

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
École Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences vétérinaires

# **Mémoire de fin d'études**

Pour l'obtention du diplôme de Docteur

En

Médecine vétérinaire

**THEME**

## **Impact de l'alimentation sur les paramètres de reproduction des vaches laitières**

**Présenté par :**

Melle Mansouri Massilia

Melle Aliouane Thiziri

Soutenu publiquement le 26 septembre 2021 devant le jury :

M. Hamdi TM

Pr (ENSV)

Président

Mme Bouhamed R

MCB (ENSV)

Examinatrice

M. Goucem

MAA (ENSV)

Promoteur

2020/2021

## **Déclaration sur l'honneur**

Je soussignée **MANSOURI Massilia**, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

**Signature**

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized representation of the name.

## Déclaration sur l'honneur

Je soussignée **ALIOUANE Thiziri**, déclare être pleinement consciente que le **plagiat** de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute **forme de support**, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur **ainsi qu'une fraude** caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les **sources** que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

**Signature**

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

# Remerciements

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur, Dr Goucem, pour son savoir-faire, ses conseils, sa compétence, sa patience, son enthousiasme et l'attention avec laquelle il a suivi et dirigé ce travail.

Nous tenons, de même, à remercier les membres de jury :

Professeur Hamdi, pour l'honneur qu'il nous fait de présider le jury de soutenance. Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance. Nos vifs remerciements vont également au Dr Bouhamed, qui a aimablement accepté d'examiner ce modeste travail.

Nous adressons notre profonde reconnaissance à tout le personnel de l'exploitation de l'ITELV pour nous avoir si bien accueillies et guidées tout au long de notre stage.

Nous remercions enfin tous ceux qui nous ont aidées, de près ou de loin, pour la réalisation de ce travail, surtout le personnel de la bibliothèque de l'ENSV.

Sans oublier les vétérinaires praticiens qui ont été généreux avec nous, et tous les enseignants de l'école pour nous avoir formées.

## ***Dédicaces***

*Je tiens à remercier :*

*Mes **chers parents**. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être. Ce travail est le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation. Que Dieu vous garde, je vous aime, je vous souhaite la joie, le bonheur et la sérénité.*

*Mon cher frère **Massinissa** et mes chères sœurs **Lynda et Céline**.*

*Mon homme et mon meilleur ami **Lyes** pour son amour, sa compréhension, son encouragement, son aide et sa présence dans les bons et les mauvais moments de ma vie, que Dieu nous garde ensemble pour toujours.*

*Je remercie **mes amies**, spécialement **Magui, Massilia, Thiziri, Bouchra, Céline, Nacera et Lina** pour leur accompagnement, leur aide et leur soutien.*

*Bonne chance à vous, je vous souhaite la réussite dans vos vies*

*Merci et bon courage à toutes mes amies d'étude de l'école et de la cité.*

*Tout le personnel de l'**ENSV** et de la **cité universitaire El Alia** qui ont été indispensables pour ma formation.*

*Je remercie tous ceux qui, par leurs encouragements, leur aide, leurs conseils ou leurs critiques, ont contribué à la réalisation de ce travail.*

**MASSILIA**

## ***Dédicaces***

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes chers parents ma mère et mon père, pour leur patience,  
leur amour, leur soutien et leurs encouragements.*

*A mes chers grands parents qui m'ont élevée et toujours  
soutenue.*

*A mes sœurs : Lina, Dyhia, Ghania, Souaad et Dahbia, mes  
frères : Tahar et Madjid et mes adorables nièces : Anna et Léa.*

*A mes oncles, tantes, cousins et cousines.*

*A toutes mes amis : Massi, Magui, Mamas, Lina, Nacira,  
Céline, Khaoula, Naïma et Hmimi.*

*A toute ma promotion vétérinaire 2016-2021.*

*Thiziri*

## Liste des figures

Figure 1 : Fourrage vert.....	9
Figure 2 : Ensilage d'herbe.....	11
Figure 3 : Ensilage de maïs.....	11
Figure 4 : Ensilage de pulpes humides.....	11
Figure 5 : Céréales immatures.....	12
Figure 6 : Foin.....	12
Figure 7 : Paille.....	13
Figure 8 : Luzerne.....	13
Figure 9 : Courbe théorique de la lactation et ses paramètres.....	19
Figure 10 : Note 1.....	22
Figure 11 : Note 2.....	23
Figure 12 : Note 3.....	23
Figure 13 : Note 4.....	23
Figure 14 : Note 5.....	23
Figure 15 : Notions de fertilité et de fécondité.....	32
Figure 16 : Logement pour les veaux non sevrés.....	34
Figure 17 : Logement pour les vaches tarées.....	34
Figure 18 : Logement des vaches en stade de lactation.....	34
Figure 19 : Salle de traite.....	35
Figure 20 : Matériels d'insémination artificielle utilisés.....	36
Figure 21 : Insémination artificielle effectuée à l'ITELV.....	36
Figure 22 : Race prim'holstein présente dans l'exploitation.....	37
Figure 23 : Race Montbéliarde présente dans l'exploitation.....	37
Figure 24 : Race Brune des alpes présente dans l'exploitation.....	38
Figure 25 : Stock d'aliments.....	38
Figure 26 : Abreuvoirs présents dans l'exploitation.....	43
Figure 27 : Rapport fourrage/concentré des rations étudiées.....	43
Figure 28 : Pourcentage des vaches avec un BCS inférieur à 2, selon la ration.....	46
Figure 29 : Types de chaleurs au sein de l'élevage.....	48
Figure 30 : Pourcentage d'utilisation des produits de synchronisation.....	48
Figure 31 : Intervalle vêlage-vêlage.....	49
Figure 32 : Intervalle vêlage-première insémination.....	50
Figure 33 : Intervalle vêlage-insémination fécondante.....	51

## **Images échographiques**

Image échographique 1 : Ovaire présentant 5 follicules.....	26
Image échographique 2 : Corps jaune mature.....	27
Image échographique 3 : Coupe longitudinale d'une corne utérine en période péri-œstrale.....	27
Image échographique 4 : Coupe Transverse d'une corne utérine en période péri-œstrale.....	28

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques de l'herbe selon le stade de végétation.....	9
Tableau 2 : Rendement, composition chimique et valeurs nutritionnelles de l'ensilage de maïs.....	10
Tableau 3 : Besoins d'entretien de la vache laitière entravée, en fonction du poids vif.....	16
Tableau 4 : Besoins de gestation de la vache laitière.....	17
Tableau 5 : Besoins de gestation en vitamines chez la vache laitière.....	17
Tableau 6 : Besoins de production (énergie et azote) en fonction du TB et du TP (g/kg) du lait.....	18
Tableau 7 : Besoins de production pour différentes quantités de lait standard.....	18
Tableau 8 : Interprétation des signes d'évaluation de l'état corporel.....	22
Tableau 9 : Principaux signes de chaleurs observés.....	30
Tableau 10 : Principaux indices d'évaluation de la fécondité à l'échelle du troupeau et des objectifs à atteindre.....	33
Tableau 11 : Principaux indices d'évaluation de fertilité à l'échelle du troupeau et des objectifs à atteindre.....	34
Tableau 12 : Utilisation du taux d'urée dans le lait comme reflet de l'efficacité de l'alimentation protéique sur la reproduction.....	38
Tableau 13 : Impact de la ration azotée sur la fertilité.....	39
Tableau 14 : Nombre de vaches laitières présentes dans la ferme.....	37
Tableau 15 : Pourcentage en matière sèche des rations distribuées.....	41
Tableau 16 : Différentes rations distribuées aux vaches durant la période d'étude.....	42
Tableau 17 : Valeurs nutritives des aliments disponibles dans l'étable.....	44
Tableau 18 : Valeurs nutritives des rations distribuées et production laitière.....	45
Tableau 19 : Intervalle vêlage-vêlage (IVV).....	49
Tableau 20 : Intervalle vêlage-première insémination artificielle.....	50
Tableau 21 : Intervalle vêlage-insémination fécondante.....	51
Tableau 22 : Différents paramètres de fécondité.....	52

## Liste des abréviations

BA : Brune des Alpes  
BCS : Notation d'état corporel  
BEN : Bilan énergétique négatif  
CMT : Test de mammite de Californie  
CMV : Complément minéral vitaminé  
DVE : Énergie nette réelle valorisée  
FSH : Hormone folliculo-stimulante  
GH : Hormone de croissance  
GMQ : Gain moyen quotidien  
GnRH : Hormone de libération des gonadotrophines hypophysaires  
GPG : GnRH + PgF $2\alpha$   
IF : Index de fécondité  
IFA : Index de fertilité apparent  
IFT : Index de fertilité total  
IGF-1 : Facteur de croissance-1 analogue à l'insuline  
ITELV : Institut Technique des Élevages  
IV-C1 : Intervalle entre le vêlage et les premières chaleurs  
IV-IA1 : Intervalle entre le vêlage et la première insémination  
IV-IAf : Intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante  
IV-V : Intervalle entre le vêlage n-1 et le vêlage n  
LH : Hormone lutéinisante  
MAT : Matière azotée totale  
MS : Matière sèche  
OEB : Balance des protéines dégradables  
PDI : Protéines réellement digestibles dans l'intestin grêle  
PDIE : Protéines digestibles dans l'intestin grêle permises par l'azote  
PDIN : Protéines digestibles dans l'intestin grêle permises par l'énergie  
PGF $2\alpha$  : Prostaglandine F2 alpha  
PN : Pie-noire  
PP : *Post partum*  
PR : Pie-rouge  
R : Ration  
RL : Race locale  
TB : Taux butyreux  
TGA : Taux de gestation apparent  
TGT : Taux de gestation total  
TP : Taux protéique  
UFL : Unité fourragère lait  
UI : Unité internationale  
VL : Vache laitière  
VLB 17 : Aliment concentré bovin vache laitière 17.

## Sommaire

Introduction.....	1
<b>Partie bibliographique</b>	
Chapitre 1 : Alimentation de la vache laitière	
1 Types d'aliments.....	2
1.1 Fourrages .....	2
1.1.1 Fourrages verts .....	2
1.1.2 Ensilages.....	3
1.1.3 Fourrages secs .....	6
1.1.3.1 Foin.....	6
1.1.3.2 Paille .....	6
1.1.3.3 Luzerne .....	7
1.1.4 Racines, tubercules et dérivés .....	8
1.1.4.1 Betteraves .....	8
1.1.4.2 Pommes de terre .....	8
1.2 Concentrés .....	8
1.2.1 Aliments concentrés simples.....	8
1.2.2 Aliments concentrés composés .....	9
1.3 Complexes minéraux vitaminés.....	9
2 Besoins alimentaires de la vache laitière .....	9
2.1 Besoins d'entretien .....	9
2.2 Besoins de croissance .....	10
2.3 Besoins de gestation .....	10
2.4 Besoins de production .....	11
3 Rationnement de la vache laitière .....	12
3.1 Rationnement en début de lactation.....	13
3.2 Rationnement en milieu de lactation .....	14
3.3 Rationnement en fin de lactation .....	14
3.4 Rationnement en tarissement.....	14
4 Introduction.....	15
5 Méthode de détermination .....	15
6 Moments d'évaluation .....	18
6.1 Au moment du vêlage.....	18
6.2 En début de lactation .....	18
6.3 Au milieu de la lactation.....	18
6.4 À la fin de la lactation.....	19
7 Au moment du tarissement .....	19
8 Anatomie de l'appareil reproducteur de la vache .....	20
8.1 Ovaires.....	20
8.2 Oviducte.....	21
8.3 Utérus.....	21
9 Cycle sexuel de la vache .....	22
9.1 Cycle œstral .....	23
9.2 Cycle ovarien.....	23

9.2.1.1	Phase lutéale .....	23
9.2.1.2	Phase folliculaire .....	24
9.3	Cycle du tractus génital .....	24
9.4	Hormones intervenant dans la régulation du cycle .....	25
9.4.1	GnRH .....	25
9.4.2	FSH.....	25
9.4.3	LH.....	25
9.4.4	Œstrogènes .....	25
9.4.5	Inhibine.....	25
9.4.6	Progestérone .....	26
9.4.7	Prostaglandine F2 $\alpha$ (PGF2 $\alpha$ ).....	26
10	Paramètres d'évaluation de la reproduction.....	26
10.1	Paramètres de fécondité.....	26
10.2	Paramètres de fertilité .....	28
11	Impact de l'alimentation énergétique sur la reproduction .....	29
11.1	Évaluation de l'état nutritionnel .....	29
11.2	Influence du déficit énergétique sur les performances de reproduction .....	30
11.3	Influence des excès énergétiques sur les performances de reproduction .....	31
12	Impact de l'alimentation azotée sur la reproduction.....	31
12.1	Influence de l'excès azoté sur les performances de reproduction .....	32
12.2	Influence du déficit azoté sur les performances de reproduction .....	33
<b>Partie pratique</b>		
1	Objectifs.....	33
2	Matériel et méthodes.....	33
2.1	Matériel.....	33
2.1.1	Lieu d'étude.....	33
2.1.1.1	Situation géographique .....	33
2.1.1.2	Bâtiments d'élevage.....	33
2.1.1.3	Suivi sanitaire et médical.....	35
2.1.1.4	Conduite de la reproduction.....	35
2.1.2	Matériel animal .....	36
2.1.3	Registres .....	38
2.1.4	Rations alimentaires étudiées .....	38
2.2	Méthodes .....	38
2.2.1	Données de l'alimentation.....	38
2.2.2	Notation d'état corporel.....	39
2.2.3	Données de reproduction.....	39
3	Résultats et discussion .....	41
3.1	Conduite de l'alimentation .....	41
3.1.1	Pourcentage en matière sèche des rations distribuées .....	41
3.1.2	Rationnement .....	41
3.1.3	Rapport fourrage/concentré.....	43
3.1.4	Valeurs nutritives des aliments disponibles dans l'étable .....	44
3.1.5	Valeurs nutritives des rations et production totale .....	44

3.2	BCS des vaches laitières.....	46
3.3	Suivi de reproduction.....	48
3.3.1	Types de chaleurs.....	48
3.3.2	Paramètres de fécondité.....	49
3.3.2.1	Intervalle vêlage-vêlage (IVV).....	49
3.3.2.2	Vêlage-première insémination artificielle.....	49
3.3.2.3	Intervalle vêlage-insémination fécondante.....	50
3.3.3	Paramètres de fertilité.....	51
	Conclusion.....	53
	Références bibliographiques.....	54
	Annexes	

## Introduction

L'efficacité de la reproduction dans les troupeaux laitiers a diminué au cours des deux dernières décennies en Algérie. Que toutes les vaches donnent naissance chaque année à un veau est particulièrement difficile à obtenir. Malgré l'amélioration dans les connaissances du déroulement du cycle œstral bovin et les applications qui en découlent (protocoles de synchronisation des chaleurs notamment), et en dépit de progrès zootechniques nombreux (en particulier dans l'alimentation des animaux), les résultats des paramètres de reproduction se sont éloignés des objectifs standards définis pour une gestion efficace de la reproduction, et compromettent aujourd'hui les résultats économiques des exploitations. Or, la réussite de la reproduction est primordiale et cruciale pour la rentabilité économique d'un élevage ; elle constitue un préalable indispensable à toute production. Elle est imputée à plusieurs facteurs, qui interfèrent entre eux, et sont parfois interdépendants et pas évidents à identifier (Bouamra, 2016).

Les facteurs limitant la reproduction sont très fréquents, parmi eux : les pathologies, l'alimentation et le climat. L'alimentation est considérée comme le facteur le plus important.

Pour diagnostiquer un désordre alimentaire, un calcul des valeurs nutritives de la ration est primordial. L'évaluation du BCS, surtout en période *post partum*, est aussi utilisée : un BCS inférieur ou trop supérieur aux normes peut interférer avec les performances de reproduction, en prolongeant l'activité ovarienne *post partum*, et en empêchant l'expression des chaleurs et la formation du conceptus.

Pour mesurer l'impact de l'alimentation sur la reproduction, une étude du bilan de reproduction est essentielle ; elle est effectuée par un calcul des paramètres de fertilité et de fécondité.

Dans la présente étude, un suivi est effectué sur des vaches laitières afin d'étudier l'impact de l'alimentation sur la reproduction, laquelle est principalement axée sur l'effet de l'excès ou du déficit en azote et en énergie.

Avant de développer la partie pratique, une étude bibliographique est effectuée sur l'alimentation des vaches laitières, concernant les types d'aliment fréquemment utilisés, les besoins et le rationnement de ces animaux, ainsi qu'une étude sur le BCS des vaches laitières et les techniques et périodes de son évaluation. La synthèse touche aussi la physiologie de la reproduction, les paramètres de reproduction et l'impact de l'alimentation sur celle-ci.

L'objectif du travail pratique est d'évaluer les paramètres de reproduction des vaches laitières et d'identifier l'impact de l'alimentation sur les performances de reproduction

# Partie bibliographique

## Chapitre 1 : Alimentation de la vache laitière

### 1 Types d'aliments

Les aliments simples peuvent être classés, selon leur composition nutritive, en :

- Aliments grossiers, qui ont une faible concentration énergétique et azotée,
- Aliments concentrés, qui présentent, comme leur nom l'indique, une concentration plus élevée en ces éléments.

Parmi ces aliments, on trouve :

#### 1.1 Fourrages

On distingue classiquement 3 catégories de fourrages, selon leur mode de conservation et leur teneur en MS : les fourrages verts, les ensilages et les fourrages secs (Huyghe *et al.*, 2013).

##### 1.1.1 Fourrages verts

Les fourrages verts comprennent des herbes (figure 1), qui présentent une qualité variable selon le stade de végétation (âge de l'herbe), la composition botanique de la prairie, la saison (cycle de végétation), mais aussi le sol, le climat et la fertilisation (Cuvelier *et al.*, 2020).

Ils sont constitués de légumineuses comme le trèfle, la féverole, la vesce..., des graminées comme le seigle, l'avoine, le blé, l'orge, le maïs, le sorgho..., des crucifères et autres divers : colza, navet, moutarde... Ils se caractérisent par leur valeur alimentaire équilibrée, leur digestibilité élevée et leur haute teneur en minéraux et vitamines (Soltner, 2008). Ils présentent plusieurs cycles de croissance successifs qui conditionnent la morphologie, la composition chimique et l'utilisation (tableau 1) (Cuvelier *et al.*, 2020).

La date de coupe, ou plus précisément le stade de végétation au moment de la coupe, influence fortement la valeur alimentaire du fourrage. Ainsi, en général, plus une plante est âgée, plus ses teneurs en MS et en fibres augmentent. En effet, plus la plante avance dans les différents stades de développement, plus les parois cellulaires s'épaississent, et donc plus les teneurs en cellulose et hémicellulose augmentent (Cuvelier *et al.*, 2020).

**Tableau 1** : Caractéristiques de l'herbe selon le stade de végétation (Cuvelier *et al.*, 2020)

Stade de végétation	Morphologie	Composition chimique	Utilisation
Feuille	Quelques feuilles très courtes	MS faible ( $\pm 15\%$ ), MAT +++, peu de cellulose/hémicellulose, sucres solubles +++	Idéal pour effectuer un pâturage court
Tallage	5-6 feuilles/racine Hauteur 10-15 cm	MAT +++, cellulose, hémicellulose + sucres solubles +++	Stade de pâturage idéal
Montaison	Apparition de tiges Hauteur 20-25 cm	MAT ++, cellulose, hémicellulose +++, sucres solubles ++	Ensilage
Épiaison	Épi se dégage de la dernière feuille Stade de courte durée	MS $\uparrow$ ( $\pm 17\%$ ), MAT +, cellulose, hémicellulose +++	Foin
Floraison	Lignification de la tige	MS $\uparrow$ ( $\pm 19\%$ ), cellulose $\uparrow\uparrow$ , minéraux et oligo-éléments $\downarrow$	Foin
Stockage	Épi se charge de substances de réserve dans la graine	MAT $\downarrow\downarrow\downarrow$	Refus
Maturation	Les graines mûrissent	Cellulose $\uparrow\uparrow$ , lignine $\uparrow\uparrow$ , MAT $\pm$	Refus



Figure 1 : Fourrage vert (Huyghe *et al.*, 2013)

### 1.1.2 Ensilages

L'ensilage est un système de conservation des fourrages par fermentation anaérobie dans un silo. Des bactéries transforment les sucres solubles en acides organiques (principalement de l'acide lactique et de l'acide acétique) qui font chuter le pH dans l'ensilage. Celui-ci devient alors stable. Les sucres solubles étant consommés par les bactéries, un ensilage se caractérise par une teneur en sucres solubles quasi nulle (Wolter *et al.*, 2013).

**L'ensilage d'herbe** complète ou remplace les fourrages classiques, se caractérise par la facilité de récolte (figure 2), est très appétible et favorise le taux butyreux. Cependant, une complémentation minérale est obligatoire (Soltner, 2008).

**L'ensilage de maïs** (figure 4) est un fourrage riche en énergie et pauvre en tous les autres nutriments. L'énergie est apportée, d'une part, par l'amidon présent dans les épis, et d'autre part par la cellulose et l'hémicellulose présentes dans les parois cellulaires. Il est fréquemment employé sous forme de plantes entières, épis broyés ou grains humides, dont la composition chimique et les valeurs nutritionnelles sont variables (Cuvelier *et al.*, 2020) (tableau 2).

**Tableau 2** : Rendement, composition chimique et valeurs nutritionnelles de l'ensilage de maïs (Cuvelier *et al.*, 2020)

	<b>Plante entière</b>	<b>Épi broyé</b>	<b>Grain humide</b>
Rendement en MS (t/ha)	18	12	10
MS (%)	35	55	62
Amidon (g/kg MS)	350	550	750
VEM (/kg MS)	949	1.154	1.272
DVE (g/kg MS)	46	66	82
OEB (g/kg MS)	- 23	- 41	- 39
De fortes variations existent entre les régions			

Parmi ses avantages :

- Facilité de culture et de conservation
- Aliment riche en énergie et appétissant.

Parmi ses inconvénients :

- Peut causer de l'acidose, une déminéralisation osseuse et un engraissement de la vache, avec mortalité des veaux
- Coût de complémentation élevé (Soltner, 2008).

**L'ensilage de pulpes humides** (figure 3) et **l'ensilage de pulpes surpressées** sont issus de l'opération d'extraction du sucre à partir de la betterave, donnant la pulpe qui se transforme en ensilage de pulpe humide après une 1<sup>ère</sup> pression et déshydratation, et l'ensilage de pulpes surpressées après une 2<sup>ème</sup> pression avant séchage (Cuvelier *et al.*, 2020) .

**Les céréales immatures** sont des céréales récoltées avant maturité, et ensilées en plantes entières (figure 5). Cela peut être du triticale, un peu de blé, quelques vesces et des pois. Ces

méteils ne sont ni difficiles, ni exigeants à cultiver et, selon les utilisateurs, ils sont plutôt intéressants à intégrer dans les rations des vaches laitières car ils représentent une source d'amidon adaptée à la panse et apportent des fibres structurantes digestibles.



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



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



Figure 4 : Ensilage de pulpes humides (Wolter *et al.*, 2013)



Figure 5 : Céréales immatures (Wolter *et al.*, 2013)

### 1.1.3 Fourrages secs

Ce sont des aliments qui possèdent un pourcentage de MS élevée, supérieure ou égale à 85%, riches en fibres, récoltés à des stades assez avancés (Huyghe *et al.*, 2013).

#### 1.1.3.1 Foin

Le foin est un aliment résultant de la déshydratation des produits herbacés (figure 6), dont la teneur en eau passe de 80 à 15%. Un bon foin se caractérise par une teneur en MS élevée, de l'ordre de 85 à 90% (Huyghe *et al.*, 2013).



Figure 6 : Foin (Huyghe *et al.*, 2013)

#### 1.1.3.2 Paille

La paille se compose d'un ensemble de tiges de graminées et de feuilles, essentiellement des céréales (figure 7). Elle s'obtient après battage et séparation des grains. Il existe deux types de paille : la paille creuse (avoine, blé, etc.) et la paille pleine (maïs, blé dur, etc.) (Mayer, 2018). Les deux sont riches en cellulose et ont une très faible teneur en sucres solubles et en protéines, de même qu'une faible teneur en énergie, d'où leur faible valeur nutritive (Cuvelier *et al.*, 2020).

On pourrait donc considérer la paille comme un déchet, mais elle aide à la restitution de la matière organique quand elle est laissée au sol. Elle est utilisée également comme litière pour les animaux pour ses qualités d'isolation thermique (Mayer, 2018).

Cependant, la paille est un aliment qui présente un certain intérêt : elle stimule la mastication, la rumination et le brossage des papilles. Elle ralentit également les fermentations, ce qui permet de lutter contre l'acidose du rumen lors d'administration de rations très riches en glucides fermentescibles (Cuvelier *et al.*, 2020).



Figure 7 : Paille (Huyghe *et al.*, 2013).

### 1.1.3.3 Luzerne

La luzerne est une plante fourragère appartenant au groupe des légumineuses (figure 8), très riche en protéines en raison de son pouvoir de fixation de l'azote atmosphérique. Elle contient peu de sucres solubles, ce qui rend sa conservation en ensilage difficile.

La luzerne peut être cultivée seule (luzernière) ou associée à une ou plusieurs graminées afin de diminuer la perte des feuilles lors du fanage, et apporter les sucres solubles, et ainsi assurer une meilleure conservation. Une luzernière peut fournir 3 à 6 coupes/an, la fenaison s'effectuant toutes les 5 semaines, et peut être maintenue en production pendant 4 à 5 ans (Cuvelier *et al.*, 2020).



Figure 8 : Luzerne (Huyghe *et al.*, 2013)

#### **1.1.4 Racines, tubercules et dérivés**

Les racines et tubercules sont les parties souterraines des végétaux : racines de betterave fourragère, de chicorée, navet, carotte, manioc, et tubercules de pomme de terre et de topinambour. Ils sont caractérisés par leur richesse en réserves glucidiques (Cuvelier *et al.*, 2020).

##### **1.1.4.1 Betteraves**

Leur teneur en MS varie de 8 à 22% en fonction de la variété, de la sécheresse ou de l'humidité de l'année et de la fumure reçue. Elles ont une forte valeur énergétique sous forme de sucres solubles : 1,10 à 1,15 UFL et 1,14 à 1,16 UFV. Elles sont pauvres en matières azotées : 50 à 60 PDIN et 85 à 90 PDIE.

Les betteraves sont intéressantes en engraissement des bovins pour leur très faible encombrement et leur richesse en énergie, ce qui laisse la place pour les fourrages riches en PDI. Elles stimulent aussi la flore microbienne et l'appétit, ce qui est un intérêt recherché pour la vache laitière (Soltner, 2008).

##### **1.1.4.2 Pommes de terre**

Les pommes de terre ont une teneur en MS de 20% environ. Elles sont très riches en amidon, 1,2 UFL, d'où leur forte valeur énergétique. Elles sont, par conséquent, considérées comme aliment d'engraissement. Par contre, elles sont très pauvres en azote (Soltner, 2008).

#### **1.2 Concentrés**

Les aliments concentrés se caractérisent tous par des teneurs en MS et en énergie élevées. Certains d'entre eux sont aussi riches en protéines. Ils sont des correcteurs, servant à équilibrer en azote et en énergie la ration de base établie à partir des fourrages (Cuvelier *et al.*, 2020).

Une fois la ration de base équilibrée, des concentrés dits de production sont éventuellement apportés en plus, afin de soutenir la production laitière. La quantité administrée est alors fonction du niveau de production laitière. Les concentrés de production présentent généralement une teneur en MS de 88% et une teneur en MAT variant de 16 à 18% dans l'aliment frais (Cuvelier *et al.*, 2020).

On distingue 2 catégories d'aliments concentrés :

##### **1.2.1 Aliments concentrés simples**

Les aliments concentrés simples sont les matières premières, telles que les graines de céréales et leurs sous-produits, les graines de protéagineux, les graines d'oléagineux et leurs sous-produits,

les tourteaux et les pulpes séchées. Ces aliments concentrés simples sont donc des matières premières (Cuvelier *et al.*, 2020).

### **1.2.2 Aliments concentrés composés**

Les aliments concentrés composés sont le résultat d'un mélange d'aliments concentrés simples. Il s'agit d'un mélange de matières premières sous forme de poudre, de granulés ou de miettes (Cuvelier *et al.*, 2020).

### **1.3 Complexes minéraux vitaminés**

Les mélanges de minéraux et vitamines du commerce englobent en général des macroéléments (calcium, phosphore, sodium...), des oligo-éléments (sélénium, zinc, cuivre...) et des vitamines. Leur composition varie selon le fabricant et le produit considéré. Les mélanges minéraux vitaminés se caractérisent principalement par leur teneur en calcium et en phosphore. On parle ainsi d'un 16/8 ou d'un 12/8 pour désigner un mélange avec 160 g de calcium/kg et 80 g de phosphore/kg ou 120 g de calcium/kg et 80 g de phosphore/kg (Cuvelier *et al.*, 2020).

## **2 Besoins alimentaires de la vache laitière**

Il s'agit des quantités d'éléments nutritifs assimilables nécessaires à toutes ces activités. Ils représentent les dépenses physiologiques de l'animal pour son entretien et ses productions (Kadi, 2007). Pour cela, il faut assurer un apport suffisant en énergie, en azote, en minéraux et en vitamines. Les besoins peuvent évoluer selon le stade physiologique de la vache (Dominique, 2014). Un programme alimentaire convenable est indispensable pour assurer la rentabilité d'une exploitation.

### **2.1 Besoins d'entretien**

À ce stade, l'animal ne produit rien et il est en inactivité. De plus, son poids reste constant, de même que ses réserves corporelles. Les besoins d'entretien sont utilisés pour assurer les fonctions de base de l'organisme (respiration, circulation sanguine, tonicité musculaire, etc.) (Jarrige, 1988).

Les besoins en UFL et en PDI varient en fonction du poids de l'animal (tableau 3), mais aussi selon le mode de stabulation : en stabulation libre, les besoins en UFL doivent être augmentés de 10 à 20% environ en pâturage, et restent constants à tous les stades physiologiques (Sérieys, 1997).

Les besoins en vitamines sont moins importants mais leur absence bloque les voies de fonctionnement de l'organisme. Pour les animaux en stabulation libre, les besoins vitaminiques portent essentiellement sur les vitamines A et E. Pour les animaux en stabulation ouverte, il faut prendre en compte les besoins en vitamine D. Les autres vitamines sont synthétisées dans les pré-estomacs. Ces besoins sont exprimés en UI par rapport au kilo de matière sèche (Meyer et Denis, 1999).

Les besoins en minéraux ne sont pas négligeables du fait de leur fixation importante au niveau du squelette, surtout pour le calcium, le phosphore et le magnésium (18, 25 et 5 mg respectivement par kg de poids vif et par jour) (Tableau 3) (Jarrige, 1988).

**Tableau 3** : Besoins d'entretien de la vache laitière entravée, en fonction du poids vif (Inra, 1988)

Poids vif (kg)	UFL	PDI
550	4,7	370
600	5,0	395
650	5,3	420
700	5,6	445

## 2.2 Besoins de croissance

La croissance de la vache laitière continue pendant plusieurs lactations. Elle n'est importante que chez les primipares en cas de vêlage à 2 ans (environ 60 kg par an). Les besoins à ce stade sont importants par rapport aux multipares de 5 ans (Sérieys, 1997). Il est donc nécessaire de distribuer une ration qui présente un apport supplémentaire de 1 UFL et de 120 g de PDI environ, pour que cette procédure soit possible. Il faut isoler ces vaches et les surveiller continuellement car elles peuvent être plus sujettes aux problèmes de vêlage.

## 2.3 Besoins de gestation

Ils sont indispensables pour le développement fœtal, les annexes fœtales, la paroi utérine et les mamelles au cours des dernières semaines de gestation (Sérieys, 1997). Ces besoins sont comptables à partir du cinquième mois de gestation ; ils sont fonction du poids vif de la vache (Sib *et al.*, 2018). Durant cette période, le fœtus prend de plus en plus de poids, et les besoins augmentent progressivement pour arriver à la moitié des besoins d'entretien au 9<sup>ème</sup> mois de gestation (Sérieys, 1997).

Sur le plan qualitatif, le glucose est la source la plus importante pour la croissance fœtale (Sérieys, 1997), Or, sur le plan quantitatif, la matière azotée représente 50% des besoins totaux. Les besoins en minéraux concernent essentiellement le P et le Ca, surtout dans le dernier tiers de gestation : c'est le moment où il y a une minéralisation de l'utérus gravide (Meschy, 2007) (tableau 4).

Parmi les vitamines les plus importantes durant cette période, il y a les vitamines A, D et E, ainsi que la niacine (tableau 5).

**Tableau 4** : Besoins de gestation de la vache laitière (INRA, 1988)

Mois de gestation	UFL	PDI	Ca (g)	P (g)
7 <sup>ème</sup>	0,9	75	9	3
8 <sup>ème</sup>	1,6	135	16	5
9 <sup>ème</sup>	2,6	205	25	8

**Tableau 5** : Besoins de gestation en vitamines chez la vache laitière (Beth, 1993).

Vitamine	UI/j
A	100.000
D	30.000
E	1.200
Niacine	6-12 grammes

## 2.4 Besoins de production

Les constituants du lait sont fabriqués à partir des nutriments issus du sang, parmi eux le glucose pour le lactose, des acides aminés pour les protéines, de l'acétate, du butyrate et des acides gras longs pour les matières grasses. Cette composition suit une courbe bien définie qui peut être modifiée sous l'effet de plusieurs facteurs comme l'alimentation (Jarrige, 1988).

Les besoins de production sont proportionnels à la quantité de lait produite : plus la production augmente, plus les besoins augmentent, de même que le taux butyreux (TB) et le taux protéique (TP) (tableau 6). Cette élévation est rapide dans les semaines qui suivent la mise-bas. Les PDI et le Ca atteignent leurs valeurs maximales dès la première semaine, et les UFL dès la 5<sup>ème</sup> semaine (Sérieys, 1997) (tableau 7).

Pour ce qui concerne les oligo-éléments, les besoins sont faibles car leur passage du sang vers le lait est quasiment nul. Les recommandations sont : 10 mg de cuivre, 50 mg de zinc, 50 mg de manganèse (Meyer et Denis, 1999).

**Tableau 6** : Besoins de production (énergie et azote) en fonction du TB et du TP (g/kg) du lait (Sérieys, 1997)

TB (g/kg)	UFL	TP (g/kg)	PDI
30	0,38	27	42
35	0,41	29	45
40	0,44	31	48
45	0,48	33	51
50	0,51	35	54
55	0,54	37	57

**Tableau 7** : Besoins de production pour différentes quantités de lait standard (Sérieys, 1997)

Kg de lait standard	UFL	PDI (g)	Ca (g)	P (g)
10	4,4	480	36	16
15	6,6	720	54	24
20	8,8	960	72	32
25-30	11,0	1.200	90	40
35	13,2	1.440	108	48
40	15,4	1.680	126	56
45	17,6	1.920	144	64
50	19,8	2.160	162	72

### 3 Rationnement de la vache laitière

Le cycle de production d'une vache comporte deux périodes : la lactation, qui dure environ dix mois, et le tarissement (environ deux mois), qui correspond aussi à la fin de la gestation. Au cours de ce cycle, schématisé dans la figure 9, la ration de la vache varie en fonction des besoins alimentaires.

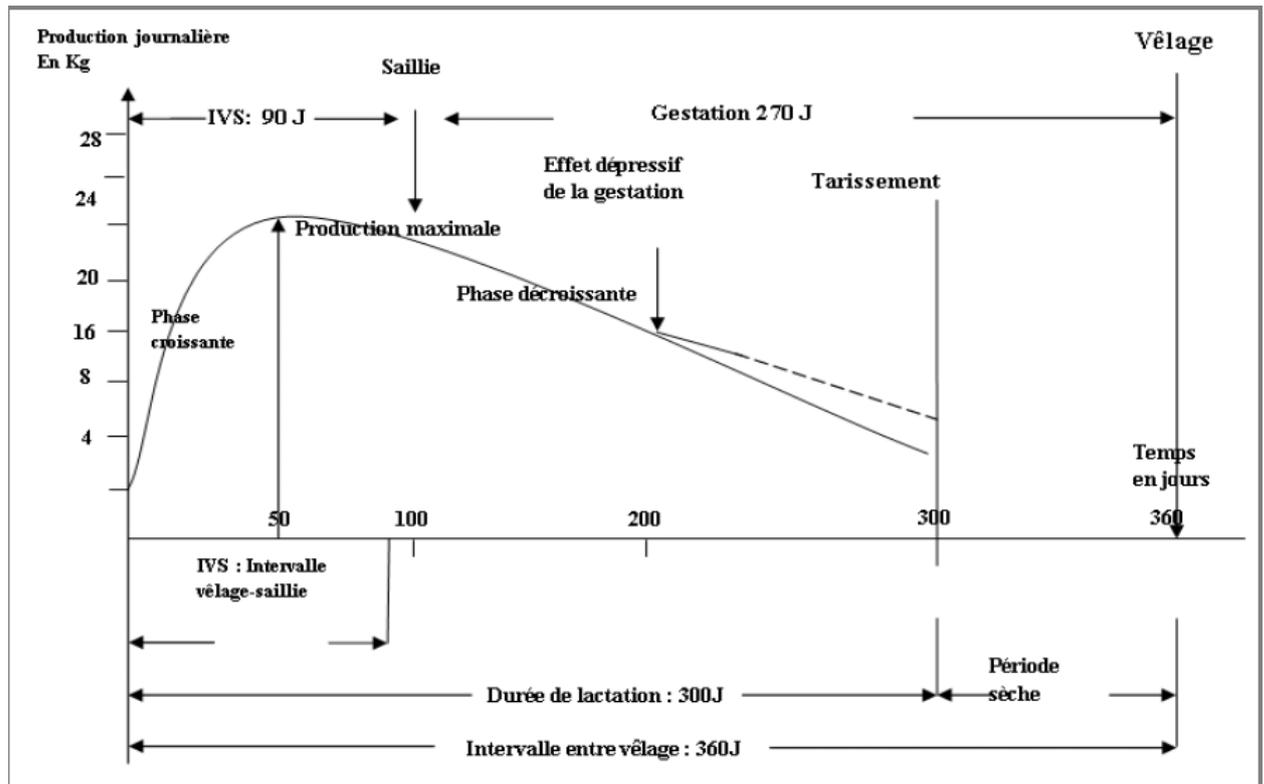


Figure 9 : Courbe théorique de la lactation et ses paramètres (Soltner, 2001)

### 3.1 Rationnement en début de lactation

Le début de lactation est l'une des deux périodes critiques du rationnement de la vache laitière. Cette dernière se trouve en déficit énergétique suite à l'augmentation brutale et massive des besoins nutritifs. L'appétit et la capacité d'ingestion s'accroissent progressivement (Drogoul *et al.*, 2004).

Afin que la vache couvre ce déficit énergétique, elle mobilise ses réserves, ce qui engendre un amaigrissement initial, qui est accentué chez les vaches laitières à haute production. Chez ces dernières, l'amaigrissement peut atteindre 1 à 1,5 kg de poids corporel par jour au cours des 2 premières semaines de lactation, et un total de 30 à 50 kg en 1 à 1,5 mois (Wolter *et al.*, 2012).

Pour prévenir la cétose et l'infertilité entraînées par l'hypoglycémie et raccourcir cette phase de bilan énergétique négatif, il faut couvrir au plus tôt et au mieux les besoins de lactation en additionnant progressivement du concentré à la ration fourragère, tout en respectant les règles suivantes :

- Les trois premiers jours, maintien de la quantité de la semaine avant vêlage.
- Augmentation des quantités à raison de 1 kg tous les 3-4 jours, soit 2 kg par semaine.
- À partir de la huitième semaine, passage progressif à une complémentation correspondant à 90% de la production maximale.

- Priorité au concentré protéique s'il y a lieu (Drogoul *et al.*, 2004).

### **3.2 Rationnement en milieu de lactation**

Pendant cette période, il faut nourrir la vache en quantité et en qualité, car la capacité d'ingestion est maximale pendant cette période. La ration doit maintenir la production laitière et aussi permettre à la chair de se refaire progressivement, ce qui favorisera la reprise de la reproduction (INRA, 1988).

### **3.3 Rationnement en fin de lactation**

Une fois passé le plateau d'ingestion maximale, vers le 3<sup>ème</sup> - 4<sup>ème</sup> mois de lactation, les quantités ingérées diminuent régulièrement, de l'ordre de 1 kg de MS de ration totale par mois pour des vaches multipares. Cette diminution n'est que de 0,5 kg de MS pour les primipares (INRA, 1988).

### **3.4 Rationnement en tarissement**

Pendant les deux derniers mois de gestation, la vache laitière passe par une période préparatoire pour la lactation suivante. Cette phase est obligatoire pour une bonne relance hormonale et la régénération des tissus mammaires, ce qui permet un bon démarrage de lactation et la prévention des troubles autour du vêlage (Wolter *et al.*, 2012).

La ration doit strictement couvrir les besoins d'entretien et de gestation pour les animaux ayant déjà reconstitué leurs réserves en fin de lactation. Par contre, pour les animaux encore trop maigres, il est essentiel d'achever la reconstitution des réserves corporelles (Drogoul *et al.*, 2004).

Les rations riches doivent être parfaitement rationnées afin d'éviter la suralimentation et l'engraissement de la vache.

Durant le premier mois de tarissement, le régime est à base de fourrages, puis au deuxième mois la vache est préparée au vêlage en introduisant graduellement le concentré :

- 1 kg/VL/j : 3 semaines avant le vêlage
- 2 kg/VL/j : 2 semaines avant le vêlage
- 3 kg/VL/j : 1 semaine avant le vêlage

La ration doit aussi contenir des apports minéraux, notamment le calcium (Brocard *et al.*, 2010).

## Chapitre 2 : Évaluation des réserves corporelles

### 4 Introduction

La notation de l'état corporel (BCS) est un outil fiable et simple d'utilisation pour évaluer les réserves énergétiques et adipeuses d'un animal, surtout en élevage laitier ; il représente une excellente estimation de l'état nutritionnel du troupeau. L'état d'engraissement a un effet important sur la reprise de cyclicité, les paramètres de fertilité et de fécondité, ainsi que sur les événements *post partum*, conditionnant la réussite de la mise à la reproduction suivante : mise-bas, délivrance ou métrites (Froment, 2007). La mise en évidence de la non-conformité du BCS permet aux éleveurs de corriger des rations éventuellement inadaptées, d'apprécier les vaches les plus aptes à la reproduction et de suivre individuellement des vaches nécessitant un suivi caractéristique (Laloux *et al.*, 2009).

### 5 Méthode de détermination

D'une manière générale, l'évaluation de l'état corporel est basée sur l'examen visuel et/ou la palpation :

- De la région caudale d'une part (base de la queue et ischium)
- De la région lombaire d'autre part (apophyses épineuses et transverses des vertèbres lombaires et iliums) (Miroud *et al.*, 2012).

L'évaluation se fait par une échelle subjective qui donne une idée sur le gain ou la perte de poids d'une vache ou d'un groupe de vaches. La valeur maximale de cette échelle est 5 (figure 14), qui indique que l'animal a des réserves de graisse très significatives, alors que la valeur minimale 1 (figure 10) signifie que l'animal ne présente pas de réserves de graisse (Brisson, 2003) (figure 11), (figure 12), (figure 13).

L'évaluation de l'état corporel est généralement réalisée en se plaçant derrière l'animal, côté droit. Il est cependant parfois nécessaire d'évaluer l'état corporel arrière et avant, et de faire une moyenne des deux valeurs, les animaux ne mobilisant pas tous leurs réserves corporelles suivant le même ordre (Cuvelier *et al.*, 2020) (tableau 8).

**Tableau 8** : Interprétation des signes d'évaluation de l'état corporel (Meissonnier, 1994).

Note	État	Zone Lombaire	Zone caudale
0	Cachectique	Apophyses épineuses et transverses visibles, vertèbres très visibles : la peau rentre sous les apophyses	Queue et pointes ischiales très saillantes. Détroit caudal très profond. Fesse pointue, la peau colle et rentre dans le squelette
1	Très maigre	Apophyses transverses très saillantes, vertèbres visibles, couverture musculaire limitée, la peau suit les apophyses	Queue très saillante Détroit caudal profond Pointe de la fesse saillante
2	Maigre	Apophyses transverses visibles mais non proéminentes Ligne transversale concave	Queue saillante Détroit caudal creux Pointe de la fesse arrondie
3	Normale	Apophyses transverses discernables à la palpation Ligne transversale concave	Queue saillante Lignes queue-pointe de la fesse lisse ou légèrement concave Détroit caudal effacé
4	Grasse	Apophyses transverses invisibles mais les hanches sont perceptibles Ligne transverse plate ou légèrement concave	Queue entourée de graisse mais proéminente Détroit caudal comblé
5	Très grasse	Apophyses transverses et hanches invisibles Ligne transversale convexe	Queue enfouie, parfois entourée de bourrelets



Figure 10 : Note 1 (Cuvelier *et al.*, 2020)

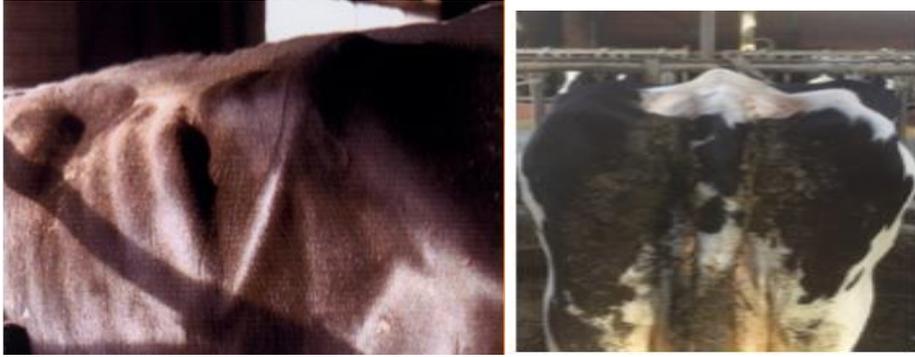


Figure 11 : Note 2 (Cuvelier *et al.*, 2020)



Figure 12 : Note 3 (Cuvelier *et al.*, 2020)



Figure 13 : Note 4 (Cuvelier *et al.*, 2020)



Figure 14 : Note 5 (Cuvelier *et al.*, 2020)

## 6 Moments d'évaluation

La lactation est habituellement divisée en 4 phases au cours desquelles les réserves corporelles de la vache laitière subissent d'importantes variations (Hanzen, 2016) :

- **Phase 1 (10 à 12 semaines)** : L'état corporel est à sa valeur minimale car le pic de production laitière est habituellement atteint 5 à 8 semaines après le vêlage, tandis que celui de l'ingestion de matière sèche n'est observé qu'entre la 12<sup>ème</sup> et la 15<sup>ème</sup> semaine *post partum*.
- **Phase 2 (12 à 24 semaines *post partum*)** : C'est le moment où la vache récupère ses pertes.
- **Phase 3 (24<sup>ème</sup> semaine du *post partum* jusqu'au tarissement)** : Les apports alimentaires doivent assurer la production laitière et les besoins supplémentaires requis par la gestation.
- **Phase 4 (6 à 8 semaines avant la gestation)** : le poids de l'animal doit rester stable.

Compte tenu de ces variations, l'état corporel doit idéalement être évalué à cinq reprises :

### 6.1 Au moment du vêlage

L'obtention d'un état corporel optimal au moment du vêlage doit constituer un objectif prioritaire pour l'éleveur de vaches laitières. Des valeurs comprises entre 2,5 et 3,5 et entre 3,0 et 4,0 sont recommandées, respectivement pour les primipares et les pluripares. Des variations peuvent exister selon le but de l'exploitation : pour un lait de bonne qualité, la vache doit présenter un BCS élevé par rapport aux normes ; par contre, pour une grande quantité de lait, il faut un BCS bas.

### 6.2 En début de lactation

C'est la période du contrôle d'involution utérine (J20-J40 PP), voire lors de la 1<sup>ère</sup> insémination (J60). Des valeurs comprises entre 2,0 et 2,5 chez les primipares et entre 2,0 et 3,0 chez les pluripares sont recommandées. Au cours de cette période, la vache laitière perd 0,5 à 1 kg de poids corporel par jour. Une insuffisance d'apport de matière sèche peut se traduire au cours de cette période par une diminution supérieure à 1,5 de l'état d'embonpoint.

### 6.3 Au milieu de la lactation

Correspond à la période de la confirmation manuelle de la gestation, 120 à 150 jours après le vêlage. L'état corporel doit être compris entre 2,5 et 3,0.

#### **6.4 À la fin de la lactation**

L'évaluation des animaux à cette période est importante car elle permet à l'éleveur d'ajuster préventivement l'état corporel des animaux en vue du tarissement.

#### **7 Au moment du tarissement**

L'état d'embonpoint doit être compris entre 3,0 et 4,0, c'est-à-dire comparable aux valeurs observées au moment du vêlage.

## Chapitre 3 : Reproduction animale

### 8 Anatomie de l'appareil reproducteur de la vache

Le rôle de l'appareil reproducteur femelle est complexe, il permet plusieurs fonctions. En effet, c'est dans le tractus génital femelle que :

- Le sperme mâle est déposé.
- L'acheminement du sperme et la fécondation de l'ovule se déroulent.
- C'est le lieu de formation et de développement du conceptus.

L'appareil reproducteur femelle comprend :

- Deux ovaires dont le rôle est la formation des gamètes et la production d'hormones.
- Les voies génitales : l'oviducte, lieu de fécondation ; l'utérus, lieu de gestation ; le vagin et la vulve, organes d'accouplement (Leborgue *et al.*, 2013).

#### 8.1 Ovaires

Les ovaires se localisent dans la cavité abdominale, près de l'entrée du bassin. Leur forme est ovoïde et chacun d'entre eux est appendu au ligament large qui donne la bourse ovarique.

L'ovaire est couvert d'un épithélium sous lequel il y a la présence de deux zones qui sont : zone corticale et zone médullaire (INRAP, 1988).

L'ovaire change de volume et de constitution selon le stade du cycle, donc selon les organites qui le composent, qui sont :

- Le follicule est le lieu de la libération des œstrogènes responsables du comportement de la vache en chaleur (image échographique 1). Après l'ovulation, le follicule se transforme en corps jaune.
- Le corps jaune (image échographique 2) est l'élaborateur de la progestérone, qui est nécessaire à l'implantation et au maintien de l'embryon dans l'utérus. Sa présence est primordiale pour les 3 premiers mois de gestation (Baillargeon, 2016).

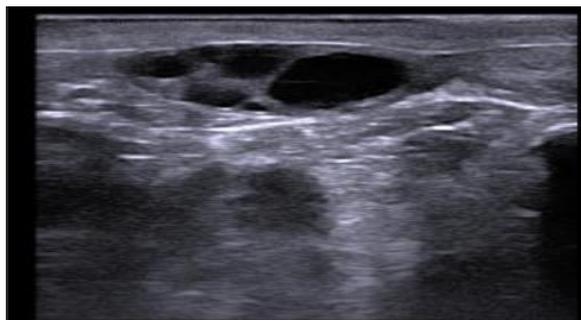


Image échographique 1 : Ovaire présentant 5 follicules (Julia et Taveau, 2013)

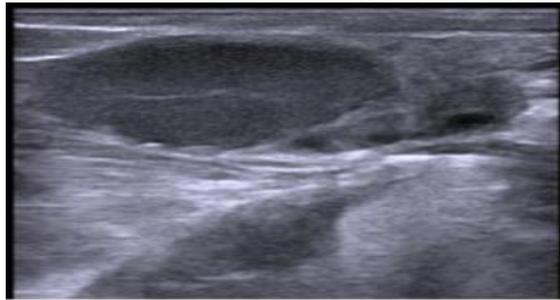


Image échographique 2 : Corps jaune mature (Julia et Taveau, 2013)

## 8.2 Oviducte

L'oviducte reçoit l'ovule lors de l'ovulation, il est le lieu de la rencontre des gamètes mâles et femelles et il est considéré comme le conduit de l'œuf fécondé vers l'utérus.

Il comprend trois parties :

- L'ampoule, lieu de la fécondation
- L'isthme, de calibre réduit
- La jonction utéro-tubaire, lien entre l'isthme et la corne utérine (INRAP, 1988).

## 8.3 Utérus

C'est le lieu de l'implantation de l'embryon, puis de la gestation, composé de 3 parties :

- Le col utérin ou cervix , long et étroit, à parois fermes et épaisses, avec une muqueuse plissée formant généralement 3 anneaux cartilagineux. Le corps utérin s'ouvre sur les 2 cornes utérines.
- Les cornes utérines (image échographique 3) (image échographique 4), plus ou moins recourbées (Bonnand *et al.*, 2010).

Pendant la gestation, son volume augmente considérablement, sa surface se creuse pour donner des cryptes nombreuses et profondes, qui reçoivent les micro-cotylédons ; c'est ce qu'on appelle la placentation cotylédonaire (Barone, 2001).

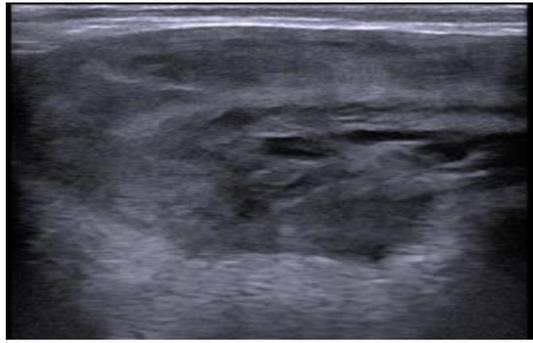


Image échographique 3 : Coupe longitudinale d'une corne utérine en période péri-œstrale (Julia et Taveau, 2013)

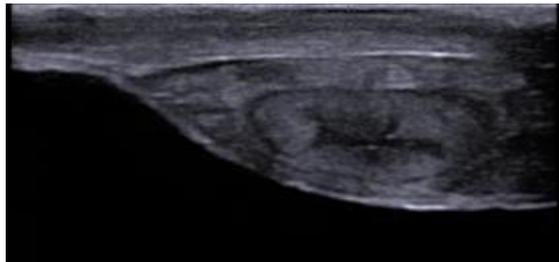


Image échographique 4 : Coupe transverse d'une corne utérine en période péri-œstrale (Julia et Taveau, 2013)

#### **7.4. Vagin**

C'est un conduit logé dans la cavité abdominale. Son extrémité antérieure s'insère autour du col de l'utérus. Entre le vagin et la vulve, il y a l'hymen, qui est une cloison mince, incomplète et de développement variable (Leborgue *et al.*, 2013).

#### **7.5. Vulve**

C'est le lieu de débouchement commun des appareils urinaire et génital. Elle est formée par le vestibule vaginal et l'orifice vulvaire, délimité par les lèvres.

Le vestibule reçoit l'urètre en avant de l'hymen. À mi-hauteur et latéralement, se situe le lieu de la libération des sécrétions des glandes de Bartholin, lubrifiant facilitant l'accouplement. Entre la commissure supérieure de la vulve et l'anus, il y a le périnée. Au niveau de la commissure ventrale se trouve le clitoris, pourvu d'un tissu érectile (Leborgue *et al.*, 2013).

### **9 Cycle sexuel de la vache**

La moyenne du cycle de la vache est de 21 jours. Chaque cycle passe par 2-3 vagues folliculaires, et chaque vague passe par plusieurs étapes sous contrôle hormonal : recrutement, sélection puis ovulation (Bonnand *et al.*, 2010). Lorsque l'animal atteint 50 à 60% de son poids

adulte pour les races laitières, la puberté commence. Généralement, elle correspond à 12 - 15 mois d'âge (Grimard *et al.*, 2017).

## **9.1 Cycle œstral**

Le cycle œstral débute avec l'apparition de l'œstrus. La durée moyenne des chaleurs est de 12 heures. La vache exprime des signes comportementaux primaires stables et communs pour toutes les vaches, comme l'acceptation du chevauchement, seul signe spécifique des chaleurs, et des signes secondaire instables qui subissent plusieurs variations (Hanzen, 2016).

## **9.2 Cycle ovarien**

Le cycle ovarien débute juste après l'ovulation, puis la phase lutéale commence, correspondant à la période de maintien du corps jaune. Cette dernière phase dure entre 15 et 19 jours et se termine par la lutéolyse. Une deuxième phase s'ensuit, la phase folliculaire, qui correspond à la période entre la lutéolyse et l'ovulation suivante, d'une durée de 3 à 4 jours. Le cycle ovarien est donc une succession de phases lutéales et de phases folliculaires, ponctuées par une ovulation tous les 21 jours environ (Pontlevoy, 2017).

### **9.2.1.1 Phase lutéale**

Après l'ovulation, la phase lutéale commence, le reste du follicule (cellules de la thèque interne et cellules de la *granulosa*) se métamorphose en tissu lutéal ou corps jaune, qui sécrète de la progestérone (Ennuyer, 2000), une hormone qui assure le développement de l'embryon, en créant des conditions favorables, comme la prolifération des glandes utérines et l'empêchement des contractions utérines (Descôteaux et Vaillancourt, 2012), inhibant ainsi l'ovulation par le biais du rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus. Après la lutéolyse, le rétrocontrôle négatif est levé, le pic de LH apparaît et l'ovulation est ainsi permise (Ennuyer, 2000).

La phase lutéale est subdivisée en deux phases :

- Le métœstrus est la période de formation du corps jaune, qui dure en moyenne 2 jours,
- Le diœstrus correspond aux périodes de croissance, de fonctionnement et du début de régression du corps jaune. Il dure en moyenne 15 jours, avec un niveau élevé en progestérone (Halilou Kane, 2013).

Si la vache n'est plus gestante, la dégénérescence du corps jaune est provoquée et une nouvelle phase folliculaire est déclenchée grâce aux mécanismes de lutéolyse, qui est empêché lors la gestation (Descôteaux et Vaillancourt, 2012).

### 9.2.1.2 Phase folliculaire

La phase folliculaire est caractérisée par le développement du follicule ovulatoire, l'ovulation et la préparation de l'appareil reproducteur femelle à recevoir la semence mâle, à le cheminer et l'activer (Descôteaux et Vaillancourt, 2012).

Elle est subdivisée en 2 phases :

- Pro-œstrus : c'est la période de croissance accélérée d'un ou de plusieurs follicules destinés à ovuler. Le pro-œstrus s'achève avec la lyse du corps jaune (Halilou Kane, 2013).
- L'œstrus se caractérise par la présence d'un follicule de taille supérieure à 12-13 mm. La vache (Julia et Taveau, 2013) accepte le chevauchement, signe d'une ovulation imminente qui a lieu le jour suivant, ainsi que l'arrêt de ces comportements d'œstrus (Descôteaux et Vaillancourt, 2012) (tableau 9).

**Tableau 9** : Principaux signes de chaleurs observés (Houmadi, 2007)

Étapes des chaleurs	Début des chaleurs (6-10 heures)	Chaleurs proprement dites (16-18 heures)	Fin des chaleurs
<b>Comportement de la vache</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Renifle les autres vaches</li><li>- Chevauche ses compagnes</li><li>- La vulve est moite, rouge et légèrement gonflée</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se laisse monter</li><li>- Beugle et est nerveuse</li><li>- Diminution de la production laitière</li><li>- Monte les autres</li><li>- Vulve rouge</li><li>- Décharge de mucus clair</li><li>- Pupille dilatée</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ne se laisse plus monter</li><li>- Décharge de mucus toujours clair</li></ul>

La 1ère vague folliculaire ne produit pas d'ovule fertilisable à cause du blocage causé par la progestérone présente en concentration élevée à ce moment. Une 2<sup>ème</sup> vague est alors initiée et arrivera à maturité au moment où le corps jaune régresse spontanément vers le 17<sup>ème</sup> jour. L'absence de progestérone à ce moment permettra au follicule de continuer sa maturation en produisant suffisamment d'œstrogènes pour déclencher les chaleurs. Parfois, une 3<sup>ème</sup> vague folliculaire survient et le cycle est alors prolongé de 2-3 jours pour permettre sa maturation. L'ovulation, survenant environ 28 heures après le début des chaleurs, libérera dans chaque cas un ovule disponible pour la fertilisation (Baillargeon, 2016).

### 9.3 Cycle du tractus génital

Des changements de l'appareil génital de la vache s'effectuent d'une façon cyclique sous l'effet des œstrogènes et de la progestérone. Il y a production de sécrétions transparentes, translucides,

plus abondantes et plus visqueuses autour des chaleurs, au niveau du cervix et de l'utérus, pour faciliter l'acheminement et l'activation des spermatozoïdes. Une concentration en œstrogènes élevée cause une multiplication des vaisseaux, responsable de la congestion des voies génitales, qui vont subir une rupture après les chaleurs, donnant ainsi un saignement plus ou moins abondant dans les 24 à 48 heures après l'ovulation (Pontlevoy, 2017).

## **9.4 Hormones intervenant dans la régulation du cycle**

### **9.4.1 GnRH**

Synthétisée et libérée par les neurones de l'hypothalamus, la GnRH se fixe aux récepteurs spécifiques situés sur les cellules gonadotropes de l'antéhypophyse, ce qui provoque la synthèse et la libération des gonadotrophines : FSH et LH (Pontlevoy, 2017).

### **9.4.2 FSH**

C'est une glycoprotéine synthétisée par l'antéhypophyse, qui contrôle le développement de l'ovaire et la croissance des follicules, prépare l'action de LH et stimule la synthèse des œstrogènes par le follicule.

### **9.4.3 LH**

C'est une glycoprotéine synthétisée par l'antéhypophyse, qui contrôle la maturation finale des follicules, provoque l'ovulation et induit la formation du corps jaune et la synthèse de progestérone.

### **9.4.4 Œstrogènes**

Les œstrogènes sont des hormones stéroïdiennes produites par les follicules tertiaires (à antrum). Ils induisent les comportements d'œstrus. Les œstrogènes interviennent également dans la régulation du cycle sexuel en exerçant, à faible concentration, un rétrocontrôle négatif sur l'antéhypophyse et l'hypothalamus, empêchant la libération de FSH et de LH. À forte concentration, les œstrogènes vont exercer un rétrocontrôle fortement positif sur l'hypothalamus, responsable de la libération massive de GnRH à l'origine d'un pic de LH (Pontlevoy, 2017).

### **9.4.5 Inhibine**

L'inhibine est une hormone protéique synthétisée par les follicules tertiaires. Son rôle est d'inhiber spécifiquement la production de FSH en exerçant un rétrocontrôle négatif sur l'antéhypophyse (FSH spécifiquement).

#### 9.4.6 Progestérone

C'est une hormone stéroïdienne produite par le corps jaune. À concentration élevée, elle empêche la formation du pic de LH responsable de l'ovulation. À l'inverse, suite à la lutéolyse, la production de progestérone diminue fortement, ce qui provoque l'apparition du pic de LH et l'ovulation du follicule dominant de la vague folliculaire en cours.

#### 9.4.7 Prostaglandine F2 $\alpha$ (PGF2 $\alpha$ )

La PGF2 $\alpha$  est une hormone produite par l'endomètre en fin de phase lutéale (entre le 16ème et le 19ème jour du cycle). Elle agit sur le corps jaune en provoquant sa régression (lutéolyse) à l'origine de la chute de la progestéronémie observée en fin de phase lutéale.

### 10 Paramètres d'évaluation de la reproduction

La plupart des paramètres sont des intervalles, des proportions ou des taux calculés sur une période de temps du calendrier ou du cycle de production de la vache. Ils rendent compte de deux entités qui sont la fécondité et la fertilité (figure 15) (Luc *et al.*, 2012).

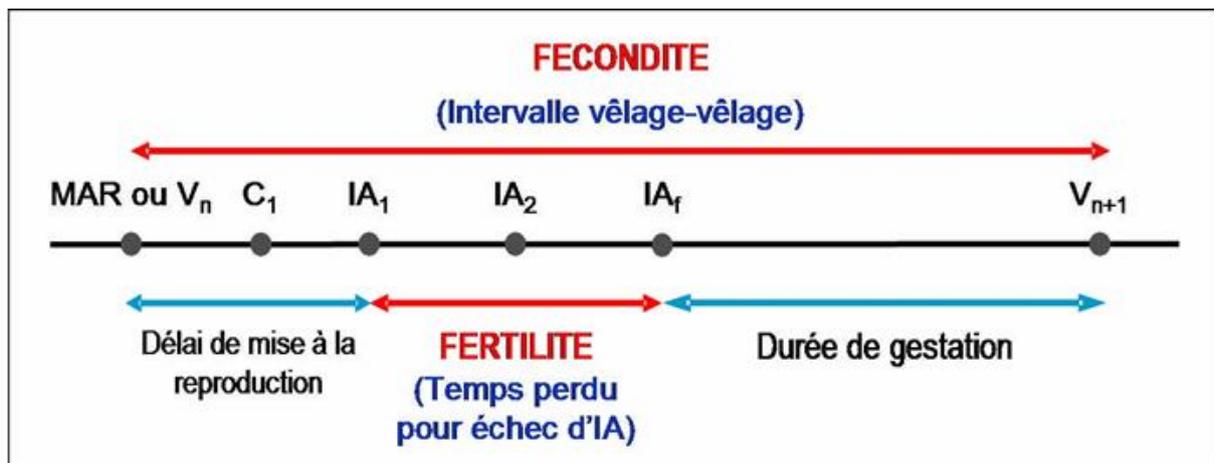


Figure 15 : Notions de fertilité et de fécondité (Constant, 2008)

#### 10.1 Paramètres de fécondité

La fécondité est définie comme paramètre économique qui représente l'aptitude d'une femelle à être fécondée dans un délai requis ; on peut la considérer comme étant l'aptitude à conduire à terme une nouvelle gestation dans un délai donné à partir du vêlage précédent. L'index de fécondité (IF) doit être égal à 1. Une valeur inférieure traduit la présence d'infécondité (Hanzen, 2005).

La fécondité est exprimée par l'intervalle entre deux vêlages successifs. En pratique, la fécondité est appréciée par l'intervalle vêlage-insémination ou saillie fécondante (Vallet *et al.*, 1998).

Un résumé des principaux indices utilisés pour évaluer la fécondité d'un troupeau laitier est présenté dans le tableau 10.

**Tableau 10** : Principaux indices d'évaluation de la fécondité à l'échelle du troupeau et des objectifs à atteindre (Descôteaux *et al.*, 2012)

Indice	Définition	Objectifs
IV-V	Intervalle entre le vêlage n - 1 et le vêlage n	365-380 j
IV-C1	Intervalle entre le vêlage et les premières chaleurs	< 50 j
IV-IA1	Intervalle entre le vêlage et la première insémination	70 j
IV-IAf	Intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante	85-100 j
Taux de gestation	Proportion de vaches gestantes par rapport au nombre de vaches éligibles à la reproduction sur une période de lactation complète ou d'un an (correspond au taux de mise-bas)	85%
Taux de réforme pour infécondité	Proportion de vaches réformées (réforme involontaire pour infécondité) par rapport à toutes les vaches réformées	< 8-12%

- **Intervalle vêlage-vêlage**

C'est le critère technico-économique le plus significatif car il reflète la réalisation ou non de l'objectif théorique d'un veau par vache et par an (Cauty *et al.*, 2003). Cet intervalle augmente avec le niveau de la production laitière (Chapaux *et al.*, 2013).

Les autres critères permettent de décomposer cet intervalle en une série d'autres plus courts, qui permettent de situer plus précisément les points forts et les points faibles de la conduite de la reproduction (Cauty *et al.*, 2003).

- **Intervalle vêlage-première insémination**

Cet intervalle traduit le délai de la mise à la reproduction. Il dépend à la fois de la durée de l'ancestrus *post partum* (40 à 60 jours), de la qualité de la surveillance, de la détection des chaleurs et du moment de l'insémination artificielle :

- **Précoce** : l'insémination est réalisée avant 50 jours *post partum* et elle a un taux d'échec important.
- **Tardif** : l'insémination est réalisée après plus de 70 jours *post partum*. Le choix de ce moment doit être justifié : à cause d'une politique volontaire pour programmer les vêlages et aussi pour retarder le tarissement et tirer la plus grande quantité de lait pour les vaches à haute production, ou, au contraire, involontaire suite au non-retour des chaleurs ou à des problèmes sanitaires (Cauty *et al.*, 2003).

- **Intervalle première insémination-insémination fécondante**

Il dépend de la bonne réussite des inséminations et du nombre de cycles nécessaires pour obtenir une insémination fécondante (Cauty *et al.*, 2003).

- **Intervalle vêlage-insémination fécondante**

Cet intervalle est la somme des deux intervalles précédents. Un intervalle trop long peut être dû à la mauvaise détection des chaleurs et à des inséminations tardives mais réussies, ou à des inséminations précoces mais échouées (Cauty *et al.*, 2003).

Dans un troupeau, il ne doit pas y avoir plus de 25% de vaches fécondées à plus de 110 jours. L'intervalle moyen du troupeau doit être inférieur à 100 jours.

## 10.2 Paramètres de fertilité

La fertilité caractérise l'aptitude d'une femelle donnée à être fécondée. Elle est appréciée par le taux de réussite à l'insémination artificielle (Cauty *et al.*, 2003).

Une femelle, à un moment donné de sa vie, peut être fertile (apte à être fécondée), infertile (temporairement inapte à être fécondée), stérile (définitivement inapte à être fécondée) (Leborgue *et al.*, 2013). Les principaux indices de fertilité sont résumés dans le tableau 11.

**Tableau 11** : Principaux indices d'évaluation de fertilité à l'échelle du troupeau et des objectifs à atteindre (Descôteaux *et al.*, 2012)

Indices	Définition	Objectifs
Succès Ian	Proportion de vaches gestantes par rapport aux vaches inséminées, à la nième insémination	≥ 45%
Taux de non-retour	Proportion de vaches qui ne sont pas détectées en chaleur après un certain délai (28, 35, 60, 90 jours) suite à une insémination, par rapport aux vaches inséminées. Utilisé lorsque les diagnostics de gestation ne sont pas réalisés.	> 60%
IA/IAF	Rapport entre le nombre total d'inséminations et le nombre d'inséminations fécondantes. Peut être calculé pour les vaches gestantes ou toutes les inséminations.	< 1,7

## **Chapitre 4 : Impact de l'énergie et de l'azote sur la reproduction**

### **11 Impact de l'alimentation énergétique sur la reproduction**

#### **11.1 Évaluation de l'état nutritionnel**

L'évaluation de l'état nutritionnel des bovins peut s'effectuer au moyen de mesures directes (pesée) ou indirectes (barymétrie, notation). Toutefois, le BCS paraît être le mieux adapté au travail de terrain car la pesée et la barymétrie comportent un certain nombre d'inconvénients. La bascule pèse-bétail pour la mesure du poids est encombrant, coûteux, difficile à transporter et ne suffit pas à elle seule à donner une idée exacte de l'état du troupeau.

La barymétrie permet la déduction du poids vif de l'animal en se basant sur une équation de prévision adaptée à la race concernée, avec une valeur d'incertitude de 10%, soit environ 25 à 30 kg.

L'évaluation de l'état corporel est conditionnée par l'état de santé de l'animal, et la qualité et la quantité de ration servie (Vall et Bayala, 2004). Le BCS peut varier en fonction de la race, du niveau de lactation, de la génétique et de la saison de vêlage.

La quantité de réserves corporelles d'une vache au moment du vêlage peut causer des complications au vêlage, ou immédiatement après, et sur la production pendant la lactation. Les vaches avec un BCS réduit peuvent présenter :

- Une diminution de la production laitière à cause d'un manque de réserves corporelles adéquates en début de lactation.
- Une augmentation de l'incidence de certains désordres métaboliques (acétonémie, déplacement de la caillette, etc.).
- Un retard dans le retour des chaleurs après le vêlage.

À l'inverse, les vaches qui sont trop grasses peuvent présenter :

- Des complications au vêlage (dystocie) ;
- Une diminution de l'appétit qui les prédispose à une augmentation de certains désordres métaboliques (syndrome de la vache grasse, acétonémie), des risques de rétention placentaire, de métrites, de retard aux premières chaleurs, et une réduction de la production laitière.

Un mauvais BCS après le vêlage est un risque connu de l'inactivité ovarienne, qui touche essentiellement les primipares, notamment celles qui vêlent avec un état corporel inférieur à 2,5 (Froment, 2007).

## 11.2 Influence du déficit énergétique sur les performances de reproduction

L'énergie est le facteur nutritionnel le plus important qui affecte la reproduction des vaches laitières. Chez la génisse et la vache en lactation, une inadéquation énergétique dans la ration est préjudiciable aux performances de reproduction (Michoagan, 2011).

Les vaches qui perdent de l'état et celles qui sont plus maigres à la 10ème semaine et au-delà affichent une dégradation de leurs performances de reproduction (Pryce *et al.*, 2001).

En début de lactation, les besoins de la vache augmentent, entraînant un bilan énergétique négatif, ce qui touche la reproduction de deux manières :

- En modifiant le mécanisme de contrôle des hormones liées à la reproduction (Axe hypothalamo-hypophysaire)
- En agissant directement sur le métabolisme de l'ovaire.

Avec un bilan énergétique négatif, l'hormone GnRH est diminuée ou inhibée, En réponse à la GnRH, la sécrétion pulsatile de LH peut elle aussi être diminuée et le pic de sécrétion pré-ovulatoire est difficilement atteint. L'hormone de croissance GH augmente mais l'IGF-1 diminue, ce qui entraîne un manque de développement des follicules primordiaux, donnant des follicules immatures et des corps jaunes moins fonctionnels. La production d'œstrogènes diminue, donc l'expression des chaleurs est moins importante (Filteau et Caldwell, 2007).

Le manque de développement des jeunes follicules en situation de stress nutritionnel peut causer :

- Absence d'expression des chaleurs, en relation avec la production de follicules ovulatoires de petite taille, produisant moins d'œstrogènes,
- Absence d'ovulation (anovulation) ou ovulation anormale (dysovulation), associées à un pic de LH pré-ovulatoire de moindre amplitude ou bien décalé,
- Dégradation de la fertilité (si un comportement de chaleurs peut tout de même être observé) consécutive soit au développement anormal des ovocytes contenus dans les follicules marqués, soit au pic ovulatoire défaillant (suffisant pour l'ovulation mais avec des répercussions défavorables sur la mise en place du corps jaune gestatif).

Une perte sévère d'état corporel (au delà de 1 point) en début de lactation semble reliée à une augmentation significative de l'IV-IF (plus de 10,6 jours), ce qui n'est pas le cas lors de variation faible (de 0 à 0,5 point gagné ou perdu) ou modérée (plus ou moins 0,6 à 1 point) de la note d'état durant cette même période (Lopez-Gatius *et al.*, 2003).

Chez les vaches perdant plus de 1 point de note d'état *post partum*, le risque d'acétonémie est significativement augmenté par rapport aux vaches endurent moins d'amaigrissement (Kim *et al.*, 2003). Cette maladie favorise l'apparition des troubles de la reproduction, comme la non-

délivrance et les métrites. Les vaches perdant 1 à 1,5 point de note d'état corporel sont davantage exposées aux métrites que les vaches perdant 0,75 point ou moins (Kim *et al.*, 2003).

### **11.3 Influence des excès énergétiques sur les performances de reproduction**

La prise de poids au cours de la première gestation doit être régulière pour un bon déroulement de la mise-bas et la mise à la reproduction. La suralimentation de la génisse la prédispose à une infiltration graisseuse au niveau des ovaires et de la mamelle. Cela entraîne également une fréquence accrue de dystocies, des réformes précoces, une réduction du taux de réussites et le développement de maladies métaboliques (Michoagan, 2011).

Les vaches trop grasses au vêlage (note > 4) présentent une baisse de l'appétit *post partum* plus marquée, renforçant le déficit énergétique du début de lactation, et perdent davantage de poids, au détriment des performances de reproduction (Holter *et al.*, 1990).

En cas de suralimentation énergétique au cours du tarissement, les vaches prêtes à vêler peuvent présenter un embonpoint excessif (note d'état corporel supérieure à 4), ce qui augmente la fréquence des dystocies. Ces dernières sont la cause majeure des rétentions placentaires et des métrites *post partum*, retardant ainsi l'involution utérine, et renforce l'apparition des anomalies de reprise de cyclicité ovarienne (Kim *et al.*, 2003). Ces vaches trop grasses présentent une baisse de l'appétit *post partum* plus marquée, renforçant le déficit énergétique du début de lactation, et perdent davantage de poids, au détriment des performances de reproduction (Holter *et al.*, 1990).

Concernant les paramètres de reproduction, la suralimentation énergétique *ante partum* augmente le pourcentage de chaleurs silencieuses (13 à 50%), retarde le premier œstrus (vers 72 jours *post partum* au lieu de 24-30 jours) et la fécondation (plus 24 jours). Ainsi, les vaches grasses présentent des intervalles vêlage-premières chaleurs, intervalles vêlage-première ovulation, IV-I1 et IV-If allongés, et un rapport IA/If plus élevé que des vaches notées 3,5 - 4 au vêlage (Poncet, 2002).

Concernant l'influence de l'état corporel sur l'incidence des kystes ovariens, une augmentation importante (> 1 point) de la note d'état au cours des 60 derniers jours précédant le vêlage constitue un facteur de risque (Lopez-Gatius *et al.*, 2002).

## **12 Impact de l'alimentation azotée sur la reproduction**

Tout déséquilibre qualitatif se répercute sur la production lactée et sur l'état général. Un déséquilibre azoté prolongé dans la ration des vaches laitières réduit les performances de reproduction.

### 12.1 Influence de l'excès azoté sur les performances de reproduction

L'augmentation de la ration en matières azotées se traduit souvent par une diminution de fertilité et de fécondité. Cette diminution de fertilité et de fécondité est liée à un environnement utérin modifié par les effets de l'équilibre énergétique négatif en période *post partum* et de l'urée qui résulte du régime riche en azote dégradable (Wolter *et al.*, 2012).

L'excès d'urée amplifie le manque d'énergie car le processus de transformation de l'ammoniac en urée dans le foie est coûteux en énergie : la transformation d'un gramme d'ammoniac en urée nécessite 7,3 Kcal.

L'ammoniac et ses métabolites sont toxiques pour les gamètes et les embryons et peuvent détruire le processus ciliaire nécessaire au transport de l'ovule.

Le pH de l'utérus en phase lutéale et la concentration du plasma en progestérone sont diminués. Par conséquent, le milieu utérin a un effet cytotoxique sur les spermatozoïdes, ainsi que sur l'ovocyte. Donc il serait aussi défavorable à l'implantation d'un embryon.

L'urée pourrait avoir un impact négatif sur le système immunitaire. Des taux protéiques élevés dans la ration ont été impliqués comme facteurs de risque favorisant les métrites et les rétentions placentaires.

L'urée du lait a le bénéfice d'être plus facile à mesurer (ne nécessite pas de prise de sang), indicateur de l'équilibre énergie/azote de la ration, et reflète, avec certaines variations, le niveau d'urée sérique. Le tableau 12 suivant présente l'impact de l'alimentation azotée sur la reproduction (Cuvelier *et al.*, 2020).

**Tableau 12 :** Utilisation du taux d'urée dans le lait comme reflet de l'efficacité de l'alimentation protéique sur la reproduction (Rajala-Schultz *et al.*, 2001)

Niveau d'urée dans le lait (mg/dl)	Conséquences sur la reproduction
10-13	Chances de conception lors d'insémination très élevées Risque de mortalité embryonnaire plus bas
13-16	Pas d'impact négatif majeur en reproduction
> 16	Taux de conception plus bas Risque de mortalité embryonnaire

La conséquence la mieux précisée de l'excès d'azote sur les performances de reproduction est une diminution des taux de réussite à l'insémination, plus marquée que l'allongement de la durée de l'anœstrus *post partum*. Les vaches nourries avec une ration à forte teneur en azote

dégradable perdent davantage de poids en début de lactation, ont un taux de réussite à la première insémination plus faible et un IV-IF prolongé (tableau 13) (Westwood *et al.*, 2002).

**Tableau 13** : Impact de la ration azotée sur la fertilité (Westwood *et al.*, 2002)

Paramètres de fertilité	Taux protéique de la ration (% MS)		
	12,7	16,7	19,3
Intervalle vêlage - 1 <sup>ère</sup> ovulation (jours)	18	28	16
Intervalle vêlage - 1 <sup>ères</sup> chaleurs (jours)	36	45	27
IA/fécondation	1,47	1,87	2,47
Intervalle vêlage - IAF (jours)	69	96	106

## 12.2 Influence du déficit azoté sur les performances de reproduction

Les conséquences de la carence en azote dégradable sont similaires à celles d'un déficit énergétique. Ces conséquences sont une baisse de production, un amaigrissement et des risques de cétose et d'infertilité (Kaur *et al.*, 1995).

Lors de déficit en azote dégradable, la protéosynthèse microbienne diminue, ainsi que l'appétit des animaux, la digestibilité de la ration et l'efficacité de l'utilisation de l'énergie métabolisable. Par conséquent, la glycémie et l'insulinémie baissent, ce qui inhibe la sécrétion hypothalamique de GnRH, la sécrétion pulsatile de LH et la synthèse de progestérone (Kaur *et al.*, 1995).

Une carence azotée pendant la croissance de la génisse se traduit par un faible gain moyen quotidien (GMQ) et une puberté plus tardive (Poncet, 2002).

De faibles taux de réussite ont été observés chez des vaches inséminées alors qu'elles présentaient un déficit protéique au moment de la mise en reproduction. Par ailleurs, le déficit azoté en début de gestation pénalise la survie de l'embryon et le développement fœtal en raison d'une carence en acides aminés particuliers (cystéine, histidine). En fin de gestation, un déficit protéique est présenté comme un facteur de risque de rétention placentaire et retarde les premières chaleurs après vêlage (Curtis *et al.*, 1985).

Un déficit en azote (- 200 à 300 g/j par rapport aux besoins) et/ou en énergie (- 1 à - 2 UFL) pendant les 5 premières semaines *post partum* ne modifie pas le taux de réussite à l'insémination, ni la production laitière, à condition que les besoins soient couverts après cette période (Carteau, 1972).

## **Partie pratique**

### **1 Objectifs**

L'objectif du présent travail est d'étudier l'impact des pratiques alimentaires sur les paramètres de reproduction de la vache par :

- Évaluation de la conduite alimentaire du troupeau laitier et estimation du statut énergétique des animaux à travers la notation de l'état corporel.
- Recherche d'informations relatives à la reproduction, dans le but d'évaluer les performances de reproduction et les situer par rapport aux normes admises.

### **2 Matériel et méthodes**

#### **2.1 Matériel**

##### **2.1.1 Lieu et période de l'étude**

Cette étude est réalisée au sein de la ferme de l'Institut Technique des Élevages (ITELV) de Baba-Ali, durant la période allant de juillet 2019 à juin 2021. Cette ferme est choisie en raison de la présence de plusieurs critères, qui sont :

- La disponibilité et l'accessibilité aux informations
- Le suivi régulier de l'alimentation et de la reproduction
- La disponibilité des moyens et la présence d'un personnel qualifié.

##### **2.1.1.1 Situation géographique**

L'institut technique des élevages de Baba-Ali est situé au sud-ouest de la wilaya d'Alger, dans la commune de Birtouta. La station des ruminants de l'institut se trouve sur l'axe routier reliant Baba-Ali à Chebli. Elle est limitée à l'ouest par la voie ferrée Alger-Oran, au nord par la localité des Zouines, et au sud par les habitations de Baba-Ali.

##### **2.1.1.2 Bâtiments d'élevage**

La ferme laitière de l'ITELV est de type intensif, en stabulation libre ; elle comporte :

- Un logement pour les veaux non sevrés (nursery), avec deux rangées de cages individuelles.
- Un logement pour les veaux sevrés, séparés en fonction de l'âge (figure 16).
- Un logement pour les génisses.
- Un logement pour les vaches en lactation (figure 18).
- Un logement pour les vaches en tarissement (figure 17).
- Une salle de traite (figure 19).

- Des bureaux pour le personnel.

La paille est utilisée comme litière, changée ou complémentée chaque jour.



Figure 16 : Logement pour les veaux non sevrés (photo personnelle)



Figure 17 : Logement pour les vaches tarées (photo personnelle)



Figure 18 : Logement des vaches en stade de lactation (photo personnelle)



Figure 19 : Salle de traite (photo personnelle)

### 2.1.1.3 Suivi sanitaire et médical

Les vétérinaires de la ferme contrôlent quotidiennement l'état sanitaire des animaux. Les parages, ainsi que la pratique du CMT pour détecter les mammites subcliniques, sont régulièrement réalisés. Les supplémentations vitaminiques et le déparasitage sont effectués de manière régulière, de même que la vaccination contre la rage et la fièvre aphteuse.

En revanche, les mammites et les boiteries constituent toujours un problème majeur au sein de cette ferme, car elles sont dues essentiellement à un défaut d'hygiène de l'étable et de la salle de traite.

### 2.1.1.4 Conduite de la reproduction

La reproduction du cheptel se fait par insémination artificielle. Cette dernière est assurée par le technicien inséminateur de la ferme (figure 21), avec un matériel spécifique (figure 20), et les données relatives à l'insémination sont rapportées dans des fichiers Excel.

L'observation d'œstrus est rarement pratiquée dans la ferme. Les vaches sont donc inséminées sur chaleurs provoquées afin de pallier les problèmes de détection des chaleurs. Pour cela, l'inséminateur utilise deux protocoles classiques de synchronisation d'œstrus, à base de prostaglandines F2 $\alpha$  (Estrumate®) ou bien de progestagènes (Prid® ou Crestar®).

Le choix de la période d'insémination dépend fortement de la disponibilité des produits hormonaux, mais aussi de la semence.

Le diagnostic de gestation est effectué par exploration rectale à partir du 45<sup>ème</sup> jour post-insémination artificielle. En cas de non-fécondité, les ouvriers renseignent l'inséminateur pour l'inséminer à nouveau.



Figure 20 : Matériels d'insémination artificielle utilisés (photo personnelle)



Figure 21 : Insémination artificielle effectuée à l'ITELV (photo personnelle)

### 2.1.2 Matériel animal

Le tableau 14 montre que le nombre de vaches laitières présentes en juillet 2019 est de 41. Cette valeur va subir plusieurs variations, pour arriver à 43 VL en décembre 2019. Une diminution progressive, de 44 VL en janvier à 25 VL en décembre de la même année, est survenue en 2020. Ces chiffres se stabilisent à 25 VL en juin 2021.

Concernant les races, les Pie-rouge Montbéliarde (figure 23) et Flechvieh sont les plus représentées, les Pie-noire Prim'Holstein (figure 22) sont moins nombreuses, et enfin la troisième place revient à la race Brune des Alpes (figure 24).

**Tableau 14** : Nombre de vaches laitières présentes dans la ferme (août 2019 à juin 2021)

	Nombre de vaches en 2019	Nombre de vaches en 2020	Nombre de vaches en 2021
Janvier		44	25
Février		37	25
Mars		37	25
Avril		37	25
Mai		37	25
Juin		37	25
Juillet	41	37	
Août	37	37	
Septembre	38	33	
Octobre	42	23	
Novembre	43	24	
Décembre	43	25	



Figure 22 : Race Prim'Holstein présente dans l'exploitation (photo personnelle)



Figure 23 : Race Montbéliarde présente dans l'exploitation (photo personnelle)



Figure 24 : Race Brune des Alpes présente dans l'exploitation (photo personnelle)

### 2.1.3 Registres

Les données sont recueillies à partir des fichiers électroniques Excel et Word, relatives à l'alimentation et à la reproduction des vaches laitières, de juillet 2019 à juin 2021. Toutes les vaches sont répertoriées, mais certaines informations relatives à la reproduction ont été difficiles à retrouver.

### 2.1.4 Rations alimentaires étudiées

Sept rations sont étudiées durant la période d'étude. Les aliments fournis aux animaux sont ceux récoltés dans les champs de la ferme, puis stockés dans l'exploitation (figure 25), mais aussi des aliments du commerce, comme le VLB17.



Figure 25 : Stock d'aliments (photo personnelle)

## 2.2 Méthodes

### 2.2.1 Données de l'alimentation

L'étude de l'aspect alimentaire est basée sur :

- Le suivi de la conduite alimentaire et l'estimation de la quantité d'aliments distribuée.
- L'estimation de la quantité moyenne ingérée/vache en 24 heures.
- La détermination du rapport fourrage/concentré.
- Le calcul des valeurs énergétiques et azotées des aliments, en utilisant les équations rapportées par Jarrige (1988).

### 2.2.2 Notation d'état corporel

L'estimation de l'état corporel est pratiquée par les zootechniciens et vétérinaires de la ferme chaque mois. Ils utilisent la méthode élaborée par Edmonson *et al.* (1989), en se basant sur une échelle qui varie entre 1 (vache émaciée) et 5 (vache grasse).

### 2.2.3 Données de reproduction

Les informations relatives à la reproduction sont récoltées auprès du technicien inséminateur et des vétérinaires de la ferme, à partir des fiches d'insémination présentées sous forme de tableaux Excel.

Les données récoltées sont :

- Identification de la vache
- Date du dernier et de l'avant-dernier vêlage
- Insémination sur chaleurs normales ou provoquées
- Protocole utilisé pour la synchronisation
- Dates des inséminations fécondantes
- Nombre d'inséminations pour une gestation.

Ces données permettent de déterminer les paramètres de reproduction (paramètres de fécondité et de fertilité).

- **Paramètres de fécondité**

La fécondité est l'aptitude d'une femelle à conduire à terme une nouvelle gestation dans un délai donné à partir du vêlage précédent. Elle est déterminée à partir de l'étude de plusieurs paramètres qui sont :

- Intervalle vêlage-vêlage (IVV) (jours) = intervalle entre deux vêlages.
- Intervalle vêlage-première insémination (IV-I1) = nombre de jours entre le vêlage et la première IA, qu'elle soit suivie d'une fécondation ou non.
- Intervalle vêlage-insémination fécondante (IV-IF) = nombre de jours entre le vêlage et l'insémination fécondante.

- **Paramètres de fertilité**

Les paramètres de fertilité sont :

- Indice d'insémination (ou de fertilité) apparent :

$$\text{IFA} = \frac{\text{Nombre d'inséminations qui ont mené à une gestation}}{\text{Nombre de vaches gravides}}$$

- Indice d'insémination (ou de fertilité) total :

$$\text{IFT} = \frac{\text{Nombre total d'inséminations artificielles}}{\text{Nombre de vaches gravides}}$$

- Taux de gestation apparent :

$$\text{TGA} = \frac{1}{\text{IFA}}$$

- Taux de gestation total :

$$\text{TGT} = \frac{1}{\text{IFT}}$$

### 3 Résultats et discussion

#### 3.1 Conduite de l'alimentation

##### 3.1.1 Pourcentage en matière sèche des rations distribuées

Les pourcentages de matière sèche dans les rations distribuées sont mentionnés dans le tableau 15, établi par Ghozlane (2012)

**Tableau 15** : Pourcentage en matière sèche des rations distribuées (Ghozlane, 2012)

Aliment	MS (%)
Paille d'orge	91
Foin d'avoine	86,6
Bersim végétatif	9,3
Bersim floraison	16,5
Concentré VLB17	89,9

##### 3.1.2 Rationnement

Durant la période d'étude, 7 rations sont utilisées pour les vaches laitières, présentées dans le tableau 16. Les quantités de matière sèche (MS) ingérée sont calculées en s'aidant du tableau 15. Quels que soient le stade de lactation et la race, toutes les vaches reçoivent la même alimentation sur les plans quantitatif et qualitatif. Il n'y a donc pas de véritable plan de rationnement des vaches selon leurs besoins, en négligeant ainsi les besoins augmentés en début de lactation, les besoins de croissance des primipares et la capacité de production de la race, ce qui peut induire une mauvaise exploitation du potentiel laitier de la vache, et même des troubles de fertilité.

Les rations de base sont constituées de fourrages grossiers distribués en sec dans les rations R1, R2, R3 et R7, et des fourrages grossiers distribués en vert (bersim, avec herbe spontanée) dans les rations R4, R5 et R6.

Le VLB17, acheté dans le commerce, est présent dans toutes les rations. Il est constitué de 58% de maïs, 20% de tourteaux de soja, 16,5% d'issues de meunerie, 3% de calcaire, 1% de CMV et 0,5% de phosphate bi-calcique. Des suppléments en concentrés sont fournis aux vaches qui présentent un indice d'état corporel (BCS) inférieur à 2, surtout en début de lactation, pour optimiser leur potentiel de reproduction.

**Tableau 16** : Différentes rations distribuées aux vaches durant la période d'étude

Période	Ration	Aliment distribué	Quantité ingérée (kg brut)	Quantité ingérée (kg MS)
Juillet 2019 - août 2020	<b>R1</b>	Foin d'avoine	9	7,8
		Concentré VLB17	7	6,3
Septembre 2020 - octobre 2020	<b>R2</b>	Foin d'avoine	8	7
		Concentré VLB17	6	5,4
Novembre 2020	<b>R3</b>	Foin d'avoine	8	7
		Concentré VLB17	5	4,5
Décembre 2020	<b>R4</b>	Paille d'orge	4	3,6
		Concentré VLB17	7	6,3
		Fourrage vert (bersim végétatif)	25	2,3
Janvier 2021 - mars 2021	<b>R5</b>	Paille d'orge	4	3,6
		Concentré VLB17	7	6,3
		Fourrage vert (bersim végétatif)	30	2,7
Avril 2021 - mai 2021	<b>R6</b>	Herbe spontané	15	Inconnu
		Concentré VLB17)	2	1,8
		Fourrage vert (bersim floraison)	15	2,6
Juin 2021	<b>R7</b>	Foin d'avoine	18	15,7
		Concentré VLB17	2	1,8

Concernant l'abreuvement, élément important pour la production du lait qui est constitué de 90% d'eau, les vaches ont un accès libre aux points d'eau, qui sont collectifs et permettent le renouvellement permanent de l'eau pour garder sa propreté (figure 25).

En cas d'absence de foin et diminution de la disponibilité des fourrages verts, la ferme utilise de l'herbe spontanée dans la ration R6, avec un taux de matière sèche augmenté. Celle-ci est constituée d'une multitude d'espèces végétales, ce qui rend difficile de déterminer leur teneur en matière sèche, et impossible le calcul de la quantité de matière sèche ingérée.

Dans la ration R7, la ferme diminue considérablement la quantité de concentré distribué, par crainte de rupture de stock, ce qui peut conduire à un amaigrissement des vaches, influençant ainsi les paramètres de reproduction.



Figure 25 : Abreuvoirs présents dans l’exploitation (photo personnelle)

### 3.1.3 Rapport fourrage/concentré

Le rapport fourrage/concentré est un facteur majeur dans la variation de la consommation de matière sèche. Le fourrage est riche en fibres, qui augmentent le volume de la ration ; lorsqu’il est consommé en grande quantité, le volume du rumen peut être comblé sans que la vache ne puisse ingérer suffisamment d’énergie pour subvenir à ses besoins. À l’inverse, le concentré contient des nutriments énergétiques et moins de fibres ; il se caractérise donc par un faible volume par unité de poids et une ingestion totale de la ration, ce qui fournit suffisamment d’énergie pour couvrir les besoins de la vache. L’équilibre entre ces deux éléments est primordial. La figure 26 montre les rapports fourrage/concentré des rations étudiées.

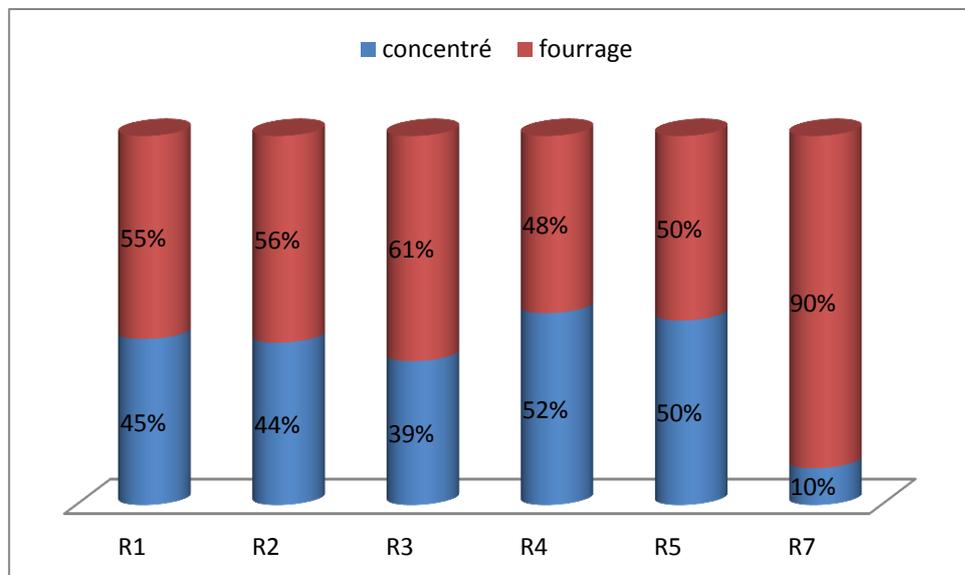


Figure 26 : Rapport fourrage/concentré des rations étudiées

Pour considérer les proportions de concentré et de fourrage comme étant dans les normes, il faut que l'apport du fourrage se situe entre 50 et 60%, et celui du concentré entre 40 et 50% (Wolter, 1997).

Ceci permet d'en déduire que les proportions sont respectées dans la ferme, sauf pour les rations R4 et R7. Une légère diminution d'apport en fourrage et une augmentation en concentré sont remarquées dans la R4, provoquant ainsi une meilleure ingestion mais peut nuire à la santé de la vache. Concernant la R7, on note une augmentation importante d'apport en fourrage (presque la totalité de la ration), donc une quantité insuffisante d'énergie, exposant la vache à une cétose et un amaigrissement.

### 3.1.4 Valeurs nutritives des aliments disponibles dans l'étable

Le calcul des valeurs nutritives permet d'en déduire la quantité de lait produite.

Pour cela, le tableau 17 est utilisé, qui indique les valeurs nutritives des aliments distribués dans l'exploitation durant les années 2010/2011.

### 3.1.5 Valeurs nutritives des rations et production totale

En utilisant le tableau 17, un calcul des valeurs nutritives de la ration est réalisé, en parallèle de la production laitière obtenue, par rapport à celle escomptée. Les résultats sont présentés dans le tableau 18.

**Tableau 17** : Valeurs nutritives des aliments disponibles dans l'étable (Ghozlane, 2012)

Nature des aliments	Valeurs nutritives		
	UFL/kg MS	PDIE g/kg MS	PDIN g/kg MS
Foin d'avoine	0,63	59,2	36,7
Concentré VLB17	1	116	116
Fourrage bersim végétatif	0,83	95,4	129,7
Paille d'orge	0,5	66	38

**Tableau 18** : Valeurs nutritives des rations distribuées et production laitière

<b>R1</b>	Apports nutritifs totaux	14,13 MS (kg)	11,2 UFL	1018,2 PDIN	1194,3 PDIE
	Production laitière permise par la ration		14,2	<b>13</b>	16,7
	Production réelle	<b>10,4</b>			
<b>R2</b>	Apports nutritifs totaux	12,36 MS (kg)	9,8 UFL	881,8 PDIN	1038,4 PDIE
	Production laitière permise par la ration		10,9	<b>10,1</b>	13,4
	Production réelle	<b>7,7</b>			
<b>R3</b>	Apports nutritifs totaux	11,46 MS (kg)	8,9UFL	777,4 PDIN	934 PDIE
	Production laitière permise par la ration		8,8	<b>8</b>	11,2
	Production réelle	<b>8,8</b>			
<b>R4</b>	Apports nutritifs totaux	12,19 MS (kg)	29,1 UFL	1160,9 PDIN	1185,7 PDIE
	Production laitière permise par la ration		54,7	<b>16</b>	16,5
	Production réelle	<b>14,1</b>			
<b>R5</b>	Apports nutritifs totaux	12,64 MS (kg)	33,2 UFL	1219,3 PDIN	1228,6 PDIE
	Production laitière permise par la ration		64,1	<b>17,2</b>	17,4
	Production réelle	<b>14,3</b>			
<b>R6</b>	Apports nutritifs totaux	Inconnu			
	Production laitière permise par la ration	Inconnu			
	Production réelle	<b>13,1</b>			
<b>R7</b>	Apports nutritifs totaux	17,46 MS (kg)	11,7 UFL	783,5 PDIN	1135,9 PDIE
	Production laitière permise par la ration		15,1	<b>8,1</b>	15,4
	Production réelle	<b>6,6</b>			

Les valeurs nutritives et la production laitière sont calculées à partir de la moyenne de la ration sur des vaches adultes de 600 kg produisant un lait standard titrant 4% de MG, en prenant en compte les besoins d'entretien et de production, sans se focaliser sur les besoins de gestation, qui sont négligeables durant les deux premiers tiers.

La R6 est difficile à étudier concernant les apports nutritifs et la production laitière permise par la ration, ce qui est dû à l'utilisation d'herbes spontanées, avec des valeurs nutritives inconnues. Avec la ration R3, la production réelle est supérieure à la production permise par l'alimentation

car il y a eu une distribution arythmique de l'orge germée, selon sa disponibilité. Cet aliment est riche en PDIN et PDIE, responsables de l'augmentation de la production laitière.

La production réelle est largement inférieure aux capacités de production des races majoritaires présentes dans l'exploitation, qui sont de 30 litres/jour pour la Prim'Holstein et 20 litres/jour pour la Montbéliarde. Ainsi, les rations de base n'ont pas satisfait les besoins de production accrus de ces races, entraînant un bilan énergétique négatif, responsable d'absence d'œstrus et d'ovulation, et donc une mauvaise fertilité. Pour satisfaire leurs besoins, les vaches mobilisent leurs réserves corporelles, produisant des corps cétoniques, responsables majeurs des troubles de reproduction, ainsi que de non-délivrance et de métrites.

Le tableau 18 montre aussi un déficit azoté, présenté par des valeurs de PDIN toujours basses par rapport aux UFL et PDIE. Ce déficit se traduit par une production laitière permise par les PDIN toujours inférieure à celle permise par les UFL et les PDIN. Ce déficit est responsable d'amaigrissement, car il entraîne une baisse d'appétit, de la digestibilité et de l'efficacité d'utilisation de l'énergie métabolisable. Cette baisse entraîne aussi des troubles de reproduction, comme des échecs à l'insémination et un défaut de développement fœtal par manque d'acides aminés essentiels.

### 3.2 BCS des vaches laitières

En raison d'un manque de données, l'étude du BCS est réalisée uniquement sur 4 rations, qui sont R1, R4, R5 et R7, pour identifier une éventuelle sous-alimentation des vaches en phase de production. Dans l'exploitation, les moyennes des vaches qui présentent un BCS inférieur à 2 sont identifiées dans la figure 27.

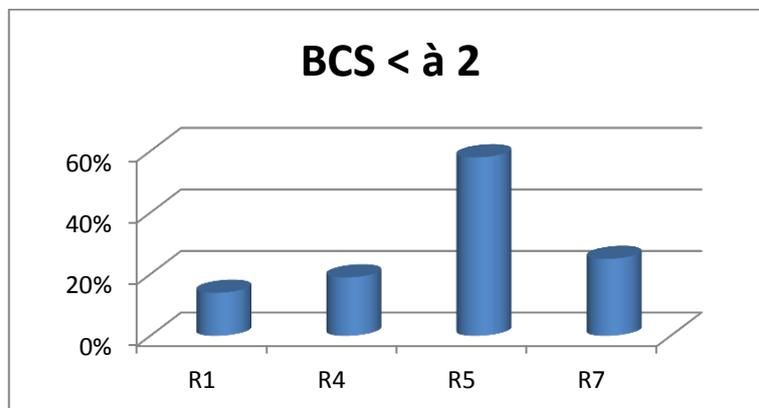


Figure 27 : Pourcentage des vaches avec un BCS inférieur à 2, selon la ration

L'état de chair est une indication de l'efficacité de la ration alimentaire. Il permet de déterminer le bilan énergétique du troupeau, variable selon le stade physiologique de la vache, le stade de production et l'apport alimentaire.

En début de lactation, le BCS doit se situer entre 2 et 3, alors qu'en milieu de lactation, il doit être entre 2,5 et 3. De manière générale, dans un troupeau, un pourcentage de 10% ne doit pas être dépassé en ce qui concerne les conditions de chair extrêmes ( $> 4$  ou  $< 2$ ).

Lors de début de lactation, une baisse importante du poids des vaches survient en raison de la forte production laitière, non pourvue par des apports suffisants. En effet, le pic de consommation de matière sèche (10 à 12 semaines après le vêlage) survient quelques semaines après le pic de lactation (6 à 8 semaines après le vêlage). Les hautes productrices, comme la Prim'Holstein, doivent tirer de leurs réserves corporelles l'énergie nécessaire pour maintenir leur production laitière.

Dans la ferme, aucun cas de vache avec un BCS supérieur à 4 n'est enregistré, ce qui éloigne les problèmes de dystocie et d'acétonémie *post partum*.

Par contre, la figure 27 montre que dans toutes les rations, un BCS inférieur à 2 est enregistré dans l'exploitation, avec un pourcentage de vaches supérieur à 10%. Donc plusieurs vaches présentent un bilan énergétique négatif, ce qui les expose à l'infertilité et à la non-délivrance. Ce résultat est expliqué par l'insuffisance d'apports nutritifs en énergie et en azote, qui est montré dans le tableau 18. Il est aussi le résultat des problèmes de santé fréquents dans la ferme, comme les mammites et les boiteries qui diminuent la prise alimentaire.

Avec la ration R5, la moitié des vaches présentent un BCS inférieur à 2 malgré une ration riche en fourrage vert et un rapport fourrage/concentré dans l'intervalle recommandé, et des vaches indemnes de maladies durant cette période. Ce qui incite à faire plus d'investigations sur les races des vaches et leur stade de lactation. Les résultats des recherches montrent que la plupart des vaches présentant ce BCS médiocre sont en début de lactation (46%), avec des besoins accrus car la production est au maximum. La première prédisposition est représentée par la race, puisque 61% des vaches en production dans la ferme sont des Prim'Holstein, une race haute productrice, avec des besoins accrus en début de lactation. Pour subvenir à ses besoins, la vache renforce la mobilisation du tissu graisseux, ce qui conduit à un amaigrissement et à l'augmentation des concentrations en corps cétoniques, causes de dégradation de la santé et du potentiel de reproduction.

### 3.3 Suivi de reproduction

#### 3.3.1 Types de chaleurs

Les chaleurs synchronisées facilitent le travail de l'éleveur, mais peut affecter la fertilité par rapport aux chaleurs normales. La figure 28 montre les pourcentages des chaleurs spontanées et des chaleurs provoquées dans l'exploitation.

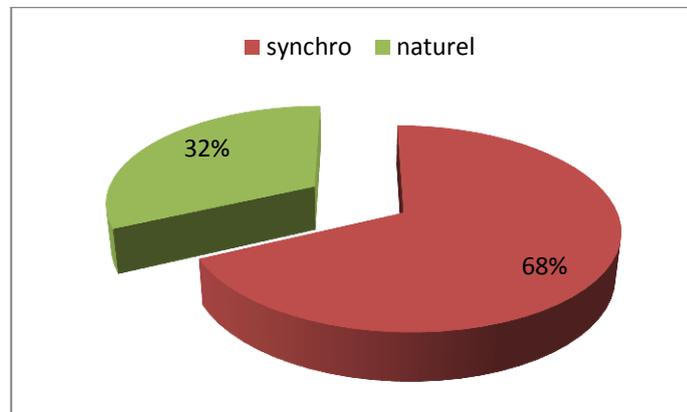


Figure 28 : Types de chaleurs au sein de l'élevage

Dans cet élevage, le pourcentage de chaleurs provoquées est beaucoup plus important que celui des chaleurs naturelles.

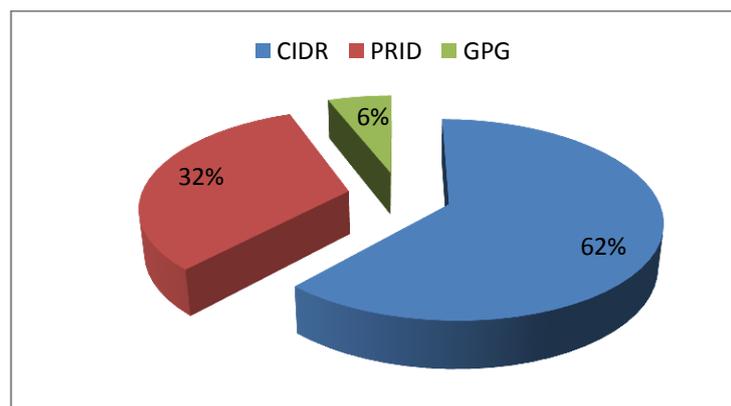


Figure 29 : Pourcentage d'utilisation des produits de synchronisation

Le Cidr® est le plus fréquemment utilisé pour synchroniser les chaleurs, avec un pourcentage de 62%. Le Prid® est moins utilisé, et le protocole GPG (GnRH + PgF2 $\alpha$ ) encore plus rarement.

### 3.3.2 Paramètres de fécondité

#### 3.3.2.1 Intervalle vêlage-vêlage (IVV)

Les résultats des intervalles vêlage-vêlage du troupeau durant la période d'étude sont présentés dans le tableau 19.

**Tableau 19** : Intervalle vêlage-vêlage (IVV)

	Nombre de vaches	Pourcentage
< 350 j	1	5%
350-400 j	3	14%
> 400 j	17	81%

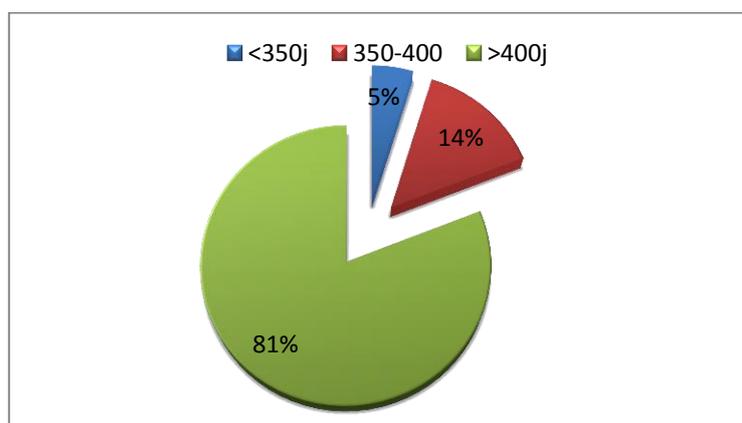


Figure 30 : Intervalle vêlage-vêlage

Le tableau 19 et la figure 30 montrent que 14% des vaches pluripares ont un IV-V compris entre 350 et 400 jours, avec une moyenne du troupeau à 501 jours, bien supérieure à 400 jours, sachant qu'un IV-V supérieur à 13 mois (390 jours) se traduit par des pertes économiques, essentiellement en veaux et en lait, ce qui peut grever les revenus de l'éleveur.

#### 3.3.2.2 Vêlage-première insémination artificielle

L'intervalle séparant la date de la première insémination et celle du vêlage, appelé également délai de mise à la reproduction, est un élément essentiel dans la conduite du troupeau. La majorité des animaux devraient être inséminés entre 40 et 70 jours après le vêlage. Le tableau 20 montre les différentes répartitions des intervalles V-IA1 dans l'étable.

**Tableau 20** : Intervalle vêlage-première insémination artificielle

Répartition	Nombre de vaches	Pourcentage (%)
< 40 j	0	0
40-70 j	0	0
70-90 j	5	20
> 90 j	20	80

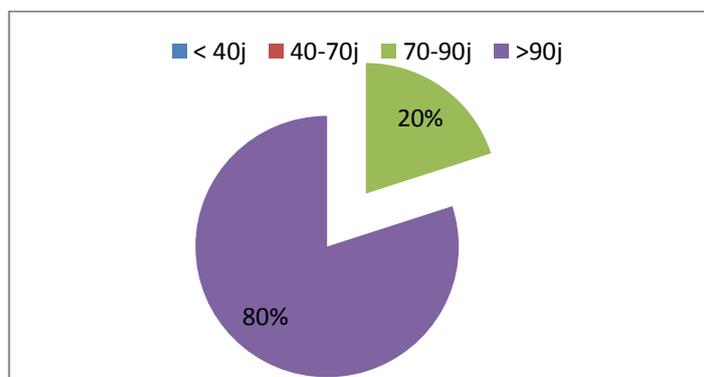


Figure 31 : Intervalle vêlage-première insémination

Dans cette étude, la moyenne obtenue pour l'intervalle V-IA1 est de 195 jours. Une variation allant de 80 à 578 jours est notée, avec 80% des vaches inséminées au-delà de 90 jours, aucune vache inséminée dans la période optimale (40-70 jours), et 20% un peu plus tardivement, entre 70 et 90 jours *post partum*. Les vaches ne sont donc pas inséminées dans l'intervalle recommandé.

### 3.3.2.3 Intervalle vêlage-insémination fécondante

L'intervalle séparant le vêlage et la fécondation est un excellent critère pour estimer la fécondité du troupeau ; il est d'ailleurs corrélé avec l'intervalle V-V. Il doit être compris entre 80 et 110 jours. Le tableau 21 montre la répartition des intervalles V-IF dans l'étable.

**Tableau 21** : Intervalle vêlage-insémination fécondante

Répartition	Nombre de vaches	Pourcentage (%)
< 40 j	0	0
40-80 j	0	0
80-110 j	1	6
> 110 j	17	94

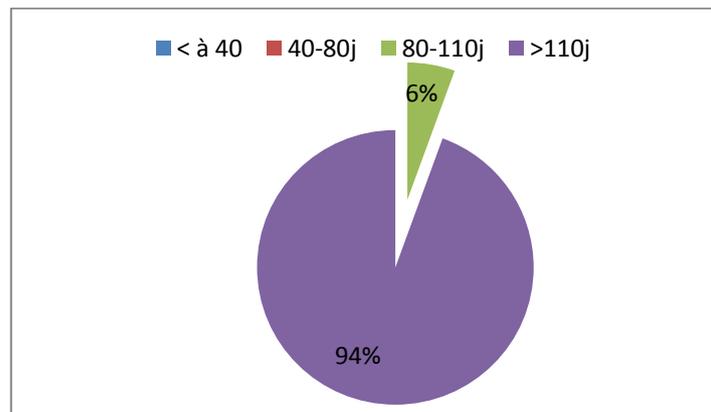


Figure 32 : Intervalle vêlage-insémination fécondante

Les vaches de la station ITELV présentent un intervalle vêlage-insémination fécondante (V-IAF) de l'ordre de 324 jours en moyenne, variant entre 81 et 916 jours. Le tableau 21 et la figure 31 montrent que 5% des vaches présentent l'intervalle recommandé (80-110 jours) et 94% présentent un délai de fécondation dépassant les 110 jours.

### 3.3.3 Paramètres de fertilité

La fertilité est l'aptitude à la reproduction d'une femelle, qui peut être fertile, infertile ou stérile. Pour déterminer la fertilité des femelles mises à la reproduction dans l'exploitation, quatre paramètres sont calculés : indice de fertilité apparent (IFA), indice de fertilité total (IFT), taux de gestation apparent (TGA) et taux de gestation total (TGT). Les valeurs sont présentées dans le tableau 22.

**Tableau 22** : Différents paramètres de fécondité

<b>Paramètres de reproduction</b>	<b>Résultats</b>
Indice de fertilité apparent (IFA)	1,6
Indice de fertilité total (IFT)	2,1
Taux de gestation apparent (TGA)	63%
Taux de gestation total (TGT)	48%

Pour dire que les vaches d'un troupeau sont fertiles, il faut que l'IFA soit inférieur ou égal à 2, que l'IFT soit inférieur ou égal à 4, le TGA supérieur ou égal à 50% et le TGT supérieur à 40%. Le tableau 22 montre que toutes les valeurs sont compatibles avec les normes recommandées, donc les vaches de la ferme présentent une bonne fertilité.

## Conclusion et recommandations

Au terme de cette étude, et à la lumière des résultats obtenus, nous pouvons tirer quelques enseignements quant à la conduite alimentaire du cheptel et aux performances de reproduction des vaches laitières présentes dans l'élevage.

L'analyse des régimes alimentaires adoptés dans cet élevage durant la période de l'étude indique l'absence d'une vraie stratégie de rationnement des vaches selon leur niveau de production, en plus du déficit azoté observé dans toutes les rations. Un réel déséquilibre est remarqué entre la production laitière permise par les apports alimentaires et celle enregistrée réellement. Cette différence pourrait être le reflet d'une mauvaise expression du potentiel génétique des animaux et d'une mauvaise consommation de la matière sèche. D'autre part, le rapport fourrage/concentré est généralement respecté pour toutes les rations : les pourcentages fourrage et concentré restent dans les limites des normes préconisées dans la littérature.

Pour ce qui concerne l'état corporel des vaches en production, le BCS est jugé mauvais dans toutes les périodes car plusieurs vaches présentent un BCS inférieur à 2. Ce résultat est lié à plusieurs explications possibles : rationnement déséquilibré, état sanitaire mauvais et présence de races vulnérables à l'amaigrissement. Le BCS indique un déficit en énergie et en azote important, causant un bilan énergétique négatif.

En matière de reproduction, la ferme ne respecte pas le protocole d'observation pour repérer les vaches en chaleurs. Les vaches sont inséminées généralement sur chaleurs provoquées, mais plusieurs vaches restent longtemps sans être inséminées, par défaut de matériel de synchronisation. Un BCS inférieur aux normes, des métrites *post partum* et un défaut de personnel se reflète sur les performances de reproduction. La fécondité peut être classée comme très mauvaise, avec des mises à la reproduction et des délais de fécondation nettement supérieurs aux normes, qui sont respectivement de 195 et 324 jours. La fertilité des vaches est bonne, avec IFA, IFT, IGA et IGT dans les normes, avec des valeurs respectivement de 1,6, 2,1, 63% et 48%. Ces résultats permettent de confirmer que le déficit énergétique et azoté influence négativement la reproduction des vaches laitières, provoquant des anœstrus *post partum* prolongés, des chaleurs retardées et des métrites *post partum*, qui affectent la fécondité et provoquent des pertes économiques inévitables pour l'éleveur.

Enfin, plusieurs recommandations sont proposées, pouvant être prises en considération :

- Rationner les vaches en fonction de leur stade physiologique, en structurant le troupeau en trois lots : début de lactation, pleine lactation et tarées.
- Analyser les aliments pour connaître leur composition chimique et donc leurs valeurs alimentaires réelles.

- Corriger la ration de base selon la nature du déficit (énergétique, azoté ou minéral), donc un complément de correction adéquat afin d'éviter les phénomènes de gaspillage.
- Rationner la distribution du concentré en tenant compte des processus digestifs et métaboliques des ruminants, et surtout du rendement en lait et en économie de l'exploitation.
- Un suivi régulier du BCS des vaches et son ajustement selon le stade physiologique de la vache.
- Organiser des formations pour les éleveurs sur la détection des chaleurs.
- Améliorer le logement des animaux.
- Traitement précoce des maladies déclarées.
- Mettre en place un dossier complet permettant d'identifier chaque animal, d'inscrire les évènements de reproduction et préciser l'état de santé.
- Gestion du tarissement pour éviter le déficit énergétique et les dystocies.
- Vérification des matrices des vaches de façon régulière, et surveillance de l'involution utérine pour la détection précoce des métrites.
- Insémination des vaches avec une semence adéquate, selon la race, pour éviter les dystocies.
- Traitement précoce des non-délivrances pour éviter les métrites.
- Identification précoce des inséminations non fertiles.
- Réforme des vaches infertiles.

## Références bibliographiques

- Baillargeon P** (2016). Synchronisation des vaches et taures en production vache veau. *In* : Zoétis. Journées de conférences agricoles 2016, Saguenay-Lac-Saint-Jean. Direction régionale de Saguenay-Lac-Saint-Jean du Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec. Journées de conférences agricoles. Québec, 3, 4, 33.
- Barone R** (2001). Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4, splanchnologie II : appareil uro-génital, fœtus et annexes, péritoine et topographie abdominale. 3e édition. Paris, Éditions Vigot, 30 p
- Beth W** (1993). Guide de l'alimentation de la vache laitière.
- Bonnand P, Charbonnier G, Chevallier A, Frappat S, Freret B, Leterme J, Manciaux L, Paccard P, Pacory J, Petit M, Pollet T, Ponsart C, Viala J** (2010). *Repro guide : Les connaissances et les conseils indispensables pour améliorer la fertilité dans les élevages*. 3<sup>ème</sup> édition. France, UNCEIA, 75 p.
- Brisson J** (2003). Nutrition alimentation et reproduction. 30-10-2003, Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec), Centre de référence en agriculture et agroalimentaire, Québec, 66, 9
- Bouamra M, Ghozlane F, Ghozlane M K** (2016). Facteurs influençant les performances de reproduction de vaches laitière en Algérie. *Livestock Research for Rural Development* 28 (4).
- Carteau M** (1984). L'alimentation retentit sur la fertilité. *L'élevage bovin*. **137**, 25-29.
- Cauty I, Perreau JM** (2003). La conduite du troupeau laitier. Paris, France agricole.
- Chapaux P, Glorieux G, Hanzen C** (2013). Fécondité, impact des périodes d'attente et reproduction. Association Wallonne de l'Elevage. Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire. 3 p.
- Constant F** (2008). Infécondité de la vache laitière. Ecole Vétérinaire d'Alfort, France.
- Courtois VCM** (2005). Etude des facteurs de risque de l'infertilité des élevages bovins laitiers de l'île de la Réunion : élaboration d'un guide destiné aux éleveurs. Thèse Méd Vét Toulouse ; 3.
- Curtis CR, Erbt HN, Sniffen CJ et Smith HRD** (1985). Path analysis of day period nutrition, *post partum* metabolic and reproductive disorders, and mastitis in Holstein cows. *Journal of dairy science*. 68, 2347-2360.
- Cuvelier C, Hornick JL, Beckers Y, Froidmont E, Knapp E, Istasse L, Dufrasne I** (2020). Livret de l'agriculture. L'alimentation de la vache laitière. 22<sup>ème</sup> édition. Université de Liège, Centre Wallon de Recherches Agronomiques, 193, 79-100, 155-159
- Descôteaux L, Vaillancourt D** (2012). *Vade-Mecum de gestion de la reproduction des bovins laitiers*. Paris, Med'com, 240 p.
- Dominique P** (2014). Alimentation des vaches laitières en système herbage et rationnement. Paris, INRA, 12 p.

- Edmonson A.J, Lean I.J, Weaver L.D, Farver T. Etwebster G,** (1989). A body Condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J Dairy Sci*, 72: 68-78.
- Enjalbert F** (1994). Relation alimentation-reproduction chez la vache laitière. *Point Vét.*, **25**, 77-84.
- Ennuyer M** (2000). Les vagues folliculaires chez la vache : Applications pratiques à la maîtrise de la reproduction. *Le Point vétérinaire : revue d'enseignement post-universitaire et de formation permanente*, 31 (209) : 9- 15.
- Ferguson JD** (2005). Nutrition and reproduction in dairy herds. *Veterinary clinics of North America. Food Animal Practice* 325-347.
- Filteau V, Caldwell V** (2007). Fertilité et alimentation chez la vache laitière. Québec : CRAAQ, 12 p.
- Froment P** (2007). Note d'état corporel et reproduction chez la vache laitière. Thèse pour le doctorat vétérinaire. Alfort : École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 112 p.
- Ghozlane M.K** (2012). Stratégies alimentaires : effets sur les performances de production et reproduction de la vache laitière (Cas de la ferme de démonstration de l'ITELV Baba-Ali. Mémoire en vue de l'obtention de diplôme de Magistère en Sciences vétérinaires. Alger : Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire, 90p.
- Grimard B, Agabriel J, Chambon G, Chanvallon A, Constant F, Chastant S** (2017). Particularités de la reproduction des vaches allaitantes de races françaises. *INRA Prod. Anim.*, 30 (2), 125-138.
- Halilou Kane H** (2013). Cycle sexuel de la vache kouri : étude descriptive et progestéronémie. Mémoire de master en productions animales et développement durable. Sénégal : Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar 32 p.
- Hanzen C** (2016), L'infertilité dans l'espèce bovine : un syndrome. Cours de doctorat de la faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège, 39 p.
- Hanzen C** (2016). Propédeutique et pathologies de la reproduction femelle. Cours de doctorat de la faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège, 32 p.
- Hanzen C** (2005). Facteur d'infertilité et d'infécondité en reproduction bovine : données générales. Université de Liège faculté de médecine vétérinaire.
- Holter JB, Slotnick MJ, Hayes HH, Bozak K** (1990). Effects of pre-partum dietary energy on condition score, *post partum* energy, nitrogen partitions, and lactation production responses. *Dairy Sci*, 73 : 3502-3511.
- Houmadi H** (2003), Maîtrise des cycles sexuels chez les bovins : application de traitement combinés à base de progestérone-PGF2a-PMSG et pogestagène-PGF2a-PMSG. Mémoire de fin

de cycle pour l'obtention du diplôme d'ingénieur. Mali : l'institut polytechnique rural de formation de recherche appliquée de Katibougou, 60 p.

**Huyghe C, Delaby L** (2013). Prairies et système fourrager. 2<sup>ème</sup> édition. Paris, France Agricole, 512 p.

**Inra** (2010). Alimentation des bovins, ovins et caprins. Paris, 311 p.

**INRAP** (1988), reproduction des mammifères d'élevage. Paris, les éditions Foucher, 236 p.

**Intra** (1998). Alimentation des bovins, ovins et caprins, Paris, INRA, 417 p.

**Jarrige R** (1988). Alimentation des bovins ovins et caprins. Paris, INRA, 471 p.

**Jordan ER et Swanson LV** (1979). Effect of crude protein on reproductive efficiency, serum total protein, and albumin in the high-producing dairy cow. *J. Dairy Sci.*, **62**, 58-63.

**Julia J, Taveau J** (2013). Physiologie et pathologie de la reproduction de la vache : élaboration de ressources pédagogiques en ligne à partir d'images échographiques de l'appareil génital. Thèse pour obtenir le grade de Docteur vétérinaire, Toulouse : Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 65 p.

**Kadi A** (2007). Alimentation de la vache laitière : étude dans quelques élevages d'Algérie. Science des productions animales. Mémoire de magister. Blida : université Saad Dahlab, 128 p.

**Kaur H. Arora SP** (1995). Dietary effects on ruminant livestock reproduction with particular reference to protein. *Nutr. Res.*, **8**, 121-136.

**Kim IH, Suh GH** (2003). Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology*, **60** (8): 1445-1456.

**Laloux L, Bastin C, Gillon A, Bertozzi C, Gengler N** (2009). 14<sup>ème</sup> des carrefours des productions animales : les filières bovines dans les tourments, produire plus et mieux avec le moins. 11-02, 2009, Gembloux, Associations Wallonnes de l'Élevage ASBL, 2 p.

**Leborgne M, Tanguy J, Foisseau J, Selin I, Vergonzanne G, Wimmer E, Montméas L** (2013). Reproduction des animaux d'élevage. 3<sup>ème</sup> édition. Paris, Educ-agri, 466 p.

**Lopez-Gatius F, Santolaria P, Yaniz J, Fenech M, Lopezbejar M** (2002). Risk factors for postpartum ovarian cysts and their spontaneous recovery or persistence in lactating dairy cows. *Theriogenology*, **58** (8) : 1623-1632.

**Meissonnier E** (1994). Tarrisement modulé, conséquence sur la production, la reproduction, et la santé des vaches laitière. France, Point vet, 170 p.

- Meschy F** (2007). Alimentation minérale et vitaminique des ruminants: actualisation des connaissances. Productions animales, Institut National de la Recherche Agronomique, 20 (2), 119-128.
- Meyer C, Denis J** (1999). Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Île-de-France, Cirad, 314 p.
- Michoagan S D** (2011). Evaluation de l'efficacité de la gestion de la reproduction dans la ferme laitière past-agri au Sénégal. Thèse pour obtenir du grade de Docteur Vétérinaire. Sénégal : Faculté de Médecine, de pharmacie et d'Odontostomatologie Dakar, 123 p.
- Miroud K, Hadeff A, Kaidi R** (2012). Étude de la relation entre l'état corporel et la durée de l'anoestrus *post partum* de la vache laitière dans l'est Algérien. Sciences & Technologie C, 35 : 34-43.
- Paragon BM** (1991). Qualité alimentaire et fécondité chez la génisse et la vache adulte : importance des nutriments non énergétiques. Bull. GTV., **91**, 39-52.
- Poncet J** (2002). Etudes des facteurs de risque de l'infertilité dans les élevages bovins laitiers de l'île de la réunion : influence de l'alimentation sur la reproduction. Thèse d'exercice de la médecine vétérinaire. France : Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse 145 p.
- Poncet J.** 2002. Etudes des facteurs de risque de l'infertilité dans les élevages bovins laitiers de l'île de la réunion : influence de l'alimentation sur la reproduction. Thèse : Méd. Vét. : Toulouse.
- Pontlevoy R** (2017), Etat des lieux a l'échelle mondiale des traitements hormonaux de synchronisation des chaleurs dans l'espèce bovine. Thèse pour le doctorat vétérinaire, France : faculté de médecine de Créteil 135 p.
- Pryce JE, Coffey MP, Simm G** (2001).The relationship between body condition score and reproductive performance. J Dairy Sci, 84 : 1508-1515.
- Rajala-Schultz PJ, Saville WJA, Frazer GS, Wittum TE** (2001). Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy cows. Journal of Dairy Science. Volume 84, Issue 2. 482-489.
- Sérieys F** (1997). Le tarissement des vaches laitières. Paris, France Agricole, 224p. 61-65
- Sib O, Bougouma-Yameogo V, Blanchard M, Gonzalez-Garia E, Vall E** (2018). Un outil permettant d'ajuster l'alimentation des vaches pour atteindre in objectif fixe par l'éleveur. Agronomie Africaine, 30(2) : 157-168.
- Soltner D** (2008). Alimentation des animaux domestiques. 22<sup>ème</sup> édition. Paris, Collection Sciences et Techniques Agricoles, 176 p.
- Vall E, Bayala I** (2004). Notes d'état corporel des zébus soudaniens. Fiche technique du CIRDES, Bobo Dioulasso : CIRDES, 8 p.

**Vallet A, Paccard P, Dumonthier Ph et Lucbert J** (1998). Méthode d'analyse des causes de l'infécondité d'un troupeau laitier. Institut de l'élevage. 7 p.

**Wolter R, Ponter A** (2013). Alimentation de la vache laitière. 4<sup>ème</sup> édition. Paris, France Agricole, 194 p.

**Sites internet :**

[http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/dairy/facts/info\\_mineral.htm?fbclid=IwAR0Dlk-Oyhvxbh9MYEPSt87syGhA-LUabnrPYZOY1hfivcJ9vb1210BLBzA](http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/dairy/facts/info_mineral.htm?fbclid=IwAR0Dlk-Oyhvxbh9MYEPSt87syGhA-LUabnrPYZOY1hfivcJ9vb1210BLBzA) (consulté le 11/06/2021)

[http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/dairy/facts/pub101.htm?fbclid=IwAR1P7jYczNFm\\_eGjVjtG68LHb6eGg6ykTebHP977EdYSbtHdFJdqMdbotMI#:~:text=Pour%20qu'une%20vache%20retrouve,100%20derniers%20jours%20de%20lactation](http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/dairy/facts/pub101.htm?fbclid=IwAR1P7jYczNFm_eGjVjtG68LHb6eGg6ykTebHP977EdYSbtHdFJdqMdbotMI#:~:text=Pour%20qu'une%20vache%20retrouve,100%20derniers%20jours%20de%20lactation) (consulté le 11/06/2021).

[https://www.agrihebdo.ch/ensilage?fbclid=IwAR01C6XcSCNCW\\_Py2Q2hhibH9BvBGDykIr7jHxooaOk13jsmqG-4CnswEb0](https://www.agrihebdo.ch/ensilage?fbclid=IwAR01C6XcSCNCW_Py2Q2hhibH9BvBGDykIr7jHxooaOk13jsmqG-4CnswEb0) (consulté le 02/06/2021)

[https://www.eilyps.fr/sante/prevention-sante-troupeau/acetonemie/?fbclid=IwAR1a6-rwKX2-0RM\\_VJr4fUd-uwVmIBQ5N\\_JKbwyByc0hw4sdPCP05Uwm1TI](https://www.eilyps.fr/sante/prevention-sante-troupeau/acetonemie/?fbclid=IwAR1a6-rwKX2-0RM_VJr4fUd-uwVmIBQ5N_JKbwyByc0hw4sdPCP05Uwm1TI) (consulté le 30/06/2021)

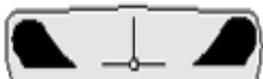
[https://www.la-sante-des-ruminants.fr/consequences-differees-deficit-energetique-reproduction-2/?fbclid=IwAR0xFobCun\\_qNzWRM0zRtY\\_vxzDTvSU-imQ9RLgXO7iEaT8BPMVsJ9kuHkI](https://www.la-sante-des-ruminants.fr/consequences-differees-deficit-energetique-reproduction-2/?fbclid=IwAR0xFobCun_qNzWRM0zRtY_vxzDTvSU-imQ9RLgXO7iEaT8BPMVsJ9kuHkI) (consulté le 30/06/2021).

## Annexes

### Annexe 1 : Production laitière des vaches de la ferme ITELV

Ration	Mois	Nb de litre/j/vache	Moyenne de production selon la race
R1	Juillet	11,68	10,4
	Août	10,51	
	Septembre	9,32	
	Octobre	9,41	
	Novembre	9,86	
	Déc.-19	9,21	
	Janvier	11,41	
	Février	9,68	
	Mars	12,75	
	Avril	13,29	
	Mai	11,47	
	Juin	9,43	
	Juillet	9,14	
	Août	8,05	
R2	Septembre	8,55	7,7
	Octobre	6,79	
R3	Novembre	8,75	8,8
R4	Déc.-19	14,14	14,1
R5	Janvier	14,45	14,3
	Février	13,62	
	Mars	14,82	
R6	Avril	15,18	13,1
	Mai	11,03	
R7	Juin	6,66	6,7

**Annexe 2 : Scores de condition corporelle (Edmondson *et al.*, 1989)**

Score de condition corporelle	Vertèbres lombaires	Section au niveau des tubérosités coxales	Vue latérale de la ligne entre les os proéminents du bassin	Cavité autour de la queue	
				Vue arrière	Vue de côté
<b>1</b> Sous-Conditionnement sévère					
<b>2</b> Ossature évidente					
<b>3</b> Ossature et couverture bien proportionnées					
<b>4</b> Ossature se perd dans la couverture Tissulaire					
<b>5</b> Sur-Conditionnement sévère					

**Annexe 3 : BCS des vaches de la ferme ITELV**

R1 : BCS mars 2020		R4 : BCS 16/12/2020		R5 : BCS 18/03/2021		R7 : BCS 16/06/2021	
1	2	1	2,75	1	2,5	1	2,5
2	2,5	2	2,5	2	2	2	2,75
3	3,25	3	2,5	3	1,75	3	2,5
4	3,5	4	2,75	4	1,75	4	3
5	1,5	5	2,25	5	2,25	5	1,5
6	1,75	6	3,25	6	1,75	6	3
7	2,5	7	1,25	7	2	7	2,75
8	2,5	8	1,25	8	1,75	8	2,5
9	3	9	2,5	9	1,75	9	3,25
10	2,75	10	1,25	10	2,75	10	1,75
11	1,75	11	3,5	11	1,5	11	1,5
12	2	12	2	12	1,75	12	2,5
13	2	13	3,5	Moyenne	1,96	Moyenne	2,46
14	3	14	3,5	nb < à 2	7	nb < 2	3
15	2	15	3,75	Pourcentage	58%	Pourcentage	25%
16	2,25	16	2,5				
17	3,25	Moyenne	2,56				
18	2,5	nb < 2	3				
19	2,75	Pourcentage	19%				
20	3,25						
21	3,75						
22	2						
Moyenne	2,53						
nb < à 2	3						
Pourcentage	14%						

**Annexe 4 : Effectif des vaches laitières dans l'exploitation ITELV**

	Juin 2019	Juil 2019	Août 2019	Sept 2019	Oct 2019	Nov 2019.
PN	13	11	12	12	12	12
PR	20	18	14	15	18	19
BA	9	8	7	7	8	8
RL	4	4	4	4	4	4
Total	46	41	37	38	42	43

	Déc. 2019	Jan 2020	Fev 2020	Mars 2020	Av 2020	Mai 2020
Vaches PN	12	12	11	11	11	11
Vaches PR	19	19	15	15	15	15
Vaches BA	8	9	7	7	7	7
Vaches RL	4	4	4	4	4	4
Total	43	44	37	37	37	37

	Juin 2020	Juil 2020	Août 2020	Sept 2020	Oct 2020	Nov 2020
	11	11	11	11	8	9
	15	15	15	11	8	8
	7	7	7	7	3	3
	4	4	4	4	4	4
	37	37	37	33	23	24

	Déc. 2020	Jan 2021	Fev 2021	Mars 2021	Av 2021	Mai 2021	Juin 2021
Vaches PN	10	10	10	10	10	10	10
Vaches PR	8	8	8	9	10	10	10
Vaches BA	3	3	3	2	2	2	2
Vaches RL	4	4	4	4	3	3	3
Total	25	25	25	25	25	25	25

**Annexe 5 : Résultats du suivi de reproduction à l'ITELV juillet 2019-juin 2021**

N° d'identification ancien	Date du dernier vêlage	Type de chaleurs		Date d'IA	Résultat du diagnostic		Date de l'avant-dernier vêlage
		Sync.	Cn		+	-	
12017	10/12/2019	Cidr		07/05/2020	*		22/09/2018
12028	26/07/2019	Cidr		07/05/2020	*		14/12/2017
12018	24/07/2018	Cidr		28/02/2019		*	22/03/2017
13009	08/02/2020	Cidr		07/05/2020		*	13/09/2018
14001	13/12/2018	Cidr		15/05/2019	*		28/09/2017
			Cn	26/03/2020		*	
		*		23/09/2020		*	
		*		17/12/2020		*	
14001			Cn	03/03/2021	*		
13002	11/09/2019	Cidr		07/05/2020		*	20/09/2018
		Cidr		23/09/2020	*		
13004	02/04/2018	Cidr		26/12/2018	*		02/02/2017
14015	27/08/2020						20/10/2018
		*		17/12/2020		*	
		*		17/12/2020	*		
14016	24/08/2017	14016	14016	14016	14016	14016	26/07/2018
15012	07/02/2020	Cidr		07/05/2020		*	30/12/2017
		Prid		23/09/2020		*	
	15012		*	17/12/2020	*		
15038	10/06/2019	Cidr		07/05/2020	*		10/06/2019
	10/02/2021			08/05/2021		*	
15039	02/05/2019	Cidr		30/01/2020		*	
15014	08/06/2020	Cidr		23/09/2020		*	24/01/2019

	20			20			
		*		02/10/20 20		*	
			CN	20/10/20 20		*	
15014		GPG		08/05/20 21			
15011	21/08/20 19	Cidr		30/01/20 20		*	21/08/2019
	31/10/20 20						
				21/04/20 21		*	
15030	05/10/20 19	Cidr		30/01/20 20		*	05/10/2019
		Cidr		07/05/20 20	*		
15030	18/02/20 21						
16005	12/06/20 20						18/07/2018
15037	26/09/20 19						27/07/2018
16007	08/02/20 20	Prid		25/11/20 20			27/07/2018
16003	29/07/20 18	Prid		25/11/20 20			
15028	26/08/20 18		Cn	26/03/20 20	*		26/08/2018
	31/01/20 21	Prid		21/04/20 21		*	
16006	18/12/20 19	Cidr		07/05/20 20		*	12/09/2018
		Cidr		23/09/20 20		*	
				23/09/20 20	*		
15016				04/07/20 19		*	14/11/2019
		*		11/09/20 19		*	
	18/10/20 18	Cidr		30/01/20 20		*	
		Cidr		23/09/20 20		*	
				17/12/20 20		*	
		Prid		21/04/20 21	*		

16008	17/01/20 19	Prid		25/11/20 20			
16017	29/02/20 20						31/01/2019
16014	24/02/20 19						
16012	19/03/20 19						
16013	17/10/20 19		Cn	02/03/20 20		*	
		*		26/03/20 20		*	
		*		07/05/20 20		*	
		Cidr		23/09/20 20	*		
16013			23/09/20 20		*		
17001	12/02/20 20	Cidr		23/09/20 20		*	
				17/12/20 20		*	
17003	28/11/20 19	Cidr		23/09/20 20		*	
				23/09/20 20	*		
17005	16/01/20 20			20/12/20 20	*		
17008	17/02/20 20						
18002	27/09/20 20			17/12/20 20	*		
17012	05/11/20 20						
		*		04/02/20 20	*		
		Prid		21/04/20 21		*	
17015	22/11/20 20						
		GPG		22/04/20 21	*		
17004		*		20/12/20 20	*		
17006						*	
		*				*	
17009	15/02/20 21						

17010	20/03/20 21						
17011							
17014				25/03/20 21	*		
18004			Cn	30/11/20 20		*	
		Prid		25/03/20 21		*	
18006			Cn	14/02/20 21		*	
18007			Cn	30/11/20 20	*		
18008			Cn	16/11/20 20	*		
18009			Cn	08/09/20 20	*		
18011			Cn	26/01/20 21	*		
18012							
18013		Prid		25/03/20 21	*		
18014			Cn	13/01/20 21			
			Cn	02/03/20 21	*		
18015			Cn	09/11/20 20	*		
18016			Cn	16/11/20 20	*		
19001		Prid		25/03/20 21		*	
19010		Prid		25/03/20 21		*	
19011			Cn	03/03/20 21	*		
15022	02/02/20 20						

**Annexe 6 : Calcul des paramètres de fertilité**

N° d'identification ancien	Date de l'avant-dernier vêlage	Intervalle V/1ère IA	Intervalle V/V	Intervalle V/IF
12017	22/09/2018	149	444	149
12028	14/12/2017	286	589	653
12018	22/03/2017	219	489	
13009	13/09/2018	89	513	
14001	28/09/2017	153	441	153
13002	20/09/2018	239	356	378
13004	02/02/2017	268	424	268
14015	20/10/2018	112	677	112
14016	26/07/2018		336	
15012	30/12/2017	90	769	410
15038	10/06/2019	87	611	332
15039		273		
15014	24/01/2019	107	501	
15011	21/08/2019	172	437	
15030	05/10/2019	150	502	215
16005	18/07/2018		695	
15037	27/07/2018		426	
16007	27/07/2018		561	
16003			462	
15028	26/08/2018	578	392	578
		80	394	
16006	12/09/2018	141	462	280
15016	14/11/2019	287	392	916
16008				
16017	31/01/2019		394	
16014				
16012				
16013		137		342
16013				
17001		224		
17003		300		300
17005		339		339
17008				
18002		81		81
17012		167		167
17015		151		151

## Résumé

L'objectif de la présente étude est d'évaluer les paramètres de reproduction des vaches laitières et d'identifier l'impact de l'alimentation sur ces critères. Elle est menée sur un troupeau laitier dans la ferme démonstrative de l'Institut Technique des Élevages (ITELV) de Baba-Ali, sur 34 vaches en lactation, de juillet 2019 à juin 2021.

Les résultats montrent que le rationnement des vaches n'est pas fait selon leurs besoins, alors que le rapport fourrage/concentré est plus ou moins en adéquation avec les normes. Les techniciens de la station affirment aussi que plusieurs vaches sont relativement maigres, avec un BCS insuffisant. Concernant les indices de reproduction, la fécondité peut être classée comme très mauvaise, avec des mises à la reproduction et des délais de fécondation nettement supérieurs aux normes, qui sont respectivement de 195 et 324 jours. La fertilité des vaches est plutôt bonne, avec des IFA, IFT, IGA et IGT dans les normes, avec des valeurs respectivement de 1,6, 2,1, 63% et 48%. Enfin, les résultats montrent l'importance de l'alimentation, qui joue un rôle primordial sur la fertilité de la vache laitière, surtout par le déficit énergétique, inévitable en début de lactation.

**Mots-clés :** Vache laitière, alimentation, paramètres de reproduction, BCS.

## Abstract

The objective of the present study is to evaluate the reproductive parameters of dairy cows and to identify the impact of feeding on these criteria. It is conducted on a dairy herd in the demonstration farm of the Institut Technique des Élevages (ITELV) of Baba-Ali, on 34 lactating cows, from July 2019 to June 2021.

The results show that the rationing of cows is not done according to their needs, while the ratio of fodder to concentrate is more or less in line with the standards. The technicians of the station also affirm that several cows are relatively thin, with an insufficient BCS. Regarding the reproduction indices, fertility can be classified as very poor, with breeding and fertilization times above the norms, which are respectively 195 and 324 days. The fertility of the cows is rather good, with FFI, TFI, GFI and GTI within the norms, with values of 1.6, 2.1, 63% and 48% respectively. Finally, the results show the importance of the feed, which plays an essential role on the fertility of the dairy cow, especially by the energy deficit, inevitable at the beginning of lactation.

**Keywords:** Dairy cow, feeding, reproduction parameters, BCS.

## ملخص

كان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم معايير التكاثر للأبقار الحلوب والتعرف على تأثير النظام الغذائي على هذه المعايير. تم إجراؤه على قطيع ألبان على مستوى المزرعة التجريبية التابعة للمعهد الفني للثروة الحيوانية في بابا علي (ولاية الجزائر) على 34 بقرة مُرضعة من يوليو 2019 حتى يونيو 2021. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن تقنين الأبقار وفقاً لاحتياجاتها لا يتم احترامه أو أن نسبة العلف/التركيز تحظى باحترام إلى حد ما أو أقل كما أنها تؤكد أن العديد من الأبقار في حالة فقدان الوزن والتي أثبتتها نسبة كبيرة من الأبقار التي يكون BCS أقل من 2، فيما يتعلق بالإنجاب يمكن تصنيف الخصوبة على أنها سيئة للغاية مع أوقات الولادة والتخصيب أعلى بكثير من المعايير والتي هي على التوالي 195 و 324 يوماً. خصوبة الأبقار جيدة مع IFA و IFT و IGA و IGT ضمن المعايير بقيم 1.6 و 2.1 و 63% و 48% على التوالي. أخيراً لوحظ أن الغذاء يلعب دوراً رئيسياً في خصوبة الأبقار الحلوب خاصة من خلال نقص الطاقة الحتمي في بداية الرضاع.

**الكلمات المفتاحية :** حصة غذائية ، إنتاج الحليب ، بقرة حلوب ، معلمات الاستنساخ

