prélèvement, avec de l'eau javellisée pour éliminer les matières qui adhèrent à la peau.
- Désinfecter l'extrémité du trayon à l'aide de compresses imbibées d'alcool à 70°.

MATERIELS ET METHODES

- Les prélèvements sont réalisés dans des flacons non stériles de 50 ml.
 - Éliminer les premiers jets dans un flacon à fond noir.
 - Se rincer les mains avec de l'eau javellisée, après chaque passage d'une vache à l'autre.
 - Pour la récolte des jets de lait, le flacon est maintenu incliné de façon à éviter la pénétration des poussières, des pellicules et des poils.
 - Le flacon est pris avec la main gauche et débouché avec la main droite. Le bouchon est pris ensuite avec la main gauche et maintenu face dirigée vers le bas.
 - Les jets de lait nécessaires sont tirés avec la main droite. Le flacon est immédiatement rebouché.
 - Les flacons de lait sont identifiés, numérotés puis rassemblés par lots sur lesquels sont mentionnés tous les renseignements nécessaires (Numéro de boucle, le quartier prélevé et le type d'analyse).
 - Les prélèvements du lait sont placés dans des glacières munies d'accumulateurs de glace et sont acheminés au laboratoire pour analyse.
- On met le tampon de bandelette dans l'échantillon de lait.
- on Retire la bandelette et on Attend une minute puis comparer la couleur de la bandelette avec les couleurs contenues sur l'échelle colorimétrique du flacon. Plus la concentration en BHB est élevée, plus la couleur violette est prononcée, et plus la cétose est importante. Le résultat est positif lorsque la teneur de BHB dans le lait dépasse 100 $\mu\text{mol/l}$.



Figure 10 : Bandelette colorimétrique (Keto-test).

MATERIELS ET METHODES

d. Prélèvement et analyse de colostrum :

Sur ces mêmes vaches, l'éleveur recueille un échantillon de colostrum dans des flacons à prélèvements. Il a eu lieu dans les 4 heures suivant le vêlage.

Les dosages seront réalisés par le pèse-colostrum, ce dernier consiste à déterminer la qualité de colostrum.

MATERIELS ET METHODES

V.2.Etude théorique :

En raison de la propagation du virus Corona COVID-19, nous n'avons pas pu effectuer notre travail pratique, nous avons donc discuté de dix articles qui traitaient de notre sujet.

Nous allons commencer d'abord par un plan expérimentale et un tableau qui récapitule l'ensemble des matériels et les méthodes de nos articles (tableau 04).

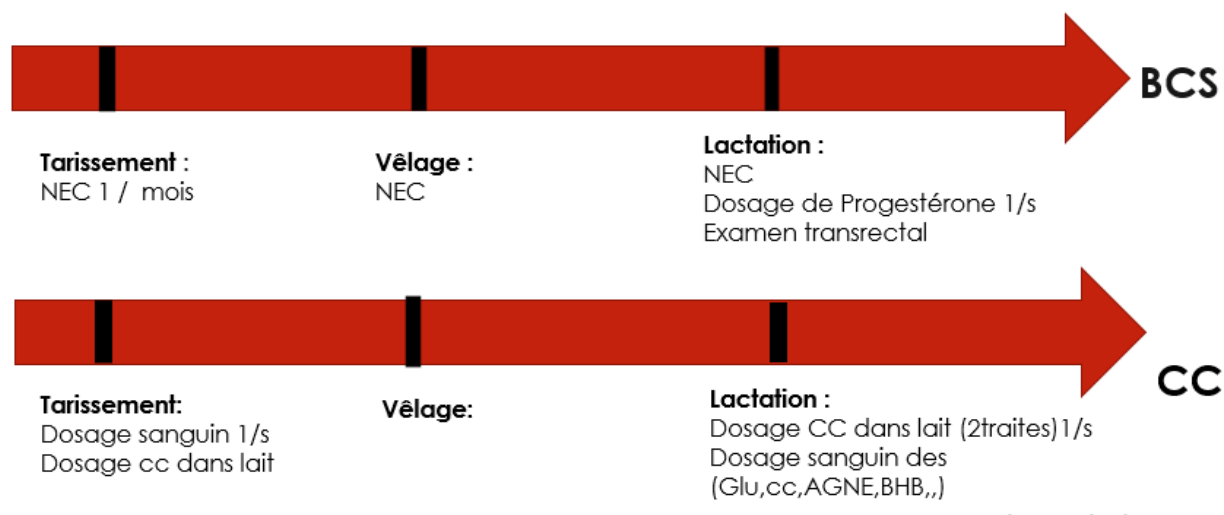


Tableau 04 : Tableau récapitule les Matériels et les méthodes des articles.

Articles	Race	Nombre	Période	Matériels et méthodes
1.Expression et détection des chaleurs, reprise de la cyclicité et perte d'état corporel après vêlage en élevage laitier. [106]	Prim 'Holstein	314	Juillet2004- Mars2005	<ul style="list-style-type: none"> - L'état corporel a été noté une fois par mois sur un échelle 1 à 5. - Les dates de chaleurs détectées entre le vêlage et la 1ère insémination. - La progestérone a été dosée dans le lait une fois par semaine entre 30 et 80 jours post partum par ELISA par compétition. - Toutes les vaches ont été inséminé (IAP) et la progestérone dosée dans le lait le jour de l'insémination (J0) et (J21) plus tard. - Les dates des retours en chaleurs ont été enregistré et une échographie a été pratiqué entre (35-45j) après IAP.

MATERIELS ET METHODES

<p>2. Identification de profils de note d'état caractérisant des primipares et des multipares de race Prim 'Holstein et relations avec le délai de mise à la reproduction. [107]</p>	<p>Prim 'Holstein</p>	<p>488</p>	<p>Juillet2004- Mars2006</p>	<p>- BCS a été noté une fois par mois (0 à 5)</p> <p>- Les notes d'état ont été estimés tous les 30 jours entre le vêlage et les 120j post partum.</p>
<p>3. Etude de la relation entre l'état corporel et la durée de l'anoestrus post-partum de la vache laitière dans l'est Algérien. [108]</p>	<p>Prim 'Holstein</p>	<p>34</p>	<p>Juillet2004- Mars2005</p>	<p>- L'étude s'est déroulée dans la ferme expérimentale "CNIAAG" sise à El-Tarf (ferme A) et la ferme "EUCHI" sise à Constantine (ferme B).</p> <p>- La notation du BCS comprise entre 1,0 (état émacié) et 5,0 (état très gras) a été réalisée à la fin de la période de tarissement et à 15, 30 et 50 jours post partum.</p> <p>- Le dosage de progestérone par un prélèvement de 10ml de sang environ 15,30,50 jours post partum par la méthode de dosage radio immunologique (RIA) pour le suivi de la reprise de l'activité ovarienne post partum.</p> <p>- L'examen gynécologique : Un examen locorégional de l'appareil génital et une palpation transrectale des ovaires et de l'utérus ont été effectués à j30 et j50 post partum pour déterminer la nature des organites ovariens, ils sont basés sur la présence ou l'absence d'un corps jaune (CL) sur l'ovaire au cours du p.p. car seule sa palpation permet d'affirmer qu'une vache a ovulé ou non.</p>
<p>4. Profils de l'état corporel au cours du post-partum chez la vache laitière. [109]</p>	<p>Prim 'Holstein</p>	<p>900</p>	<p>18 mois (1998-1999)</p>	<p>- Evaluation mensuelle de l'état corporel par inspection et palpation des régions lombaire et caudale et en attribuant une note comprise entre 1 (état émacié) et 5 (état très gras).</p> <p>- BCS noté chaque 10 jour.</p>

MATERIELS ET METHODES

<p>5.Impact de l'alimentation péri- et post-partum sur la variation de la note d'état corporel de vaches laitières. [110]</p>	<p>Prim 'Holstein</p>	<p>41</p>	<p>7mois Décembre2010- Juin2011</p>	<p>- Elle s'est intéressée au suivi de la conduite alimentaire (quantité de matière sèche ingérée, apport énergétique, apport azoté) et du rationnement des vaches laitières au cours du post-partum ainsi qu'à l'évaluation du statut énergétique des animaux à travers la notation de l'état corporel et ceci à deux stades : au vêlage et au 2 premiers mois de lactation. - Le BCS a été évaluée chaque (tarissement, vêlage, lactation) sur un échelle 1 à 5.</p>
<p>6.Apport de la note d'état corporel au suivi postpartum de la reproduction de vaches laitières. [111]</p>	<p>Holstein</p>	<p>4</p>	<p>-Décembre 2007 Mai 2008 (cas témoin) - Juin 2008 à Avril 2009 (cas expérimenté)</p>	<p>- Les profils d'états ont été notés durant trois périodes clés du cycle reproducteur (au moment du tarissement, à la mise bas et dans la période de la mise à la reproduction en post-partum) en attribuant une note entre 0 et 5. - L'examen de l'appareil génital (ovaires et utérus) a été réalisé par voie transrectale. A partir du 30ème jour post-partum, chaque vache a fait objet de deux examens transrectaux espacés de 12 à 14 jours afin de suivre l'involution utérine par palpation du cervix, de la bifurcation bicornale et des deux cornes. - La cyclicité de la vache a également été appréciée par la palpation des ovaires.</p>

MATERIELS ET METHODES

<p>7. Evolution chez la vache laitière des teneurs de différents constituants du sang à la fin de la gestation et au début de lactation. Relation avec la sécrétion des matières grasses du lait. [112]</p>	Pie noire	3	4 dernières semaines de gestation et les 6 premières semaines de lactation	<ul style="list-style-type: none"> - Les 3 vaches utilisées, désignées par les lettres A, B et C. - la vache A a reçu 4 kg de luzerne compactée et 3 kg de pulpes à partir du vêlage, qu'ils étaient légèrement insuffisants chez la vache B, et qu'ils étaient très insuffisants chez la vache C, pendant les mêmes périodes. - Un échantillon de beurre a été constitué avec le lait des 2 traites de la journée, les 4e, 8 ou 9 e, 15 e, 22 ou 23 e, et 36 ou 37 e jours de la lactation. La composition en acides gras (AG) des échantillons été mesurée par chromatographie. - Prélèvement de sang une fois par semaine au cours des 3 semaines qui précédaient le vêlage, et les mêmes jours que les échantillons de beurre étaient constitués après le vêlage, le matin juste avant la distribution des aliments, pour mesurer la concentration de glucose, protéine totale, corps cétoniques totaux, des acides gras libre et les lipides totaux.
<p>8. Evolution, au début de la lactation, de la sécrétion des principaux acides gras du lait et de la concentration en acides gras libre du sang chez la vache. [113]</p>	Pie rouge	9	au cours des six premières semaines de lactation	<ul style="list-style-type: none"> - Trois de ces vaches ont reçu une ration de fourrage composée de foin de luzerne normal et de foin de luzerne condensé (broyé et aggloméré dans la proportion de 1 à 3 environ les 6 autres une ration de foin de luzerne normal, d'ensilage d'herbe et de 20 kg de betteraves. - La quantité de lait a été pesée à chacune des 2 traites journalières ; le taux butyreux a été mesuré chaque jour du matin et du soir, la composition en acides gras des TG a été mesurée, chaque semaine. - Trois prélèvements journaliers de sang ont été effectués à 6 h, avant le premier repas.

MATERIELS ET METHODES

<p>9. Influence relative de quelques facteurs zootechniques sur les paramètres sanguins autour du vêlage chez les vaches laitières.</p> <p>[114]</p>	Pie noire	Quatre lots de (25 + 2)	En période de tarissement et lactation.	<p>- le lot 1 recevait une ration complète (ensilage de maïs et concentré) ; le lot 2 de l'ensilage de maïs et du complément de distribution automatique ; le lot 3 était nourri à l'herbe pendant le tarissement, une ration complète (ensilage de maïs et concentré) pendant la lactation ; le lot 4 recevait de l'ensilage de maïs additionné de concentré pendant la lactation.</p> <p>- Quatre prélèvements sanguins à la veine jugulaire ont été effectués (Jours - 30, + 10, + 30, + 45 par rapport au vêlage), 2 h après le repas du matin, pour le dosage des corps cétoniques et d'autres paramètres sanguins (glucose, βhydroxybutyrate, acétoacétate, lactate, AGNE, cholestérol total...).</p>
<p>10. Evolution de différents paramètres sanguins du métabolisme énergétique chez la vache laitière en début de lactation.</p> <p>[115]</p>	Pie noire	38	<p>Octobre 1979- Janvier 1980</p> <p>15 jours avant- 8 semaines après vêlage</p>	<p>- Prélèvements ont eu lieu 3 fois par semaine (lundi, mercredi, vendredi) pendant les cinq premières semaines de lactation.</p> <p>- Dosage de glucose, les AGNE, le BHB, l'acétone.</p> <p>- Tous les vaches ont été alimentés de la même façon.</p>

CHAPITRE VI : RESULTATS ET DISCUSSION

Ce tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des résultats et des objectifs de nos articles.

Tableau 05 : Compilation de l'ensembles des résultats et objectifs des différents articles étudiés.

Articles	Objectifs	Résultats
1	étudier la reprise de cyclicité <i>post-partum</i> , l'expression des chaleurs et les performances de reproduction en relation avec l'état corporel après vêlage chez des vaches laitières hautes productrices.	<p>- La note d'état corporel au vêlage a été ≤ 3 pour 39 % des vaches, comprise entre 3 et 3,5 pour 28 % et $> 3,5$ pour 33 %.</p> <p>- La perte d'état corporel entre le vêlage et 60 j PP a été < 1 pour 35 % des vaches, comprise entre 1 et 1,5 pour 35 % et $\geq 1,5$ pour 30 % des vaches.</p> <p>- Cinq profils de cyclicité ont pu être définis : profil normal (73,45 %), inactivité ovarienne (7,3 %), interruption de cyclicité (4 %), phase lutéale prolongée (9,45 %) et activité ovarienne désordonnée (5,8 %).</p> <p>- Le taux de gestation à 35 jours a été de 47,8 %.</p> <p>Les incidences de non fécondation ou mortalité embryonnaire précoce (NF-MEP) et mortalité embryonnaire tardive (MET) ont été respectivement de 36,4 et 25,3 %.</p> <p>- Par ces études ils sont arrivés à l'absence totale de relation entre NEC au vêlage, profil de cyclicité et les performances d reproduction après IA.</p>
2	'identifier des profils d'état corporel en début de lactation caractérisant les primipares et les multipares et d'étudier l'influence sur la mise à la reproduction.	<p>- Profils d'état corporel entre 0 et 120 jours post-partum chez les primipares à J0 [3,4-4] à J120 [1,9-3,2] et chez les multipares à J0 [2,5-3,5] à J120 [1,5-2,8].</p> <p>- Quatre profils ont été identifiés : bon état corporel, perte d'état élevée après vêlage, reprise d'état rapide et état insuffisant. Les profils des multipares ont été en moyenne 1/2 point en dessous de ceux des primipares.</p> <p>- Ces profils ont influencé la cyclicité post-partum et la fécondité.</p>

RESULTATS DISCUSSION

3	<p>établir la relation qui pourrait exister entre l'état corporel des vaches laitières relevé et la reprise de leur activité ovarienne p.p. dans la région de l'est algérien.</p>	<p>- L'examen transrectal a révélé à j30 Post partum la présence d'un CL chez 5,88% des VL, d'un CL mal défini chez 14,70% et l'absence d'organites palpables chez 79,94%. A j50 pp., 20,59 % des VL ont présenté un CL palpable, 5,88 % un CL mal défini et 73,53% une absence de CL palpable.</p> <p>- L'involution utérine était complète chez toutes les vaches à j 30 PP.</p> <p>- Le BCS péripartum ne diffère pas significativement entre groupes ($p > 0,05$). La reprise de l'activité ovarienne post partum semble être significativement influencée par la parité et les conditions d'élevage.</p>
4	<p>Déterminer le profil moyen de l'état corporel au cours post-partum et analyser sa variation sous l'effet de divers facteurs chez les vaches laitières.</p>	<p>- l'état corporel moyen est égal à 2.8 dans les 10 premiers jours de lactation, cette valeur diminue pour atteindre un niveau minimum de 2.5 entre le J51-J60 de lactation, elle augmente ensuite et atteint des valeurs moyennes de 3.1, 3.5 et 3.4 respectivement entre 291 et 300, 351 et 360, 391 et 400 jours PP cette évolution a été significativement influencée par le stade pp, la saison de vêlage et l'état d'engraissement de l'animal au moment du part.</p> <p>- L'augmentation des AG inhibe la capacité d'ingestion alimentaire (perte d'appétit et mobilisation des réserves graisseuses) permet d'expliquer la diminution rapide de l'état corporel, ce phénomène implique une balance énergétique négative et la baisse de productivité et de fécondité.</p>

RESULTATS DESCUSSION

5	<p>l'influence des niveaux d'apports nutritifs de différentes rations en période de vêlage et au post-partum sur la variation de la note d'état corporel en début de lactation.</p>	<p>- la note moyenne de l'état corporel des vaches laitières était de $3,52 \pm 0,43$ deux mois avant le part et de $3,63 \pm 0,46$ à 1 mois avant vêlage.</p> <p>- En début de lactation, et en raison de l'augmentation des besoins de la production laitière, et de la diminution des apports nutritionnels suite à la baisse de la capacité d'ingestion, les vaches laitières puisent sur leurs réserves pour combler ce déficit alimentaire et faire face à la forte demande d'énergie. La perte d'état corporel pendant cette période est donc inévitable et systématique surtout pour des fortes laitières, en revanche, elle est significativement proportionnelle à l'état d'engraissement au vêlage</p> <p>- Après le premier tiers de lactation, l'état corporel commence à se rétablir progressivement pour atteindre une note de $3,43 \pm 0,46$ en fin de lactation.</p>
6	<p>La réalisation d'un suivi d'élevage en utilisant la note d'état corporel (NEC), d'apporter des solutions à certaines imperfections afin d'améliorer les performances des bovins et de voir dans quelle mesure la NEC permet de suivre l'activité ovarienne postpartum.</p>	<p>- Au vêlage, 31 vaches sur 40 soit 77,5% présentent un BCS supérieur ou égal à 2,5, 10 vaches (32,2%) ne sont pas cyclées, et 21 sont cyclées (67,75%). Au pic de lactation, 25 vaches (62,5%) ont un BCS inférieur à 2,5, 11 sont cyclées (44%) et 14 vaches non cyclées (56%). Durant cette même période, 15 vaches (37,5%) présentent un BCS supérieur ou égal à 2,5. Parmi elles, 12 sont cyclées (80%) et 3 non cyclées (20%). 82,5% des vaches présentent une diminution de la note d'état corporel d'un demi-point au moins du vêlage au pic de lactation.</p> <p>- 9 sur 40 vaches, 22,5%, sont en anœstrus vrai par inactivité ovarienne et 5 vaches sur 40, 12,5%, sont en anœstrus vrai par corps jaune persistant et 23 vaches sur 40, 57,5%, présentent une activité ovarienne normale, 3 sur 40 vaches, 7,5% ont des follicules kystiques.</p>

RESULTATS DESCUSSION

7	Etudier l'évolution de la concentration des différentes classes de lipides plasmatiques à la fin de la gestation et au début de la lactation, et celle de leur composition en acides gras.	<p>- Le bilan énergétique été positif pour la vache A et négative jusqu'à la troisième semaine de lactation pour les 2 autres vaches, mais de façon plus importante pour la C que pour la B.</p> <p>- La somme des concentrations des AG, mesurées par chromatographie, des 4 classes de lipides (AGL, TG, PI, et EC) a été minimale au début de la lactation et a également augmenté ensuite.</p> <p>- Les teneurs du sang en corps cétoniques totaux et en acétone + acétoacétate ont également augmenté après le vêlage pour être maximales entre la 1^{er} et la 3^{ème} semaine de lactation pour les vaches les plus sous-alimentées. Cinq à six semaines après le vêlage, elles sont revenues à des valeurs semblables à celles qui étaient observées avant le vêlage.</p>
8	Relier les variations de la composition en acides gras des matières grasses du lait à celles des acides gras libres du plasma au cours des 6 premières semaines après le vêlage.	<p>- la teneur en matières grasses a diminué au cours des 6 premières semaines de lactation.</p> <p>- Pour les 7 vaches normales le bilan énergétique est très nettement négatif dans les jours qui suivent le vêlage, mais il s'améliore ensuite et devient équilibré après 5 ou 6 semaines de lactation, pour les 2 autres vaches, le bilan énergétique nettement positif juste après le vêlage.</p>
9	Montrer qu'outre le stade physiologique, d'autres facteurs zootechniques ont un effet sur certains paramètres sanguins.	<p>- Un effet significatif majeur du stade physiologique pour une hypoglycémie et une hypercétonémie associées à une lipomobilisation mise en évidence par l'augmentation du taux d'acides gras non estérifiés.</p> <p>- La valeur des paramètres sanguins chez les vaches laitières autour du vêlage dépend de la ration et de nombreux autres facteurs : le stade physiologique, le niveau de production, la perte de poids après le vêlage et l'âge des animaux, dont il devra être tenu compte lors de leur interprétation.</p>

RESULTATS DESCUSSION

10	Étudier les relations entre ces différents paramètres et le bilan énergétique, afin de préciser les circonstances des modifications du métabolisme énergétique survenant à cette période critique de la lactation.	<ul style="list-style-type: none">- Entre la dernière semaine de gestation et le 2^e jour de la lactation, le bilan énergétique restait négatif, les teneurs plasmatiques en AGNE et surtout en glucose ont présenté une chute importante- Les teneurs en corps cétoniques augmentaient fortement pour l'acétone et le BHB. A partir du moment où le bilan énergétique est redevenu positif (fin de la 3^{ème} semaine de lactation), les teneurs en AGNE n'ont plus varié et sont restées à un niveau très faible jusqu'en 8^e semaine de lactation, tandis que les teneurs en glucose augmentaient.- Il existe une liaison curvilinéaire étroite et négative entre les teneurs en corps cétonique et en glucose.
----	--	--

Discussion

Plusieurs études ont été faites par plusieurs chercheurs qui ont montré l'existence d'une relation entre la note d'état corporel et les corps cétoniques et leur impact sur la reprise de l'activité ovarienne.

Dans 60% des articles ayant abordé le sujet de la note d'état corporel [106], [107], [108], [109], [110],[111], : 66.66% ont montré qu'il existe une relation avec la reproduction [107], [109], [110], [111], et 33,33 % restant ont montré qu'il n'y a pas de relation [106], [108].

Notons que 100% des articles ont trouvé que La vache doit avoir un BCS en début de tarissement qui tourne autour de [3,5 – 3,75] et le garder jusqu'à la mise bas, cela doit être atteint grâce à une alimentation appropriée où durant les 40 premiers jours du tarissement, l'animal reçoit une alimentation qui l'empêche de s'engraisser, dans les 3 semaines qui précèdent le vêlage, il faut revenir au régime de lactation pour préparer l'adaptation de la microflore du rumen au régime de lactation, dans cette partie de la gestation et jusqu'au pic de lactation il faut essayer de garder les mêmes types d'aliments, ce qui permet d'assurer la croissance du fœtus en fin de gestation, préparer la mamelle, produire le colostrum et par la suite le lait pendant la lactation.

dans les derniers jours de gestation l'augmentation du poids et le volume du fœtus entraîne la diminution de la capacité ruminale, ce qui limite la quantité d'aliment peut ingérer, donc la vache va avoir un bilan énergétique négatif, [116], alors en début de lactation et jusqu'au pic de

RESULTATS DESCUSSION

lactation, la note d'état commence à diminuer pour atteindre une valeur inférieure ou égale à 2,5, les vaches laitières auront du mal à assurer leur besoin sur la seule base de leur alimentation et donc feront systématiquement appel à leurs réserves adipeuses qu'elles mobilisent pour répondre à l'augmentation de la production laitière et pour combler ses besoins [111]. Au fur et à mesure que la lactation progresse, vers 8-12 semaines de lactation, la vache laitière récupère la perte enregistrée depuis le vêlage doit être compris entre [2,5-3,5], ce rétablissement de l'état corporel observé est la conséquence d'une reprise de la capacité d'ingestion due à l'augmentation du rumen, la diminution progressive de la production laitière.

Pour les 66,66% des travaux, une diminution significative de l'état corporel au vêlage, est une manifestation de l'utilisation des réserves corporelles qui est une cause majeure d'un déficit énergétique. Cette perte correspond à une diminution pondérale de 56kg [109]. En effet les vaches grasses sont prédisposées après le vêlage à une mobilisation intense des graisses, donc plus la note d'état corporel au vêlage est élevée plus la perte d'état post partum sera très intense et prolongée [110], ceci provoque des pathologies post partum ce qui influe sur la baisse de fécondité chez les vaches vêlant [110]. L'augmentation de l'état corporel post partum après 60ème jour est très difficile, traduite par la reconstitution des réserves énergétique de l'animal, elle est liée au rétablissement de sa capacité d'ingestion.

On observe qu'il y'a une corrélation positive entre la matière sèche ingérée au vêlage et la note d'état corporel au 2ème mois pp ; plus l'ingestion de la matière sèche au part est insuffisante, plus la note d'état corporel au 2ème mois après le vêlage est basse [110].

Les examens rectaux et les dosages de progestérones effectués en post-partum pour le suivi de la reprise de l'activité ovarienne, ont permis de détecter certaines pathologies, de savoir s'il y a eu œstrus et de prévoir approximativement les prochaines chaleurs [108] [111].

Selon à titre d'exemple (GRIMARD et AL 1992), les vaches qui sont en bon état ont plus de chances d'être cyclées et donc d'être fertiles que les vaches maigres [111].

Par contre 33,33% des auteurs n'ont pas trouvé une relation entre le BCS et la reproduction, car le BCS post partum ne différait pas significativement entre les différents groupes. La reprise de l'activité ovarienne Post partum semble être significativement influencée par la parité, la saison et les conditions d'élevage. [108]

40% des articles qui ont abordé le thème des corps cétoniques [112] [113], [114], [115], selon les études faites l'alimentation influe sur la présence des corps cétonique.

RESULTATS DESCUSSION

Au cours des dernières semaines de gestation, les besoins augmentent en relation avec la croissance fœtale. De plus, dans les derniers jours de gestation, les besoins énergétiques augmentent à cause de la production des constituants du colostrum [117] et la capacité d'ingestion diminue, cette baisse d'ingestion est une cause majeure du déficit énergétique de fin de gestation et de début de lactation. Face à ce déficit énergétique [118] une hypoglycémie s'installe, l'organisme va lipomobiliser du tissu adipeux dans les premières semaines qui suivent le vêlage pour combler ces besoins corporels, cette mobilisation est associée à une augmentation de la concentration sanguine en AGNE, ils proviennent des triglycérides du tissu adipeux hydrolysés au cours d'une baisse d'appétit.

Le statut énergétique peut être également évalué par le suivi des concentrations sanguines en glucose, AG, AGNE, cholestérol, BHB, corps cétoniques [119], à cause des variations très importantes et rapides des paramètres du métabolisme énergétique à cette période, témoin d'un changement brutal de l'état du bilan énergétique. Ces variations s'amorcent à partir du 3^e jour de lactation et se poursuivent tant que l'accroissement de la production laitière [115].

Les AGNE sont plus massivement captés par le foie et sont soit oxydés en absence de glucose, afin de produire de l'énergie, soit estérifiés pour faire des réserves dans le cas d'un hyperglycémie (Figure 11) [120], et les AGNE non captés par le foie, sera utilisée par la mamelle pour la synthèse des matières grasses. Ils seront à l'origine des acides gras longs du lait et peuvent entraîner une hausse du taux butyreux en cas de déficit énergétique au début de lactation [121]. Les teneurs plasmatiques en AGNE et en glucose en présentant une chute importante et cela à cause de la transformation des AGNE en CC par une oxydation incomplète au début de lactation [126] (hypoglycémie, hypercétonémie), (Voir figure 12), mais il s'améliore et devient équilibré après 5 ou 6 semaines de lactation [118].

AGNE sont donc le reflet du degré de mobilisation des réserves en graisses [118] Plus la durée de BEN est prolongée plus la concentration de corps cétonique reste élevé, donc la reprise de l'activité ovarienne est retardée.

Une perte de poids qui se matérialise par une baisse du BCS et la production de corps cétoniques qu'on pourra doser dans le sang et dans le lait, la vache se trouvant dans un état d'hypoglycémie. La cétose conduit à une diminution de la fréquence des pulses de GnRH car le rétrocontrôle exercé par l'œstradiol sur l'hypothalamus est perturbé. Ceci entraîne une diminution de la sécrétion de LH [100], les ovaires s'atrophient à cause d'une moindre réceptivité à la sécrétion de LH affectant ainsi la croissance des follicules particulièrement par altération des petits follicules et l'anœstrus s'installe avec hypoprogéstéronémie pouvant conduire à une anovulation on

RESULTATS DISCUSSION

comprend alors très bien le lien, entre l'évolution du BCS, et des corps cétoniques comme témoins de la glycémie ambiante dans le cadre de la conduite de la reproduction chez la vache.

Selon les différents résultats en peut dire qu'il existe relativement une forte relation entre les deux paramètres (CC, BCS) qui influe sur la reproduction bovine.

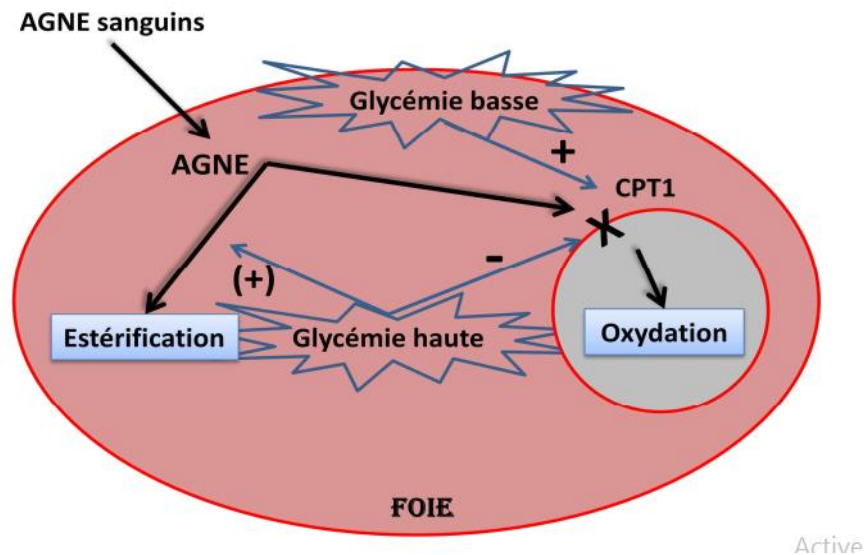


Figure 11 : Influence du glucose sur le devenir des AGNE dans la cellule hépatique. [122]

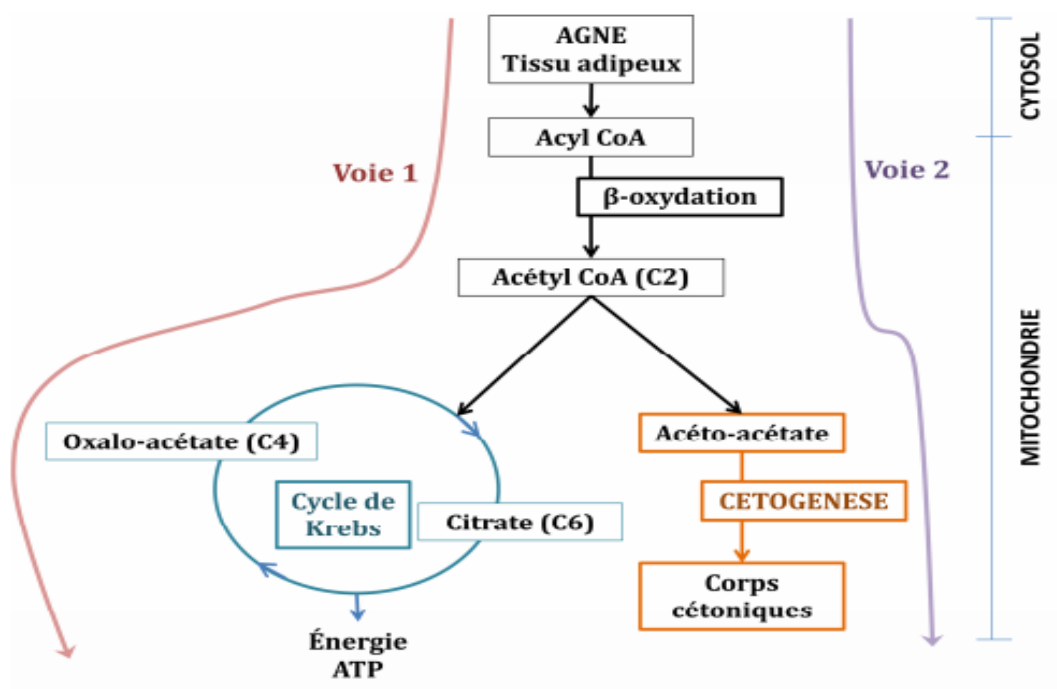


Figure 12 : les voies oxydatives des acides gras non estérifiés. [123]

Tableau 06 : Résumé des résultats et discussions des articles.

Articles	Relation avec la reproduction	Résultats	Discussion
NEC	66.66% il y'a une relation avec la reproduction	<ul style="list-style-type: none"> - BEN en début de lactation - Perte NEC <2,5 - Augmentation des AG - NEC commence à rétablir après 1^{er} tiers de lactation 	<ul style="list-style-type: none"> - BEN due à une Lipomobilisation des réserves entraine une augmentation des AG - la perte NEC à cause d'un BEN, une perte de 1 -1,5 en début de lactation provoque des pathologies : métrite, rétention placentaire - Les vaches qui sont en bon EC ont plus de chances d'être cyclées et d'être fertiles - La reprise de l'activité ovarienne PP a été significativement influencé par la NEC
	33.33% pas de relation avec la reproduction	<ul style="list-style-type: none"> - 5 profils de cyclicité différents - La NEC ne diffèrait pas entre les différents groupes 	<ul style="list-style-type: none"> - La reprise de l'activité ovarienne PP semble être significativement influencée par la parité, saison de vêlage, condition d'élevage
CC	100% relation avec la reproduction	<ul style="list-style-type: none"> - BEN négatif, les teneurs en_matières grasses diminue au début de lactation - Une hypoglycémie et une hyperacétonémie - Teneurs de sang en CC augmente 1^{er} - 3 ème semaines de lactation 	<ul style="list-style-type: none"> - Le BEN en début de lactation due à l'augmentation brutale des besoins nutritifs, l'incapacité d'ingestion ceci provoque la mobilisation corporelle ce qui induit l'augmentation [AGNE] - Transformation des AGNE en CC - BEP après 5 à 6 semaines grâce à le retour de la vache à son état stable - Plus la durée de BEN est prolongée plus la concentration de CC reste élevé donc la reprise de la cyclicité est retardée

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Conclusion

La notation de l'état corporel et les corps cétoniques peuvent constituer un outil de diagnostic intéressant dans l'évaluation de l'équation des besoins d'énergie.

D'autre part les variations non maîtrisées de l'état corporel sont associées à des troubles de la reproduction : métrites, dystocie et kystes ovariens, et des troubles métaboliques : cétose.

Donc la perte d'état corporel serait signe d'un déficit énergétique, la vache aura une ingestion insuffisante ce qui aurait pour effet la mobilisation et l'utilisation des réserves corporelles pour combler ce déficit, ce qui se traduit par la production de corps cétoniques.

Si cette mobilisation des réserves se fait trop rapidement ou dure trop longtemps ses effets sur la reproduction et la santé de la vache seront néfastes.

A ce titre ces deux paramètres (le BCS et les corps cétoniques), influent positivement ou négativement sur la reprise de l'activité ovarienne et peuvent être utilisées comme des éléments de suivi de la reproduction chez la vache.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BLIBLIOGRAPHIQUES

1. **BADINAND F, BEDOUET J, COSSON JL, HANZEN C, VALLET A** : Lexique des termes des physiologies et pathologies et performances de reproduction chez les bovins. Ann Vétérinaire, 2000, 144: 289-301.
2. **MADANI T, YAKHLEF H AND MARIE M.**: Effect of age at first calving on lactation and reproduction of dairy cows reared in semi-arid region of Algeria. Livestock Research for Rural Development 20, 2008, Article #6. <http://www.lrrd.org/lrrd20/6/mada20092.htm> consulté le 29/04/2020
3. **WOLTER R** : Alimentation de vaches laitières. Ed : France Agricole. Paris, 1992, ; p2.
4. **GROS L** : Impact du bilan énergétique sur l'inflammation génitale chez la vache laitière. Thèse de Docteur vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse, école national vétérinaire, 2015, 23p.
5. **ENJALBERT F**, : Alimentation de la vache laitière, cours de T1 pro pathologie du bétail, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 2017b.
6. **BEAM, S. W., & BULTER, W. R**: Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. Journal of Reproduction and Fertility Supplement-, 1999 411-424
7. **MIALOT J.P, HOUARD J, CONSTANT F, CHASTANT-MAILLARD S** : Les kystes ovariens chez la vache. Point Vet, 2005, 36 (N° spécial reproduction des ruminants) : p. 90-93.
8. **SWENSON (M.E.) (ed)** : "Dukes' physiology of domestic animals." Ithaca and London, Cornell University Press, tenth edition, 1984, 922p
9. **GAYRARD, V** : Physiologie de la reproduction des mammifères. Ecole Nationale Vétérinaire, Toulouse, 2007, 198p.
10. **DERIVAUX J, ECTORS F** : Reproduction chez les animaux domestique – 3ème édition revue. Louvain-La-Neuve : Cabay, 1986, 1141 p.
11. **THIBIER (M.)** : "Le cycle sexuel de mammifères domestiques.", Economie et Médecine Animales, 1976, 17 (3) : 117–177.
12. **WATTIAUX, M** : Chapitre I, système de reproduction du bétail laitière, guide technique laitière, reproduction et sélection génétique, université de Wisconsin à madison, institue de Babcock pour la recherche et le développement internationale de secteur laitier, 2006.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 13. BRUYAS :** Cycle œstral et détection des chaleurs. Dépêche vétérinaire, 1991, supplément 19, 9-14
- 14. INRAP :** Reproduction des mammifères d'élevages : Enseignement agricole, formation professionnelle. Paris, France: Foucher Editions, 1991, 240 p.
- 15. WEAVER LD -** Effects of nutrition on reproduction in dairy cows - Vet Clin of North Amer: Food Anim Pract, 1987; 3: 513-521
- 16. HAFEZ ESE -** Reproduction in farm animals - 6th edition. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993, 573 p.
- 17. ZDUNCZYK, S., MWAANGA, E.S., MALECKI-TEPICHT, J., BARANSKI, W. AND JANOWSKI T.,** "Plasma progesterone levels and clinical findings in dairy cows with post-partum anoestrus", Bull. Vet. Inst, Puławy, n° 46, 2002, 79 - 86.
- 18. CHASTANT-MAILLARD S, FOURNIER R, REMMY D :** Actualités sur le cycle de la vache Point Vet, 2005 ; numéro spécial (36) : 10-15
- 19. DARWASH, A.O., LAMMING, G.E. AND ROYA, M.D:** "A protocol for initiating oestrus and ovulation early post-partum in dairy cows", Animal Science, n° 72, (2001), 539
- 20. HUSSAIN, A.M.,** "Bovine uterine defence mechanisms": a review, Journal of Veterinary Medicine, n° 36, 1989, 641 - 651.
- 21. RAWSON, L.E.A., LAMMING, G.E. AND FRY, R. M:** "The relationship between ovarian hormones and uterine infection", Veterinary Record, n° 65, (1953), 335 - 341.
- 22. BENCHARIF, D., TEINTURIER, D., SLAMA, H., BRUYAS, J.F., BATTUT, I. ET FIENI, F.,** "Prostaglandines et post-partum chez la vache", Revue Méd. Vét, (2000), 151, 5, 401- 408.
- 23. GRIMARD B, DISENHAUS C :** Les anomalies de reprise de la cyclicité après vêlage Point Vet, 2005,36 (N° spécial reproduction des ruminants) : p.16-21
- 24. WEBB R, NICHOLAS B, GONG JG, CAMPBELL BK, GUTIERREZ CG, GARVERICK HA, ARMSTRONG DG:** Mechanisms regulating follicular development and selection of the dominant follicle – Reprod Suppl, 2003; 61: 71-90
- 25. FERGUSON, J.D. AND OTTO, KA.,** "Managing Body Condition in Dairy Cows", Cornell University; Ithaca, NY, (1989), 75 p. Proceedings of the 1989 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 26. MARKUSFELD, O., GALON, N. AND EZRA, E.,** “Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows”, *Vet. Rec*, n° 141, (1997), 67 – 72.
Relationship to Selected Production Characteristics. *Journal of Dairy Science*, 65(3), 495–501.
- 27. GARNSWORTHY, P.C:** The effect of energy reserves at calving on performance of dairy cows. In: Garnsworthy P.C., ed. *Nutrition and lactation in the dairy cow*. London Butterworth, 1988, 157p
- 28. FLAMENBAUM, I., D. WOLFENSON, P.L. KUNZ, M. MAMAN, AND A. BERMAN:** Interactions between body condition at calving and cooling of dairy cows during lactation in summer. *J. Dairy Sci.* 1995 78 :2221-222
- 29. FERGUSON, J. D., GALLIGAN, D. T., & THOMSEN, N.:** Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 1994 77(9), 2695–2703.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77212-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X)
- 30. WHITTIER JACK C., BARRY STEEVENS, AND WEAVERDAVID:** Body Condition Scoring of Beef and Dairy Animals. Agricultural publication G2230 Reviewed Septembre 15, 1993
- 31. GHORIBI L :** Etude de l’influence de certains facteurs limitants sur les paramètres de reproduction chez les bovins laitiers dans des élevages d’Est Algérien. Thèse de doctorat Vétérinaire, 2011, 169p
- 32. ROCHE JR, DILLON PG, STOCKDALE CR, BAUMGARD LH, VANBAALE MJ:** Relationships among international body condition scoring systems. *J. Dairy Sci*, 2004, 87 :3076-3079. :10.3168/jds. S0022-0302(04)73441-4
- 33. PIERRE FROMENT :** thèse Note D’état Corporel Et Reproduction Chez La Vache Laitière, école nationale vétérinaire d’Alfort, Année 2007. P27. 28.29.
- 34. VULGARISATION AGRICOLE :** Notation de l’état corporel des bovins laitières. Body Condition Scoring (BCS) vulgarisation agricole 5.6.1 alimentation, 2006 consulté le 24/05/2020 (www.agridea.ch).
- 35. SCHRODER U. J. ET STAUFENBIEL R:** Invited review: Methods to Determine Body Fat Reserves in the Dairy Cow with Special Regard to Ultra sonographic measurement of Back Fat Thickness. *J. Dairy Sci.* 2006, 89 :1–14. *Sci*, 71 (4) : 1063-1072.
- 36. DRAME E.D., HANZEN C., HOUTAIN J.Y., LAURENT Y., FALL A :** Profil de l’état corporel au cours du post-partum chez la vache laitière. *Ann. Med. Vét.*, 1999, 143: p.265-270

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 37. WALTNER S.S., McNAMARA J.P., HILLERS J.K.,** Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. *J Dairy Sci*, 1993, 76: p. 3410-3419.
- 38. WHITTIER J.C, BARRY SET WEAVER D.** Body condition scoring of beef and dairy animals. Agricultural publication G2230-Reviewed September 15, 1993.
- 39. DULPHY, J-P ; ROUEL, J :** Note sur la capacité d'ingestion des vaches laitières en fin de lactation. *INRA Prod. Anim.*,1988, 1(2), 93-96.
- 40. SERIEYS F :** Le tarissement des vaches laitières. Edition France agricole, 1997 p : 220-224.
- 41. BARRET J.P :** Zootechnie générale agriculture d'aujourd'hui sciences, technique, applications. Ed Lavoisier. Paris 1992 (252), 108-116.
- 42. BLAUW, H ; HERTOOG, G.D; KOESLAG, J :** L'élevage de vaches laitières : plus du lait grâce à une meilleure gestion. Série Agrodok, 14, 3 édition, édition Digigrafi, Wageningen, Pays Bas. 2008
- 43. JARRIGE R, :** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. INRA. Paris (467), 1988, 18-56.
- 44. YENNEK N :** Effet des facteurs d'élevage sur la production et la qualité de lait de vache en région montagneuse. Thèse magister en Agronomie, Tizi- Ouzou, 2010, pp : 11-20.
- 45. WOLTER R, :** Alimentation de la vache laitière. 3 Edition France Agricole, 1997, 263.
- 46. KESSEL S; STROEHIL M; MEYER H.H.D; HISS S; SAUERWEIN H; SCHWARZ F.J ET BRUCKMAIER R.M:** Individual variability in physiological adaptation to metabolic stress during early lactation in dairy cows kept under equal conditions. *Journal of Animal Science*. 6 juin 2008. Vol. 86, n° 11, pp. 2903-2912. DOI 10.2527/jas.2008-1016.
- 47. GARNSWORTHY, P.C., TOPPS, J.H:** "The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets", *Anim. Prod*, n° 35, (1982), 113 – 119.
- 48. GEARHART M.A., CURTIS R., ERB H.N., SMITH R.D., SNIFFEN C.J., CHASE L.E., ET AL:** Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins. *J Dairy Sci*, 1990, 73: p. 3132-3140
- 49. BUTLER W.R:** Nutrition, negative energy balance and fertility in the post-partum dairy cows. *Cattle practice*, 2005, 13 (1): p. 13-17

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 50. HADY P.J., DOMEQ J.J., KANEENE J.B:** Frequency and precision of body condition scoring. *J Dairy Sci*, 1994, 77: p. 1543-1547
- 51. GERLOFF B.J.,** Body condition scoring in dairy cattle. *Agri-practice*, 1987, 8 (7) : p. 31-36.
- 52. MEISSONNIER E :** Tariesement modulé, conséquence sur la production, la reproduction et la santé des vaches laitières. *Point Vét*, 1994, 26: p. 69-75
- 53. GEARHART, M.A., CURTIS, C.R., ERB, H.N., SMITH, R.D., SNIFFEN, C.J., CHASE, L.E. AND COOPER, M.D.,** “Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins”, *J. Dairy Sci*, n° 73, (1990), 3132 – 3140
- 54. MORROW, D.A., HILLMAN, D., DADE, A.W. AND KICHEN, H.,** “Clinical investigation of a dairy herd with the fat cow syndrome”, *J. Am. Vet. Med, Assct*, n° 74, (1979), 161 - 167.
- 55. FERGUSON, J.D., BYERS, D., FERRY, J., JOHNSON, P., RUEGG, P. AND WEAVER, L.,** Round table discussion: “Body condition of lactating cows”, part 1. *Agri-Practice*, 15(4), (1994), 17. In David I. Byers, 1999. *Practical On-Farm Suggestions for Managing Body Condition, Dry Matter Intake for Optimum Production, Reproduction and Health*. <http://www.wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/1999/chap15.htm>
- 56. BAZIN S, RUEGG P:** Interrelationships between energy balance and post-partum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci*, 1989, 72 : p. 767-783.
- 57. BAZIN S :** Grille de notation de l'état d'engraissement des vaches pies-noires. ITEBRNED. 1984, Paris (France). 31p
- 58. ENJALBERT F :** conseil alimentaire et maladies métaboliques. *Point Vét*, 1995,27 (N° spécial maladies métaboliques) : p.39-45
- 59. PICTON I :** Canicule et reproduction chez la vache laitière, 2004.
- 60. GRUMMER RR:** Strategies to improve fertility of yielding dairy farms management of the dry period. *Theriogenology*, 2007, 68:281.
- 61. COFFY M. P; EMMANS G.C ET BROTHERSTONE S:** Genetic evaluation of dairy bulls for energy balance traits using random regression. *Animal Science Glasgow*. 2001, Vol. 73, n° 1, pp. 29–40.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 62. SALAT, O :** Les troubles du péripartum de la vache laitière : risques associés et moyens de contrôle. Péripartum disorders in dairy cows: associated risks and control measures., Bull. Acad. Vét. France - 2005 - Tome 158 - N°2.
- 63. MAURANT, C :** Physiologie de la cétose de la vache laitière et analyse des profils épidémiologiques et biochimiques de cas spontanés. Thèse de docteur vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire de Lyon. 2004, 17-29pp.
- 64. DJALAL KHALIL ARDJOUN :** Impact de la cétose sur la reproduction chez la Jersiaise en élevage intensif cas de la ferme de WAYEMBAM dans la zone péri-urbaine de Dakar, 2004.
- 65. ERB H.N.,** Interrelationships among production and clinical diseases dairy cattle: a review. Can Vet J, Juin 1987, 28, 6: 326-329
- 66. ANDERSSON L.,** Subclinical ketosis in dairy cows, Veterinary clinics of north america: Food animal practice, 1988, 4, 2: 233-251
- 67. SAKHA M., AMERI M., ROHBAKSH A.,** Changes in blood β -hydroxybutyrate and glucose concentrations during dry and lactation periods in Iranian Holstein cows. Comp Clin Pathol, 2006, 15 : 221-226
- 68. FOURNET, A.G.D :** Conduite à tenir en cas de d'acétonémie subclinique. Enquête auprès des vétérinaires de terrain. Thèse de doctorat vétérinaire. Ecole vétérinaire nationale d'Alfort, 2012, pp 27
- 69. LEAN, I.J., ET AL.** Bovine ketosis: A review. I. Epidemiology and pathogenesis. *Veterinary Bulletin*. December 1991, Vol. 61, 12, pp. 1209-1218.
- 70. BOBE, G., YOUNG, J.W. ET BEITZ, D.C.** Invited review: Pathology, etiology, prevention and treatment of fatty liver in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2004, Vol. 87, pp. 3105-3124.
- 71. DUFFIELD T.,** Minimizing subclinical metabolic diseases in dairy cows. *WCDS Advances in dairy Technology*, 2006, 18 : 43-55
- 72. BRUGERE-PICOUX. J :** Maladies métaboliques chez la vache laitière et biochimie clinique. *La Dépêche technique*., 1995, (46) : 1-30.
- 73. ADEWUYI A.A; GRUYS E; ET EERSENBURG F.J.C.M. van:** Non esterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle. A review. *Veterinary Quarterly*. 2005, Vol. 27, n° 3, pp. 117-126.
- 74. WOLTER R. :** Alimentation de la vache laitière. - Paris : éd France Agricole. 1992, 223p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 75. CHEVRIER P.** : Nutrition : Cétogénèse et malnutrition. LS.B.,1986, (4) : 319-321.
- 76. WEIL J. H.** : Biochimie générale. DUNÜD. Paris. 9^e édition. 2001, 655p.
- 77. CUVELIER, C., ET AL** : Transport sanguin et métabolisme hépatique des acides gras chez le ruminant. Annales de Médecine Vétérinaire. 2005, Vol. 149, pp. 117-131.
- 78. ABBOTT DIABETE CARE INC.** : Clinical Evaluation of a Faster, Smaller Sample Volume Blood β -Ketone Test Strip. Abbott diabetes care Inc., 2006, ART10927 6/0
- 79. XIA C., WANG Z., LI Y. ET AL.**, Effect of hypoglycemia on performances, metabolites, and hormones in periparturient dairy cows. Agricultural Sciences in China, 2007, 6, 4: 505-512
- 80. J. CARRIER, S. STEWART, S. GODDEN, J. FETROW, ET P. RAPNICKI**, « Evaluation and Use of Three Cowside Tests for Detection of Subclinical Ketosis in Early Postpartum Cows », J. Dairy Sci., vol. 87, no 11, p. 3725-3735, nov. 2004.
- 81. Z. ZHANG, G. LIU, H. WANG, X. LI, ET Z. WANG**, « Detection of Subclinical Ketosis in Dairy Cows », Pak Vet J, p. 5, 2012.
- 82. ENJALBERT F., NICOT M.C., BAYOURTHE C., MONCOULON, R., 2001**: Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: relationship between concentrations and utilization for detection of subclinical ketosis. Journal of Dairy Science, 2001, Volume 84, Pages : 583–589
- 83. PONSART C., DUBOIS P., CHARBONNIER G., LEGER T., FRERET S., HUMBLLOT P** : Evolution de l'état corporel entre 0 et 120 jours de lactation et reproduction des vaches laitières hautes productrices. In: Journées nationales des GTV. Nantes, 23 24 25 mai 2007, 347-356
- 84. BUTLER, W.R. AND SMITH, R.D.**, “Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle”, J. Dairy Sci, n° 72, (1989), 767 – 783.
- 85. STAPLES, C.R., THATCHER, W.W. AND CLARK, J.H.**, “Relationship between ovarian cows”, J. Dairy Sci, n° 73, (1990), 938 – 947.
- 86. BUTLER, W.R., EVERETT, R.W., COPPOCK, C.E.**, “The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows”, J. Anim. Sci, n° 53, (1981), 742 - 748.
- 87. HOLMES, C.W., BROOKES, I.M., NGANNSAK, S., MITCHELL, K.D. AND DAVEY, A.W.F.**, “The effects of different levels of feeding at different stages of lactation on milk production and condition score change of Friesian cows of high or low breeding index”, (1985),

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Page 424 in Proc. Conf. Aust. N.Z. SOC. Anim. Rod., AlburyWodonga, Aust. Aust. SOC. Anim. prod., Warragul.Victoria, A

88. OTTO, K.L., FERGUSON, J.D., FOX, D.G. AND SNIFFEN, C.J., “Relationship between body condition score and composition of ninth to eleventh rib tissue in Holstein dairy cows”, J. Dairy Sci, n° 74, (1991), 852.

89. BUTLER, W.R., “Nutrition, negative energy balance and fertility in the postpartum dairy cow”. CATTLE PRACTICE VOL.13 PART 1, (2005), BCVA.

90. MEIKLE, A., KULCSAR, M., CHILLIARD, Y., FEBEL, H., DELAVAUD, C., CAVAVESTANY, D. AND CHILIBROSTE, P., “Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow”, Reproduction, n° 127, (2004), 727 – 737.

91. ENNUYER M. Post-partum réussi=gestation suivante. In : Journées nationales des GTV. Dijon, 17 18 19 mai 2006, 229-238

92. TOUZE J.L., LAIGRE P., THOMERET F., BOSC M., GRIMARD B., Anomalies des profils de rétablissement de la cyclicité post-partum chez la vache laitière Prim Holstein : relations avec les caractéristiques zootechniques. Renc. Rech.Ruminants, 2004, 11: p. 400.

93. SHRESTHA H.K., NAKAO T., HIGAKI T., SUZUKI T., AKITA M., Relationships between body condition score, body weight, and some nutritional parameters in plasma and resumption of ovarian cyclicity postpartum during pre-service period in highproducing dairy cows in a subtropical region in Japan. Theriogenology, 2005, 64 : p. 855- 866.

94. DISENHAUS C., KERBRAT S., PHILIPOT J.M., La production laitière des 3 premières semaines est négativement associée avec la normalité de la cyclicité chez la vache laitière. Renc. Rech.Ruminants, 2002, 9: p. 147-150.

95. VERITE, R. & CHILLIARD, Y: “Effect of age of dairy cows on body composition changes throughout the lactation cycle as measured with deuteriated water”, Annales de Zootechnie, n° 41, (1992), 118.

96. LAROCHE JL. ET BOYER. S.,: Production laitière: Prendre le taureau par les cornes, 2002 Accès Internet : http://www.coopfed.qc.ca/Coopérateur/contenuArchives/mars_02/p48.htm

97. DOHOO, I.R., ET AL: Subclinical Ketosis: Prevalence and Association with Production and Disease. Canadian Journal of Comparative medicine. 1984, Vol. 48, pp. 1-5.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 98. DUFFIELD, T. F., ET AL:** Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows. Journal of Dairy Science. 2009, Vol. 92, 2, pp. 571-580.
- 99. GRIMARD B. :** Nutrition, production laitière et reproduction chez la vache laitière: Aspects métaboliques. Draveil. Commission Bovine : 2000, 35-37
- 100. MONGET, P., ET AL :** Les Interactions métabolisme-reproduction chez les Bovins - Influence de la balance énergétique sur la fonction ovarienne. Proceeding Congrès de la Buiatrie - Québec. Juillet 2004
- 101. LAMB G. C. :** Nutrition et reproduction : Fragile équilibre 2002. Accès Internet: <http://www.agrireseau.qc.ca/bovinsboucherie/documents/reproduction.htm> consulté le 08/06/2020
- 102. WALSH, R. B., ET AL:** The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of post-partum dairy cows. Journal of Dairy Science. 2007, Vol. 90, pp. 2788-2796.
- 103. ANDERSSON, L:** Subclinical Ketosis in Dairy Cows. Veterinary Clinics of North America. Juillet 1988, Vol. 4, 2, pp. 233-251.
- 104. VAGNEUR M., HENAUT f. et WOLTER R :** Biochimie de la vache laitière appliquée à la nutrition. La Dépêche Technique., (28) : 1-22, 1992
- 105. D. RABOISSON, M. MOUNIE, ET E. MAIGNE,** « Diseases, reproductive performance, and changes in milk production associated with subclinical ketosis in dairy cows: A meta-analysis and review », J. Dairy Sci., vol. 97, no 12, p. 7547-7563, déc. 2014.
- 106. S. FRERET, G. CHARBONNIER, V. CONGNARD, N. JEANGUYOT, P. DUBOIS, J. LEVERT, P. HUMBLLOT, C. PONSART :** Expression et détection des chaleurs, reprise de la cyclicité et perte d'état corporel après vêlage en élevage laitier. La région Rhône-Alpes, 2005
- 107. C. PONSART, T. LEGER, P. DUBOIS, G. CHARBONNIER, S. FRERET, P. HUMBLLOT, UNCEIA :** Identification de profils de note d'état caractérisant des primipares et des multipares de race Prim 'Holstein et relations avec le délai de mise à la reproduction. La région Rhône-Alpes, 2006
- 108. K. MIROUD, A. HADEF, R. KAIDI :** Etude de la relation entre l'état corporel et la durée de l'anoestrus post-partum de la vache laitière dans l'est algérien. Algérie, 2012
- 109. DRAME E.D, HANZEN CH, HOUTAIN J. Y, LAURENT Y, FALLA :** Profils de l'état corporel au cours du post-partum chez la vache laitière. Belgique, 1999

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 110. M K GHOZLANE, M BOUAMRA ET S TEMIM.** : Impact de l'alimentation péri- et post-partum sur la variation de la note d'état corporel de vaches laitières. Algérie, 2012
- 111. RADHWANE SAIDI, DJAMEL KHELEF, RACHID KAIDI.** : Apport de la note d'état corporel au suivi postpartum de la reproduction de vaches laitières dans le centre algérien. Algérie, 2013
- 112. J.B. COULON, B. REMOND, M. DOREAU, M. JOURNET, JEANNE FLECHET, RENEE LEFAIVRE, B. MARQUIS, CLAIRE RENEE** : Evolution de différents paramètres sanguins du métabolisme énergétique chez la vache laitière en début de lactation. *Annales de biologie animale, biochimie, biophysique*, 1973 13 (3) 363-380
- 113. C. DECAEN, NON RENSEIGNE, RENEE LEFAIVRE, LOUISE TOULLEC, Y. MANIS, ET AL.** Evolution au début de la lactation, de la sécrétion des principaux acides gras du lait et du sang chez la vache. *Annales de biologie animale, biochimie, biophysique*, 1967, 7 (2), pp.131-143.
- 114. F. ANDRÉ S. BAZIN** : Influence relative de quelques facteurs zootechniques sur les paramètres sanguins autour du vêlage chez les vaches laitières. *Reprod. Nutr. Dévelop*, 1987, 27 (1B) 301-304
- 115. J.B. COULON, B. REMOND, M. DOREAU, M. JOURNET, JEANNE FLECHETI, ET AL.** Evolution de différents paramètres sanguins du métabolisme énergétique chez la vache laitière en début de lactation. *Annales de Recherches Vétérinaires, INRA Editions*, 1985,16 (3), pp.185-193.
- 116. WEAVER LD.** Effects of nutrition on reproduction in dairy cows. *Vet. Clin. of North Amer.: Food Anim. Pract.*, 1987, 3, 513-521.
- 117. CONVEY, E.M.** Serum hormone concentration in ruminants during mammary growth, lacto genesis, and lactation : a review. *Journal of Dairy Science*. 1973, Vol. 57, 8, pp. 905-917.
- 118. DUFFIELD, T.** Monitoring strategies for transition dairy cows for special patients. *63rd CVMA Convention*. 2011.
- 119. VAGNEUR M.** Biochimie de la vache laitière appliquée à la nutrition. *La Dépêche Technique*, 1992, 28, 26 p
- 120. CUVELIER, C., ET AL. 2005.** Transport sanguin et métabolisme hépatique des acides gras chez le ruminant. *Annales de Médecine Vétérinaire*. 2005, Vol. 149, pp. 117-131.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 121. AUBADIE-LADRIX, M.** La cétose de la vache laitière. *Bulletin des GTV*. Avril 2011, 59, pp. 79-88.
- 122. HERDT, T.H.** Ruminant adaptation to negative energy balance. *Veterinary Clinics of North America : Food Animal Practice*. July 2000, Vol. 16, 2, pp. 215-230.
- 132. SALAT, O :** La stéatose hépatique. Affections hépatiques chez les bovins avec un focus sur les méthodes diagnostiques. s.l. : La Dépeche Technique, 2012, Vol. 130, pp. 3-7

Annexes

Annexe 1 :

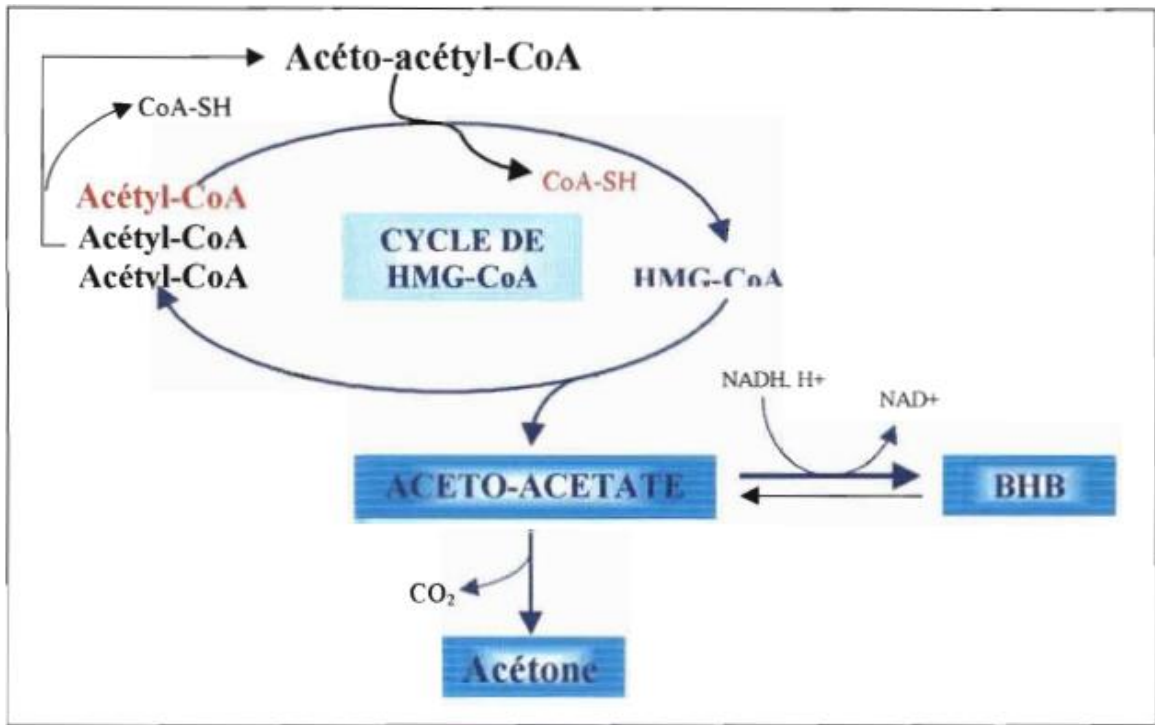


Figure 01 : Schéma de la Synthèse des CC

Annexe 2 :

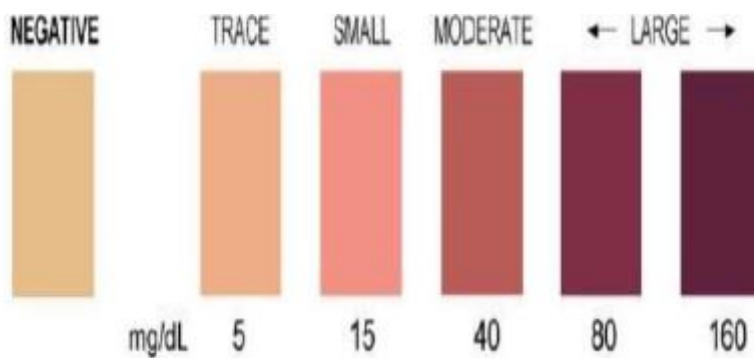


Figure 02 : Seuils semi-quantitatifs du test urinaire Ketostix®

Annexe 3 : Méthode de Ferguson pour l'évaluation du BCS

La méthode la plus utilisée afin d'évaluer la condition physique basée sur des critères uniques mise en place par Ferguson **and al.** (1994). La note d'état corporel a été simplifiée en utilisant les principales descriptions des changements uniques pour chaque classe de note (voir le tableau). La note d'état corporel est dans un intervalle de (1 à 5) selon Ferguson.

ANNEXES

Les étapes de la notation suivies sont selon Elanco 1996 :



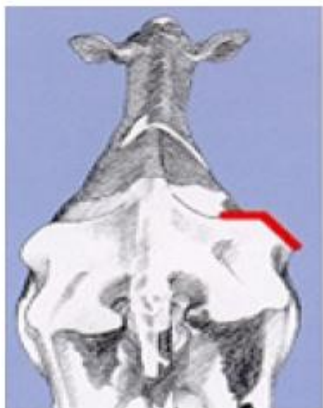
Si la ligne forme un croissant ou "U" aplati, la note est supérieure ou égale à 3,25.



Si la ligne forme un "V" aplati, la note est inférieure ou égale à 3.



Tubérosité de la hanche arrondie, la note de l'état corporel est égale à 3,0.



Tubérosité de la hanche est angulaire, la note de l'état corporel est inférieure à 2,75.

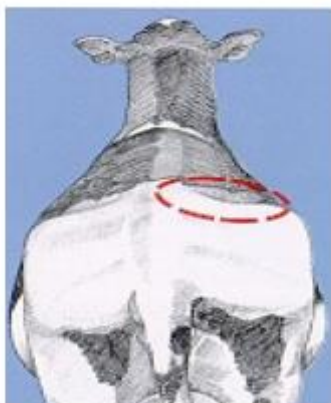
ANNEXES



Les ligaments iliosacrés et ilio-coccygiens sont visibles, la note de l'état corporel est égale à 3,25.

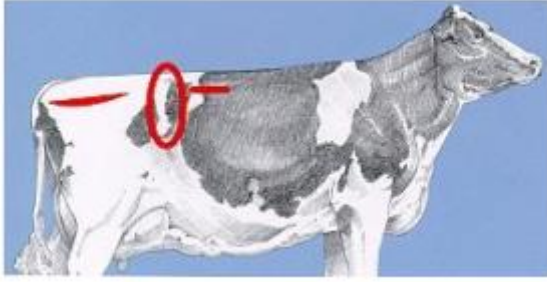


Les ligaments iliosacrés sont visibles et les ligaments ilio-coccygiens à peine visibles, la note de l'état corporel est égale à 3,50.



Les ligaments iliosacrés sont à peine visibles et les ligaments ilio-coccygiens non visibles, la note de l'état corporel est égale à 3,75.

ANNEXES



Les ligaments iliosacrés sont à peine visibles et les ligaments ilio-coccygiens non visibles, la note de l'état corporel est égale à 3,75.

